

ISSN 1646-107X
eISSN 2182-2972

m tricidade

2022, vol. 18, n. 2

Escopo

A revista Motricidade (ISSN 1646-107X, eISSN 2182-2972) é uma publicação científica trimestral. A política editorial da revista visa contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento científico de caráter teórico e empírico nas áreas científicas do desporto, psicologia e desenvolvimento humano, e saúde, adotando sempre que possível uma natureza interdisciplinar.

Direitos de autor

Os direitos de autor dos textos publicados são propriedade da revista motricidade. A sua reprodução só é permitida mediante a autorização por escrito do diretor.

Ficha Técnica

ISSN (print): 1646-107X
ISSN (online): 2182-2972
Depósito legal: 222069/05
ICS: 124607
Periodicidade: Trimestral (Março, Junho, Setembro e Dezembro)

Correspondência/Edição

Revista Motricidade
(A/C Prof. Dr. Nuno Domingos Garrido)

director@revistamotricidade.com
revistamotricidade@revistamotricidade.com

Propriedade

Sílabas Didáticas, UNIPessoal, LDA
Urbanização Aleu 5
5000-054, Vila Real
PORTUGAL
silabasdidaticas@gmail.com
NIPC: 515999750
Capital Social: 500€
Gerência: Nuno Domingos Garrido Nunes de Sousa

Indexação

Web of Knowledge/Scielo Citation Index (Clarivate Analytics), ELSEVIER (SCOPUS, EMCare), SCImago (SJR: Medicine, Health Professions), PsycINFO, IndexCopernicus, Scielo, CABI (CAB Abstracts, Global Health, Leisure, Recreation and Tourism Abstracts, Nutrition Abstracts and Reviews Series A), Qualis, SPORTDiscus, EBSCO (CINAHL Plus with Full Text, Academic Search Complete, Fonte Acadêmica, Fuente Académica, Fuente Académica Premier), Proquest (CSA Physical Education Index, ProQuest Psychology Journals, Summon by Serial Solutions, Ulrich's Periodicals Directory), DOAJ, Open J-Gate, Latindex, Gale/Cengage Learning (InfoTrac, Academic OneFile, Informe) Google Scholar, SIIC Databases (siicsalud), BVS ePORTUGUESe, SHERPA/RoMEO, e-Revistas, OCLC, Hinari/WHO, Swets Information Services, ScienceCentral, Genamics JournalSeek, Cabell's Directories, SafetyLit, NLM Catalog, SCIRUS, BASE Bielefeld, Academic Journals Database, Index Online RMP, Saúde em Movimento

Produção editorial



Scope

Journal Motricidade (ISSN 1646-107X, eISSN 2182-2972) is a scientific electronic journal, publishing quarterly. Its editorial politics aim is contributing to the development and dissemination of scientific knowledge of theoretical and empirical character in the context of sports, psychology and human development, and health assuming whenever is possible an interdisciplinary commitment.

Copyright

The journal motricidade holds the copyright of all published articles. No material published in this journal may be reproduced without first obtaining written permission from the director.

Technical Information

ISSN (print): 1646-107X
ISSN (online): 2182-2972
Legal Deposit: 222069/05
ICS: 124607
Frequency: Quarterly (March, June, September and December)

Correspondence/Edition

Journal Motricidade
(A/C Prof. Dr. Nuno Domingos Garrido)

director@revistamotricidade.com
revistamotricidade@revistamotricidade.com

Property

Sílabas Didáticas LDA
Urbanização Aleu 5
5000-054, Vila Real
PORTUGAL
silabasdidaticas@gmail.com

Index Coverage

Web of Knowledge/Scielo Citation Index (Clarivate Analytics), ELSEVIER (SCOPUS, EMCare), SCImago (SJR: Medicine, Health Professions), PsycINFO, IndexCopernicus, Scielo, CABI (CAB Abstracts, Global Health, Leisure, Recreation and Tourism Abstracts, Nutrition Abstracts and Reviews Series A), Qualis, SPORTDiscus, EBSCO (CINAHL Plus with Full Text, Academic Search Complete, Fonte Acadêmica, Fuente Académica, Fuente Académica Premier), Proquest (CSA Physical Education Index, ProQuest Psychology Journals, Summon by Serial Solutions, Ulrich's Periodicals Directory), DOAJ, Open J-Gate, Latindex, Gale/Cengage Learning (InfoTrac, Academic OneFile, Informe) Google Scholar, SIIC Databases (siicsalud), BVS ePORTUGUESe, SHERPA/RoMEO, e-Revistas, OCLC, Hinari/WHO, Swets Information Services, ScienceCentral, Genamics JournalSeek, Cabell's Directories, SafetyLit, NLM Catalog, SCIRUS, BASE Bielefeld, Academic Journals Database, Index Online RMP, Saúde em Movimento

EQUIPA EDITORIAL

Diretor

Director

Nuno Domingos Garrido — *Universidade de Trás-os-Montes and Alto Douro, Vila Real, Portugal*

Editor-Chefe

Editor-In-Chief

Tiago Manuel Cabral dos Santos Barbosa

Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior de Educação — Campus de Santa Apolónia — 5300-253 Bragança, Portugal

Editores Associados

Associate Editors

Henrique Pereira Neiva — *University of Beira Interior, Covilhã, Portugal*

Jorge Morais — *Politechnique Institute of Bragança, Bragança, Portugal*

Diogo Monteiro — *Politechnique Institute of Leiria, Leiria, Portugal*

Maria Teresa Anguera — *Barcelona University, Barcelona, Spain*

Eduardo Borba Neves — *Federal Technological University of Paraná, Brazil*

Pedro Morouço — *Politechnique Institute of Leiria, Leiria, Portugal*

Danilo Sales Bocalini — *Federal University of Espirito Santo, Brazil*

Gabriel Rodrigues Neto — *Faculty of Nursing and Medicine Nova Esperança (FAMENE / FACENE) / Higher Education and Development Center (CESED – UNIFACISA, FCM, ESAC), Brazil*

Manoel Costa — *State University of Pernambuco, Brazil*

Pedro Forte — *SCE DOURO – Instituto Superior de Ciências Educativas do Douro, Penafiel, Portugal*

Ricardo Ferraz — *University of Beira Interior, Covilhã, Portugal*

Conselho Editorial Internacional

International Editorial Board

Aldo Filipe Costa, *UBI, Portugal*

André Luiz Gomes Carneiro, *UNIMONTES, Brasil*

António José Silva, *UTAD, Portugal*

António Prista, *Moçambique*

Aurelio Olmedilla, *Espanha*

Carlo Baldari, *Università degli Studi di Roma “Foro Italico” Dipartimento di Scienze Motorie, Umane e della Salute, Itália*

Daniel Almeida Marinho, *UBI, Portugal*

David Paulo Ramalheira Catela, *CIEQV, Instituto Politécnico de Santarém, Portugal*

Diogo Santos Teixeira, *Faculdade de Educação Física e Desporto da Universidade Lusófona, Lisboa*

Eduardo Borba Neves, *Brasil*

Eduardo Leite, *Portugal*

Felipe José Aidar, *UFS, Brasil*

Fernando Navarro Valdivielso, *Espanha*

Filipe Fernandes Rodrigues, *Escola Superior de Educação e Ciências Sociais do Instituto Politécnico de Leiria, Portugal*

Filipe Luis Martins Casanova, Diogo Santos Teixeira, *Faculdade de Educação Física e Desporto da Universidade Lusófona, Porto, Portugal*

Flávio António De Souza Castro, *Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil*

Gian Pietro Pietro Emerenziani, *Università degli Studi di Catanzaro “Magna Græcia”, Itália*

Guilherme Tucher, *UFRJ, Brasil*

Helder Miguel Fernandes, *Portugal*

Jefferson Silva Novaes, *UFJF, Brasil*

João Paulo Vilas-Boas, *FADE-UP, Portugal*

José Pérez Antonio Turpin, *University of Alicante, Espanha*

José Vilaça-Alves, *UTAD, Portugal*

Laura Guidetti, *Università degli Studi di Roma “Foro Italico” Dipartimento di Scienze Motorie, Umane e della Salute, Itália*

Luis Cid, *ESDRM, Portugal*

Marc Cloes, *Université de Liège, Bélgica*

Marek Rejman, *University School of Physical Education in Wroclaw, Poland*

Maria do Socorro Cirilo de Sousa, *URCA, Brasil*

Mário Jorge Costa, *FADE-UP, Portugal*

Martim Bottaro, *UNB, Brasil*

Michael Bembem, *Department of Health and Exercise Science, University of Oklahoma, Estados Unidos*

Mikel Izquierdo, *Espanha*

Nelson Sousa, *UTAD, Portugal*

Per-Ludvik Kjendlie, *Noruega*

Ricardo J. Fernandes, *FADE-UP, Portugal*

Roberto Simão, *UFRJ, Brasil*

Romeu Mendes, *SNS, Portugal*

Rubens Vinícius Letieri, *Multidisciplinar Research Center in Physical Education, NIMEF, Federal University of Tocantins, UFT*

Steven Fleck, *University of Wisconsin-Parkside, Estados Unidos*

Victor Machado Reis, *UTAD, Portugal*

Wagner Prado, *Brasil*

SUMÁRIO

- A multivariate regression and discriminant canonical analysis of Isometric Mid-Thigh Pull performance in cadet inline speed skaters 127**
Esteban Aedo-Muñoz, Natalia Reyes-Galvez, Chris Mauro López-Guzmán, Rodrigo Argothy-Bucheli, Amaya Prat-Luri, Alejandro Bustamante-Garrido, Bianca Miarka, Ciro José Brito
- Desenvolvimento e validação de instrumento para análise de tempo-movimento no boxe: software FRAMI 134**
Chamon Dias Lima, Mateus Henrique dos Santos, Lindsei Brabec Mota Barreto, Michele Andrade de Brito, Dany Alexis Sobarzo Soto, Bianca Miarka, Ciro Jose de Brito
- Comparison of exercise and sports characteristics between binge-eating and healthy people 140**
Letícia Nascimento de Souza, Michele Andrade de Brito, Eliane Aparecida Ferraz Silva, Vanessa Teixeira Müller, Diego Ignacio Valenzuela Pérez, Ciro José Brito, Bianca Miarka
- Lower experience increases concussion susceptibility in Brazilian jiu-jitsu practitioners 145**
Marco Antonio Ferreira dos Santos, Lucas Oliveira Fernandes da Costa, Destter Álacks Antoniêtto, Francisco Nadilton Oliveira da Silva, André Marinho Fernandes, Felipe Guimarães Teixeira, Dany Alexis Sobarzo Soto, Ciro José Brito, Bianca Miarka
- Women Brazilian Jiu-jitsu practitioners showed a higher incidence of concussion: an epidemiological analysis 151**
Gustavo Nascimento de Carvalho, Rafael da Silva Rego, Ana Chagas, Diana de Oliveira Schreiner, Felipe Guimarães Teixeira, Naiara Ribeiro Antonietto, Diego Ignacio Valenzuela Pérez, Ciro José Brito, Bianca Miarka
- Perfil clínico e níveis de atividade física em pacientes com osteoartrite de quadril avançada 156**
Michael Silveira Santiago, Brunielly Santana Rezende, Talita Leite dos Santos Moraes, Joana Monteiro Fraga, Walderi Monteiro da Silva Júnior
- Efeito do exergames no desempenho motor e no tempo de reação em uma criança com transtorno do espectro autista..... 163**
Elizângela Fernandes Ferreira Santos Diniz, Osvaldo Costa Moreira, Claudia Eliza Patrocínio de Oliveira, Eveline Torres Pereira
- Visual search strategies of young soccer players according to positional role..... 177**
Felipe Dambroz, Felipe Cardoso, José Afonso, Israel Teoldo

Estimativa da especialização esportiva precoce em adolescentes de uma cidade brasileira	183
Gracielle Costa Reis, Lucio Marques Vieira-Souza, Deborah Lima Ramos de Melo, Layanne de Oliveira Barros, Márcio Getirana-Mota, Afrânio de Andrade Bastos	
Infrared thermography detects soccer-induced residual fatigue: a single-case study	191
Alisson Gomes da Silva, Maicon Rodrigues Albuquerque, Hamilton Henrique Teixeira Reis, Fabrícia Geralda Ferreira, João Carlos Bouzas Marins	
Estratégias de <i>pacing</i> na Maratona de Berlim de 2004 a 2019	199
João Vitor da Silva Oliveira, Josária Ferraz Amaral, Jorge Luis da Silva, Renata de Faria Leão, Cristiano Diniz da Silva, Marcus Vinicius da Silva	
Individual predictors of overweight in children from the Zona da Mata of Minas Gerais	207
Elenice de Sousa Pereira, Mariana Calábria Lopes, Maicon Rodrigues Albuquerque, Thayse Natacha Queiroz Ferreira Gomes, Fernanda Karina dos Santos	
Precision of wearable heart rate to predict oxygen uptake in endurance vs sprint-trained runners.....	215
Nuno Domingos Garrido, Felipe Aidar José Vilaça-Alves, Diogo Roberto Oliveira, Paul Szabo, Victor Machado Reis	
Reproducibility of the dynamic balance test of lower limbs with reduction of the body weight in individuals with knee osteoarthritis	219
Saulo da Cunha Machado, Valter Joviniano de Santana Filho, Érika Thatyana Nascimento Santana, Viviane Nascimento Brandão Lima, Wélia Yasmin Horacio dos Santos, Walderi Monteiro da Silva Júnior, Jader Pereira de Farias Neto, Pedro José Marin, Marzo Edir da Silva-Grigoletto	
Physical activity levels and mental illness risk in elderly women during COVID-19	225
Samuel Gonçalves Almeida da Encarnação, Osvaldo Costa Moreira, Beatriz Woyames Ferreira de Castro Pinto, Cíntia Neves de Miranda, Daniele Pereira da Silva Araújo, Felipe Soares Tomaz Pereira, Sthéfany Lemos Fazolo, Miguel Araujo Carneiro-Júnior	
Análise da aptidão física com a utilização de exergames em jovens futebolistas e não futebolistas: um estudo piloto	230
Márcio Getirana-Mota, Ângelo de Almeida Paz, Lúcio Marques Vieira-Souza, Ricardo Santos Matos, José Lucas Santos Rosa, Lúcio Flávio Gomes Ribeiro da Costa, Luan José Lopes Teles, Felipe José Aidar	

Effects of grouped versus alternating functional training on the shoulder girdle and lumbar-pelvic girdle stability: a randomised controlled trial237

Marzo E. da Silva-Grigoletto, José C. Aragão-Santos, Alan S. Fontes, Marta S. Santos, Antônio G. Resende-Neto, Marcos Raphael Pereira Monteiro, Edilson S. Cyrino, Pedro J. Marin, David G. Behm

Acute inflammatory responses induced by flexibility training with two different intensities.....246

Carlos José Nogueira, Alisson Gomes da Silva, Paula Paraguassú Brandão, Rodrigo Gomes de Souza Vale, Nikos Apostolopoulos, Estélio Henrique Martin Dantas

Caracterização térmica em atletas profissionais de voleibol.....254

João Pedro Rayol Marinho, Matheus Santos Cerqueira, Hamilton Henrique Teixeira Reis, Maurício Gattás Bara Filho, Alisson Gomes da Silva, Cristiane Mara de Rezende, João Carlos Bouzas Marins

Comparação do impacto da pandemia da COVID-19 entre profissionais de Educação Física do nordeste e do sul do Brasil.....262

Pedro Henrique de Sousa, Francisca Nimara Inácio da Cruz, Danilo Lopes Ferreira Lima, Nuno Domingo Garrido

Diretrizes para atuação de profissionais de educação física no contexto da COVID-19.....269

Ana Elisa Messetti Christofolletti, Raiana Lídice Mór Fukushima, Hudson Fabricius Peres Nunes, Claudio Joaquim Borba-Pinheiro, Andreia Cristina Metzner, Mayra Matias Fernandes, Alexandre Janotta Drigo

Acute effects of two HIIT protocols on oxidative responses.....276

George Franklin Santana de Carvalho, Anderson Carlos Marçal, Felipe José Aidar, Jymmys Lopes Santos, Ciro José Brito, Márcio Getirana-Mota, Clésio Andrade Lima, Ricardo Aurélio Carvalho Sampaio, Raphael Fabrício de Souza, Lucio Marques Vieira-Souza

Análise do comportamento técnico da luta marajoara282

Ítalo Sérgio Lopes Campos, Amauri Gouveia Júnior, Marcelo Moreira Antunes, Monica da Silveira Torres

Análise dos níveis de correlação entre índice de força reativa e corrida de aceleração em atletas de basquetebol288

Lucas de Freitas Vieira, Yasmim Kéllen Siqueira Luna, Valbério Candido de Araújo, Ytalo Mota Soares

Monitoramento do treinamento no basquetebol feminino juvenil: comparação da carga planejada pelo treinador com a carga percebida pelas atletas295

Margarida Deuza Cavalcante, João Marcos Ferreira de Lima Silva, Yasmim Kéllen Siqueira Luna, Orranette Pereira Padilhas, Wasington Almeida Reis, Ytalo Mota Soares

Prática lúdica como ferramenta auxiliadora de ensino de jiu-jitsu em ambiente militar302

Bruno Cezar Barbosa Silva, Jiddu Bastos Lemos, Adenilson Targino de Araújo Júnior, Francisco José Felix Saavedra

O método de treinamento com restrição de fluxo sanguíneo: percepção e análise crítica do processo metodológico e de sua utilização307

Maria do Socorro Cirilo-Sousa, Natália Herculano Paz, Pedro Augusto Mariz Dantas, Pedro Henrique Marques de Lucena, Ana Tereza de Sousa Brito, Daniel Alves-Pereira, Ravi Cirilo Targino de Araújo, Carlos Renato Paz

Fundamental contributions of neuroscience to motor learning in children: a systematic review312

María-José Torres-Moreno, Esteban Aedo-Muñoz, Cristian Hernández-Wimmer, Ciro Brito, Bianca Miarka

Efeito do treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo na força muscular e capacidade funcional de populações clínicas: uma revisão sistemática 323

Joamira Pereira de Araújo, Simoni Teixeira Bittar, Edna Ferreira Pinto, Adeilma Lima dos Santos, Emily Karoline Bezerra Ribeiro, Maria do Socorro Cirilo de Sousa

Efeito do alongamento sobre a força muscular de pessoas saudáveis: uma revisão sistemática330

Oswaldo Costa Moreira, Pedro Henrique Viana Mendes, Lucas Vieira dos Santos, João Carlos Bouzas Marins, Claudia Eliza Patrocínio de Oliveira









Resistance training variables on muscle hypertrophy: a systematic review.....339

Wanderson Matheus Lopes Machado, Claudia Eliza Patrocínio de Oliveira, Francielle de Assis Arantes, Dihogo Gama de Matos, Sérgio Maroto-Izquierdo, Oswaldo Costa Moreira

I Registro de Insuficiência Cardíaca Congestiva do Estado de Sergipe, Brasil: desenho e justificativa.....355

Juliana Santos Barbosa, Jamille Oliveira Costa, Luciana Vieira Sousa Alves, Marcia Ferreira Cândido de Souza, Marcos Antonio Almeida-Santos, Joselina Luzia Menezes Oliveira, José Augusto Soares Barreto Filho, Felipe José Aidar, Antônio Carlos Sobral Sousa

A multivariate regression and discriminant canonical analysis of Isometric Mid-Thigh Pull performance in cadet inline speed skaters

Esteban Aedo-Muñoz^{1,2} , Natalia Reyes-Galvez³ , Chris Mauro López-Guzmán³ , Rodrigo Argothy-Bucheli⁴ , Amaya Prat-Luri⁵ , Alejandro Bustamante-Garrido^{2,6} , Bianca Miarka⁷ , and Ciro José Brito^{8*} 

ABSTRACT

This study measured the peak force (PF) in cadet inline speed skaters (ISS) and verified the physical measures that determine athletes' performance on the Isometric Mid-Thigh Pull Test (IMTP) through a multivariate regression and discriminant canonical analysis. A total of 36 high-performance male ($n=18$; age= 17.4 ± 1.21 years; body mass= 65.1 ± 6.18 kg; height= 168.6 ± 5.1 cm) and female ($n=18$; age= 17.4 ± 1.23 years; body mass= 55.5 ± 4.4 kg; height= 158.6 ± 5.2 cm) athletes were measured two times (with a 3-day interval). All participants performed the IMTP and sit-and-reach (SR) tests, and an evaluator performed anthropometric circumference measurements on their thighs and calves. The main results indicated that males showed a higher PF on the test ($m=59.0 \pm 3.9$ N/kg vs. $f=50.4 \pm 5.8$ N/kg; $p \leq 0.001$) and retest ($m=59.1 \pm 4.2$ N/kg vs. $f=51.9 \pm 6.6$ N/kg; $p \leq 0.001$). In the first, thigh circumference ($\chi^2=29.01$, $p \leq 0.001$, $R^2=0.74$) had an overall 91.7% prediction. The second model included using the SR and thigh circumference ($\chi^2=49.91$, $p \leq 0.001$, $R^2=1.0$) showed an overall prediction of 100.0%. The thigh circumference matrix showed better predictive power for (coefficient= 7.158) male and female IMTP performance. In conclusion, despite the gender differences, the thigh circumference is a good predictor for PF in cadet ISS athletes.

KEYWORDS: speed skating; performance; isometric exercise; physical fitness testing; probabilistic models.

INTRODUCTION

Inline speed skating is a sport that has been gaining fans over the years and received many athletes at the last world competitions. However, scientific knowledge regarding the sport is still limited (Stangier et al., 2016a). The athletes must be fast, maintain muscle power, and show a high aerobic capacity to achieve competitive success (Stangier et al., 2016a; 2016b). However, the analysis of specific characteristics regarding their specialized

sport could help training prescriptions because a sprinting competition lasts approximately 16-18 seconds (200 m). In contrast, a marathon lasts between 60-70 min (Stangier et al., 2016b). Despite limited specific scientific literature regarding this sport, some authors have indicated that physiological, biomechanical (Wu, Hsu, Chu, Tsai, & Liang, 2017), and anthropometric measures (Knechtle, Knechtle, Rüst, Rosemann, & Lepers, 2012) can determine competitive success in ISS.

¹Universidad de Santiago, Sport and Health Sciences Laboratory, Physical Activity – Santiago, Chile.

²Instituto Nacional de Deportes High-Performance Center, Applied Sports Science Unit, Biomechanics Laboratory – Santiago, Chile.

³Universidad Santo Tomás, Magister en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte Aplicadas al Entrenamiento, Rehabilitación y Reintegro Deportivo – Santiago, Chile.

⁴Science Sport Centre, Biomechanics Laboratory – Bogota, Colombia.

⁵Universidad Miguel Hernández, Sport Research Centre – Alicante, Spain.

⁶University of Chile, Faculty of Medicine, Department of Physical Therapy, Laboratory of Clinical Biomechanics – Santiago, Chile.

⁷Universidade Federal do Rio de Janeiro, School of Physical Education and Sport, Laboratory of Psychophysiology and Performance in Sports & Combats – Rio de Janeiro (RJ), Brazil.

⁸Universidade Federal de Juiz de Fora, Physical Education Post Graduation Program – Governador Valadares (MG), Brazil.

*Corresponding author: Universidade Federal de Juiz de Fora – Rua São Paulo, 745 – Centro – CEP: 35010-180 – Governador Valadares (MG), Brazil. E-mail: cirojbrito@gmail.com

Conflict of interests: nothing to declare. **Funding:** Ministerio del Deporte, Chile.

Received: 05/03/2021. **Accepted:** 11/06/2021.

Foster et al. (1999) showed that aerobic capacity alone does not determine competitive success in ISS, requiring specific strength work on the lower limbs to improve competitive performance (Juda, Yuki, Aoyanagi, Fujii, & Ae, 2007; Piuccio, Santos, & Lucas, 2014; Stangier et al., 2016a, 2016b). Besides, higher strength levels enhance technical performance and result in competitive advantage (Yugay, 2015). Despite the importance of strength for ISS performance, few studies have investigated this variable, and the protocols did not measure power in the athletes of this sport (Piuccio et al., 2014).

Among the methods used to measure strength, the Isometric Mid-Thigh Pull Test (IMTP) is valid and is potentially accurate (De Witt et al., 2018) for assessing maximal force (Dos’Santos et al., 2019). The peak force (PF) variable is a practical and more effective test than the 1-MR test (Townsend et al., 2019). Furthermore, the PF measured by the IMTP has been correlated ($r= 0.704$) with the sprinting ability (Townsend et al., 2019) and agility ($r= -0.854$) in other sports (Spiteri et al., 2014). However, to the best of our knowledge, no study has measured this variable in ISS. It is unknown what variables determine the PF in this group of athletes or gender differences. The results presented in this study can help coaches build specific and contextualized programs for athletes of this sport and learn which physical measure can predict PF in cadet ISS athletes. Therefore, the present study aimed to a) measure the PF in male and female cadet ISS athletes; and b) verify the physical measures which determine the performance of cadet ISS athletes on the IMTP through a multivariate regression and discriminant canonical analysis. We hypothesize that anthropometric measurements can determine the IMTP.

METHODS

This study employed a test-retest design in which all participants performed two testing sessions separated by three days to analyze reliability and the impact of anthropometric characteristics and low-back and hamstring flexibility on the PF registered with the IMTP. The sit-and-reach test (SR) assessed flexibility, and the present study measure anthropometric variables: height, body mass, thigh, and calf circumference. Figure 1 shows the data collection chart.

Participants

Before the assessments, all participants were informed about the study’s purpose and signed an informed consent form. The Local Scientific Ethics Committee approved the present research (protocol 79/2019). The inclusion criteria

applied were: ≥ 3 years training; b) international competition experience; c) 6 days training/wk. d) ≥ 2 h/day. The exclusion criteria of athletes were: a) to present an injury which affected performance in the tests or participation in training; b) to be not able to complete all procedures and measures. The sample size was based on a previous study (Townsend et al., 2019). The required sample was 16 athletes in each group with 0.8 as the probability (power), 0.05 as type I error probability. The sample size was inflated by 10% to compensate for the dropouts. As a result, the final sample was composed of 36 cadet ISS athletes from a national team to participate in this study: $n= 18$ males (age= 17.4 ± 1.21 years; body mass= 65.1 ± 6.18 kg; height= 168.6 ± 5.1 cm); and $n= 18$ females (age= 17.4 ± 1.23 years; body mass= 55.5 ± 4.4 kg; height= 158.6 ± 5.2 cm).

Anthropometry

The anthropometric assessment performed included the following measurements: height with 1-cm precision (Stadiometer 222, Seca®, UK), body mass with 100-g precision (Digital Scales 878, Seca®, UK), thigh (midpoint between the inguinal fold and the anterior patella surface) and calf (most prominent point of the muscle) circumferences (anthropometric tape 203, Seca®, UK). Circumferences were corrected through ISAK equations to exclude adipose tissue, following the protocol described by Marfell-Jones, Stewart, and De Ridder (2012).

Sit-and-reach test

The SR was employed to assess the flexibility of the lower back and hamstrings. Although several test variations have been developed, we applied the classical test sit-and-reach test, since this test has been used in younger populations with almost perfect reliability (Henriques-Neto, Minderico, Peralta, Marques, & Sardinha, 2020). Participants sit up on the floor

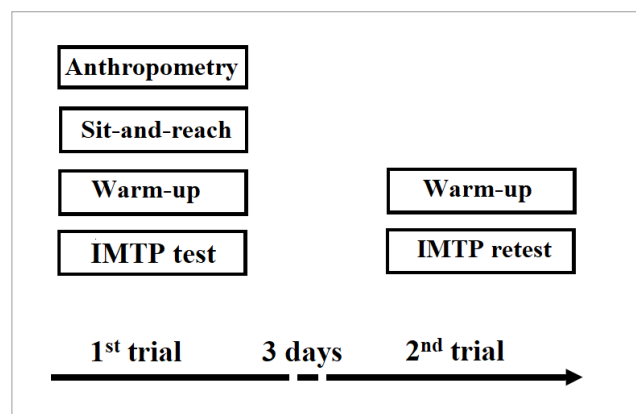


Figure 1. Chart of procedures and data collection.

with their knees extended and hips flexed 90°, placing their feet against the SR box test with dimensions: 76.2 × 33.0 × 10.2 cm (Model 12-1086, Baseline®, Fabrication Enterprise, UK). Participants had to flex their hips and trunk from the initial position, pushing the measurement board forward while maintaining both knees extended and staying in contact with the box. Researchers registered the farthest line reached of athletes with both hands. Two trials were performed in which the distance had to be maintained for at least two seconds to be valid. Preceding reports (Patterson, Wiksten, Ray, Flanders, & Sanphy, 1996) indicated an almost perfect correlation between the Sit-and-reach test and retest ($ICC= 0.99, p \leq 0.001$).

Isometric Mid-Thigh Pull test

The IMTP was used to assess lower-limb maximal PF. This test was performed on two portable force plates (type= PS-2142; sampling= 50-1,000 Hz; Range= -1,000 to 4,400 N over 6,600 N; Resolution= 0.34 N; dimensions= 350 mm × 350 mm, PASCO® Instrument Inc., USA) which were placed on a portable IMTP rack where the bar height could be adjusted (4 cm increments) at various heights above the force plate to adjust to each participant's height (Peterson Silveira et al., 2017). The sampling was set at 1,000 Hz since it has shown good reliability in force-time variables (Dos'Santos et al., 2019). The initial position was individualized to each athlete, grasping the barbell straight but with arms relaxed, setting the barbell at their mid-thigh height with a hip flexion angle between 140-145° and knee flexion angle between 125-145° while maintaining the trunk upright (Drake, Kennedy, & Wallace, 2017).

The athletes performed a warm-up and familiarization with the IMTP test before testing, which was divided into three phases: general warm-up, dynamic warm-up, and specific warm-up, according to (Comfort et al., 2019). All athletes received standard instructions for the test, which was to pull "as fast and hard as possible and push their feet directly into the force plate" (Halperin, Williams, Martin, & Chapman, 2016). A minimal pre-tension was allowed before they started (< 50 newtons above their body weight) to ensure there was no slack in the body before the first pull (Comfort et al., 2019). Once the body position was verified, the test was started with the sign of "3, 2, 1, pull," and maintaining the maximal effort for five seconds. They were verbally encouraged during the test to enhance the maximal effort. Figure 2 shows the correct starting position for performing the IMTP.

The present research examined the reliability of IMTP, verifying the association between a test and retest with

three days between them (Drake et al., 2017). The intraclass correlation coefficient (ICC) and Pearson correlation verified the association between the test and retest. The coefficients assume values between -1 and 1, as the closer, it gets to 1, the more concordance will exist between tests for IMTP. Correlation analysis indicated a strong correlation between the IMTP test and retest ($r= 0.84, IC= 0.95, p \leq 0.001$).

Experienced analysts collected the vertical ground reaction force data during ten seconds of each trial using the Capstone 2.0 program (Pasco company, California, United States). After that, researchers calculated the PF and normalized to athletes' body mass, using the MATLAB (MathWorks®, Inc., Natick, Massachusetts, United States). The athletes performed two trials with a 3-minute interval. The present research uses the best result between the two attempts for the analyzes. A cut-off point of intraclass correlation coefficient ($ICC= \geq 0.7, p \leq 0.001$) between test and retest was used for internal validation as maximum effort performed, as suggested by Drake et al. (2017). Those with $ICC < 0.7$ repeated the tests on another day.

Statistical analysis

Descriptive data are presented as mean and standard deviation (SD) values, and the Student's t-test was conducted to compare dependent variables between male and female athletes. Furthermore, a multivariate logistic regression analysis was used to confirm the effects of dependent variables on the dichotomous variable gender (male vs. female). In addition, a discriminant analysis was employed to verify the predictor variables (pooled within-groups matrices of correlations), and a summary of canonical discriminant

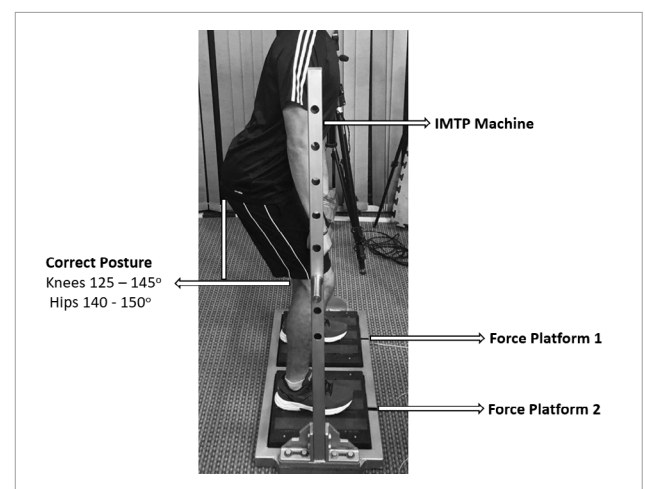


Figure 2. Starting position to perform the Isometric Mid-Thigh Pull test (IMTP).

function was performed. A significance level of $p \leq 0.05$ was used. All analyses were conducted using SPSS 20.0 for Windows.

RESULTS

Analysis indicated a significant and moderate correlation between the IMTP with Thigh circumference ($r = 0.52, p \leq 0.001$) and Calf circumference ($r = 0.42, p = 0.011$). Table 1 shows the descriptive and inferential analysis of IMTP performance in male and female cadet ISS athletes.

The multivariate logistic regression analysis of IMTP performance in male and female cadet ISS athletes was composed of four steps. We only included significant models in the results. The first model used thigh circumference ($\chi^2 = 29.01, p \leq 0.001, R^2 = 0.74$) and had an overall prediction of 91.7% (88.9% male and 94.4% for female). The second model included showed the SR test and thigh circumference ($\chi^2 = 49.91, p \leq 0.001, R^2 = 1.0$) as prediction variables with an overall prediction of 100% (100% male and female). Table 2 shows the significant models obtained by the multivariate logistic regression analysis.

Table 3 shows the matrix correlations between the anthropometry and physical tests and canonical coefficients. The main matrices showed a better predictive power for thigh circumference (coefficient= 7.158), as this measurement showed a higher predicting value for the models presented in Table 2.

DISCUSSION

The IMTP measures the PF, and the results of this test are associated with sprinting (Brady, Harrison, Flanagan, Haff, & Comyns, 2019) and lower limb agility performance (Thomas, Comfort, Jones, & Dos'Santos, 2017). Thus, we believe that the IMTP can be a good predictor of performance in ISS. However, to the best of our knowledge, no studies have been performed using this measure in male and female ISS athletes. The present study measured the PF in cadet ISS athletes and performed an analysis to learn the physical tests which determine the IMTP performance in cadet ISS athletes. The main results indicated significant differences between female and male athletes for all variables, except for the SR. A multivariate logistic regression analysis revealed thigh circumference as the main factor in predicting

Table 1. Descriptive analysis and t-test of Isometric Mid-Thigh Pull performance in cadet inline speed skating athletes separated by gender.

Measure	Gender	Mean± SD	T	p-value	95%CI
					(Lower; Upper)
IMTP Test PF (N/kg)	Male	60.6± 3.8	0.23	≤ 0.001	(5.3–12.0)
	Female	52.6± 5.9			
Sit-and-reach test (cm)	Male	17.9± 5.1	0.86	0.398	(-5.6–2.3)
	Female	19.6± 6.5			
Thigh circumference (cm)	Male	53.2± 2.8	0.44	0.002	(1.2–4.7)
	Female	50.3± 2.3			
Calf circumference (cm)	Male	33.0± 1.5	0.13	≤ 0.001	(1.6–3.6)
	Female	30.5± 1.7			

SD: standard derivation; IMTP: Isometric Mid-Thigh Pull; PF: peak force; 95%CI: 95% confidence interval.

Table 2. Multivariate logistic regression analysis between gender, sit-and-reach test and Isometric Midhigh Pull performances.

Model	Predictor	B	SE	Wald	F	P-value	Exp (B)	95%CI for EXP (B)	
								Lower	Upper
1	Thigh	0.5	0.216	6.165	1	0.013	0.584	0.383	0.893
	Constant	4.7	10.2	5.866	1	0.015	55.7×10^9		
2	Sit and reach	1.6	771.8	0.002	1	0.967	50.8×10^{12}	0.0	
	Thigh	50.7	1.231	0.002	1	0.967	0.0	0.0	
	Constant	1,713	41.810	0.002	1	0.967			

B: regression coefficient; SE: standard error; DF: degrees of freedom; Exp (B): exponentiation of B; 95%CI: 95% confidence interval.

Table 3. Pooled within-groups matrices of correlations, standardized canonical discriminant function coefficients and the structure matrix.

	IMTP retest	Sit-and-reach	Thigh circumference	Calf circumference
IMTP test PF	0.63	0.112	0.11	-0.036
Sit-and-reach			0.285	0.45
Thigh circumference				0.105
Standardized Canonical Discriminant Function Coefficients			Structure Matrix	
Predictors	Function		Predictors organized by absolute size	Function
	1			1
IMTP test	0.797		IMTP test	0.36
Sit-and-Reach	-0.717		Sit and Reach	0.341
Thigh circumference	7.158		Thigh circumference	0.343
Calf circumference	-0.24		Calf circumference	-0.033

IMTP: Isometric Mid-Thigh Pull; PF: peak of force.

gender differences of IMTP performance in cadet ISS athletes, differentiating male and female groups. The strength levels are directly related to this sport (Stangier et al., 2016a, 2016b), mainly of the thigh and gluteus muscles (Stangier et al., 2016b). To the best of our knowledge, this is the first study to measure IMTP in ISS athletes. Our results showed an anthropometric performance predictor (thigh circumference), which can be monitored by coaches. We emphasize that there is a limitation in our study regarding the use of our results. We did not measure competitive performance. However, the PF is a performance indicator in sports that require speed (Brady et al., 2019), agility, strength (Thomas et al., 2017; De Witt et al., 2018; Townsend et al., 2019), and muscle power (Townsend et al., 2019).

Furthermore, in sports for which the ability to sprint is a differential in the athlete's performance (Beckham et al., 2013; Brady et al., 2019), such as rugby, weightlifters (Beckham et al., 2013), and sprint cycling (Stone et al., 2004), PF has proven to be able to differentiate athletes regarding the competitive level. Stone et al. (2004) observed that the strongest athletes in cyclists of the national team had significantly higher PF ($4,590 \pm 314$ vs. $2,551 \pm 466$ N) compared to the weakest, and the faster athletes also showed a significant difference ($4,164 \pm 803$ vs. $2,795 \pm 528$ N) versus the slowest. Through these results, we believe that ISS athletes can also have a direct relationship between performance level and PF in IMTP.

Previous studies in ISS have directed attention to biomechanical and anthropometric indicators, determining the performance (Knechtle et al., 2012; Stangier et al., 2016b). Juda et al. (2007) demonstrated a relationship between technical aspects and the increase of aerodynamics. In contrast, findings indicated that plantar pressure could determine the foot

and ankle's best angle, which results in increased speed (Wu et al., 2017). Anthropometric measures (Knechtle, Knechtle, Rosemann, & Lepers, 2010) in ISS athletes observed that the leg's height and length ($r=0.61$ for both variables) have a direct association with the competitive performance. However, another study by the same group of researchers indicated that anthropometric variables could not predict ISS (Knechtle et al., 2012). The present research suggests further investigations about the relationship between ISS specific movements and IMTP performance, considering female and male athletes.

Few studies have observed the predictive capacity of anthropometric indicators and the PF in IMTP. McMahon, Stapley, Suchomel, and Comfort (2015) observed that the thickness of the dominant leg's vastus lateralis in male college athletes is directly related to the performance in IMTP ($R^2=0.38$). In this same line, Secomb et al. (2015) observed a correlation between IMTP and vastus lateralis thickness ($R^2=0.45$), vastus lateralis pennation angle ($R^2=0.21$), and lateral gastrocnemius ($R^2=0.29$) in adolescent surfers (male and female). An increased pennation and thickness of vastus lateralis enable higher lower limb strength and muscle power. There will be a higher number of sarcomeres and cross-bridges, which increases muscle strength (Secomb et al., 2015).

Still, regarding the prediction models, the second significant variable (Table 2) showed that the sit-and-reach test associated with the thigh circumference could increase the prediction for IMTP, regardless of gender. Studies have shown that the hamstrings' flexibility levels can increase or decrease the lower limb power (Aguilar et al., 2012; Medeiros, Cini, Sbruzzi, & Lima, 2016) because the shortening affects the quadriceps extensibility (Aguilar et al., 2012). As hamstrings are a muscle that is favourable to shortening, coaches must

monitor this measurement. Besides, there is a higher risk of injury in athletes with hamstring shortening (Medeiros et al., 2016). Our results indicated no differences between genders, but the means were lower than those observed in other elite athletes (Aedo-Muñoz et al., 2019).

The calf circumference was not predictive in any model. In contrast, Mishra and Chahal (2013) analysis indicated a positive correlation ($r=0.48$) between calf circumference and lower limb power in male throwers. Among the limitations of the present study is the absence of direct performance in ISS competition and the lack of analysis separated in a sprinter and long-distance ISS athletes. Future studies can measure how IMTP can predict competition performance. Furthermore, the progress of ISS science can help coaches of other sports, since even though the characteristics of ISS are not entirely transferable (Piuco et al., 2014), it can be a training alternative for skiing athletes in seasons without snow (Piuco et al., 2014; Stangier et al., 2016b).

Practical application

This study was the first to show these results in ISS. Statistical analysis demonstrated significant differences between female and male athletes in peak power, associated with lower limbs' circumference, inversely to flexibility. The evidence presented here may be applied in new investigations to establish the thigh circumference cut-points to estimate the IMTP performance. IMTP demonstrated high reliability and accuracy between test and retest with a practical application for ISS institutions. Furthermore, for coaches in general, we recommend that thigh circumference be used in initial evaluation to verify the real PF and PF's respective prediction, which can be a simple and effective indicator for potential talent in ISS athletes. Our study's main advantage measured the thigh circumference, which is more comfortable and more accessible to coaches and athletic commissions. Thigh circumference was the primary variable and had the most extensive coefficient matrix in our two prediction models.

CONCLUSIONS

Based on our aims, methods, and results, we can conclude those male athletes showed a higher PF and thigh circumference as the main factors to predict gender differences of IMTP performance in cadet ISS athletes.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank all the athletes and the research partnership with the High Performance Center of Chile.








REFERENCES

- Aedo-Muñoz, E., Araya-Ibacache, M., Miarka, B., Moya-Jofre, C., Cancino-López, J., Mozer, R. L., & Brito, C. J. (2019). Effect of sex differences in sports groups on hamstring flexibility based on the sitreath test: new parameters for Chilean athletes. *Journal of Physical Education and Sport*, 19(4), 2374-2378. <https://doi.org/10.7752/jpes.2019.04359>
- Aguilar, A. J., DiStefano, L. J., Brown, C. N., Herman, D. C., Guskiewicz, K. M., & Padua, D. A. (2012). A Dynamic Warm-up Model Increases Quadriceps Strength and Hamstring Flexibility. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(4), 1130-1141. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31822e58b6>
- Beckham, G., Mizuguchi, S., Carter, C., Sato, K., Ramsey, M., Lamont, H., Hornsby, G., Haff, G., & Stone, M. (2013). Relationships of isometric mid-thigh pull variables to weightlifting performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 53(5), 573-581.
- Brady, C. J., Harrison, A. J., Flanagan, E. P., Haff, G. G., & Comyns, T. M. (2019). The relationship between isometric strength and sprint acceleration in sprinters. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1-8. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0151>
- Comfort, P., Dos'Santos, T., Beckham, G. K., Stone, M. H., Guppy, S. N., & Haff, G. G. (2019). Standardization and methodological considerations for the isometric midhigh pull. *Strength and Conditioning Journal*, 41(2), 57-79. <https://doi.org/10.1519/SSC.000000000000433>
- De Witt, J. K., English, K. L., Crowell, J. B., Kalogera, K. L., Guilliams, M. E., Nieschwitz, B. E., Hanson, A. M., & Ploutz-Snyder, L. L. (2018). Isometric midhigh pull reliability and relationship to deadlift one repetition maximum. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(2), 528-533. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001605>
- Dos'Santos, T., Jones, P. A., Kelly, J., McMahon, J. J., Comfort, P., & Thomas, C. (2019). Effect of sampling frequency on isometric midhigh-pull kinetics. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(4), 525-530. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-2015-0222>
- Drake, D., Kennedy, R., & Wallace, E. (2017). The validity and responsiveness of isometric lower body multi-joint tests of muscular strength: A systematic review. *Sports Medicine Open*, 3(1), 23. <https://doi.org/10.1186/s40798-017-0091-2>
- Foster, C., Rundell, K. W., Snyder, A. C., Stray-Gundersen, J., Kemkers, G., Thometz, N., Broker, J., & Knapp, E. (1999). Evidence for restricted muscle blood flow during speed skating. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(10), 1433-1440. <https://doi.org/10.1097/00005768-199910000-00012>
- Halperin, I., Williams, K. J., Martin, D. T., & Chapman, D. W. (2016). The effects of attentional focusing instructions on force production during the isometric midhigh pull. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(4), 919-923. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001194>
- Henriques-Neto, D., Minderico, C., Peralta, M., Marques, A., & Sardinha, L. B. (2020). Test-retest reliability of physical fitness tests among young athletes: The FITescola® battery. *Clin Physiol Funct Imaging*, 40(3), 173-182. <https://doi.org/10.1111/cpf.12624>
- Juda, J., Yuki, M., Aoyanagi, T., Fujii, N., & Ae, M. (2007). Kinematic analysis of the technique for elite male long-distance speed skaters in curving. *Journal of Applied Biomechanics*, 23(2), 128-138. <https://doi.org/10.1123/jab.23.2.128>
- Knechtle, B., Knechtle, P., Rosemann, T., & Lepers, R. (2010). Is body fat a predictor of race time in female long-distance inline skaters? *Asian Journal of Sports Medicine*, 1(3), 131-136. <https://doi.org/10.5812/asjasm.34853>
- Knechtle, B., Knechtle, P., Rüst, C. A., Rosemann, T., & Lepers, R. (2012). Age, training, and previous experience predict race performance in long-distance inline skaters, not anthropometry. *Perceptual and Motor Skills*, 114(1), 141-156.

- Marfell-Jones, M. J., Stewart, A., & De Ridder, J. (2012). *International standards for anthropometric assessment*. International Society for the Advancement of Kinanthropometry.
- McMahon, J. J., Stapley, J. T., Suchomel, T. J., & Comfort, P. (2015). Relationships between lower body muscle structure and isometric mid-thigh pull peak force. *Journal of Trainology*, 4(2), 43-48. https://doi.org/10.17338/trainology.4.2_43
- Medeiros, D. M., Cini, A., Sbruzzi, G., & Lima, C. S. (2016). Influence of static stretching on hamstring flexibility in healthy young adults: Systematic review and meta-analysis. *Physiotherapy Theory and Practice*, 32(6), 438-445. <https://doi.org/10.1080/09593985.2016.1204401>
- Mishra, N., & Chahal, A. (2013). Relationship of muscle mass with anaerobic power of national level male throwers. *International Journal of Physical Education Sports and Yogic Sciences*, 2(2), 9-11.
- Patterson, P., Wiksten, D. L., Ray, L., Flanders, C., & Sanphy, D. (1996). The validity and reliability of the back saver sit-and-reach test in middle school girls and boys. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 67(4), 448-451. <https://doi.org/10.1080/02701367.1996.10607976>
- Peterson Silveira, R., Stergiou, P., Carpes, F. P., Castro, F. A. S., Katz, L., & Stefanyshyn, D. J. (2017). Validity of a portable force platform for assessing biomechanical parameters in three different tasks. *Sports Biomechanics*, 16(2), 177-186. <https://doi.org/10.1080/14763141.2016.1213875>
- Piucco, T., Santos, S., & Lucas, R. (2014). In-line speed skating: A systematic review. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 7(4), 162-169. <https://doi.org/10.1016/j.ramd.2014.02.002>
- Secomb, J. L., Nimphius, S., Farley, O. R., Lundgren, L. E., Tran, T. T., & Sheppard, J. M. (2015). Relationships between lower-body muscle structure and, lower-body strength, explosiveness and eccentric leg stiffness in adolescent athletes. *Journal of Sports Science and Medicine*, 14(4), 691-697.
- Spiteri, T., Nimphius, S., Hart, N. H., Specos, C., Sheppard, J. M., & Newton, R. U. (2014). Contribution of strength characteristics to change of direction and agility performance in female basketball athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(9), 2415-2423. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000547>
- Stangier, C., Abel, T., Hesse, C., Claßen, S., Mierau, J., Hollmann, W., & Strüder, H. K. (2016a). Effects of cycling vs. running training on endurance performance in preparation for inline speed skating. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(6), 1597-1606. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001247>
- Stangier, C., Abel, T., Mierau, J., Gutmann, B., Hollmann, W., & Struder, H. (2016b). Comparison of sport-specific and non-specific exercise testing in inline speed skating. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 56(4), 406-414.
- Stone, M. H., Sands, W. A., Carlock, J., Callan, S., Dickie, D., Daigle, K., Cotton, J., Smith, S. L., & Hartman, M. (2004). The importance of isometric maximum strength and peak rate-of-force development in sprint cycling. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(4), 878-884. <https://doi.org/10.1519/14874.1>
- Thomas, C., Comfort, P., Jones, P. A., & Dos'Santos, T. (2017). A Comparison of isometric midhigh-pull strength, vertical jump, sprint speed, and change-of-direction speed in academy netball players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(7), 916-921. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2016-0317>
- Townsend, J. R., Bender, D., Vantrease, W. C., Hudy, J., Huet, K., Williamson, C., Bechke, E., Serafini, P. R., & Mangine, G. T. (2019). Isometric midhigh pull performance is associated with athletic performance and sprinting kinetics in division I men and women's basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(10), 2665-2673. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002165>
- Wu, W.-L., Hsu, H.-T., Chu, I.-H., Tsai, F.-H., & Liang, J.-M. (2017). Selected plantar pressure characteristics associated with the skating performance of national inline speed skaters. *Sports Biomechanics*, 16(2), 210-219. <https://doi.org/10.1080/14763141.2016.1222628>
- Yugay, A. (2015). Basic technical elements in inline speed skating. *Theory and Methods of Physical Education and Sports*, (1), 7-10. <https://doi.org/10.32652/tmfvs.2015.1.7-10>

Desenvolvimento e validação de instrumento para análise de tempo-movimento no boxe: software FRAMI

Proposition and validation of protocol for technical-tactical analysis in boxing matches

Chamon Dias Lima¹ , Mateus Henrique dos Santos¹ , Lindsei Brabec Mota Barreto¹ , Michele Andrade de Brito² , Dany Alexis Sobarzo Soto^{3,4} , Bianca Miarka² ,
Ciro Jose de Brito^{1*} 

RESUMO

As ações de tempo e movimento nos esportes de combate tem sido objeto de investigações científicas, com fins de desenvolvimento de protocolos de análise. Este estudo teve por objetivo desenvolver e validar um protocolo tempo-movimento específico para o Boxe Inglês, utilizando o software Frami[®]. O presente protocolo foi desenvolvido sobre técnicas do boxe inglês, foram definidos grupos de ações e padrões de início o final de cada ação. Para validação foram analisados 12 combates realizados nas Olimpíadas do Rio de Janeiro. As comparações de teste e reteste foram feitas usando o Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI), ambos considerando um nível de significância de $p \leq 0,05$. Os principais resultados indicaram que houve reprodutibilidade classificada como excelente para todas as variáveis (Descolamento: $CCI = 0,99$ e $0,97$; Ataque: $CCI = 0,98$ e $0,96$; Defesa: $CCI = 0,97$ e $0,94$; Clinch: $CCI = 0,99$ e $0,96$; pausa: $CCI = 1$ e $0,99$, para o 1º e 2º avaliador respectivamente; Tempo total $CCI = 1$ para ambos os avaliadores). Houve objetividade excelente ($CCI \geq 0,98$) em todas os conjuntos de ações. Pode-se concluir que o protocolo desenvolvido se mostrou válido e reprodutível para analisar de combates de boxe.

PALAVRAS-CHAVE: artes marciais; estudos de análise de tempo e movimento; análise de *performance*; controle motor; análise notacional.

ABSTRACT

The actions of time-motion in combat sports have been the subject of scientific investigations, aiming to develop analysis protocols. This study aimed to develop and validate a specific time-movement protocol for English Boxing using the Frami[®] software. This protocol was developed based on English boxing techniques. Groups of actions and patterns were defined from the beginning to the end of each action. Twelve combats carried out in the Rio de Janeiro Olympics were analyzed for validation. Test and retest comparisons were made using the Intraclass Correlation Coefficient (ICC), both considering a significance level of $p \leq 0.05$. The main results indicated that there was reproducibility classified as excellent for all variables (Displacement: $CCI = 0.99$ and 0.97 ; Attack: $CCI = 0.98$ and 0.96 ; Defense: $CCI = 0.97$ and 0.94 ; Clinch: $CCI = 0.99$ and 0.96 ; pause: $CCI = 0.98$ and 0.96 ; $CCI = 1.0$ and 0.99 , for the 1st and 2nd evaluators respectively and; Total time $ICC = 1.0$ for both evaluators). There was excellent objectivity ($ICC \geq 0.98$) in all groups of actions. It can be concluded that the developed protocol proved to be valid and reproducible for analyzing boxing matches.

KEYWORDS: martial arts; time and motion analysis studies; performance analysis; motor control; notational analysis.

¹Universidade Federal de Juiz de Fora, Programa de Pós-Graduação em Educação Física – Governador Valadares (MG), Brasil.

²Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Educação Física e Esportes, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Laboratório de Psicofisiologia e Performance em Esportes & Combates – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

³Universidad Santo Tomás, Facultad de Salud, Escuela de Kinesiología – Puerto Montt, Chile.

⁴Universidad Santo Tomás, Magister en Ciencias la Actividad Física y Deportes Aplicadas al Entrenamiento Rehabilitación y Reintegro Deportivo – Puerto Montt, Chile.

*Autor correspondente: Universidade Federal de Juiz de Fora – Rua São Paulo, 745 – Centro – CEP: 35010-180 – Governador Valadares (MG), Brasil. E-mail: cirojbrito@gmail.com

Conflito de interesses: nada a declarar. **Financiamento:** Universidade Federal de Juiz de Fora.

Recebido: 14/06/2021. **Aceite:** 08/12/2021.

INTRODUÇÃO

As ações de tempo movimento nos esportes de combate tem sido objeto de investigações científicas, com fins de desenvolvimento de protocolos de análise para o judô (Miarka, Hayashida, Julio, Calmet, & Franchini, 2011), taekwondo (Barrientos, 2020) e artes marciais mistas (Miarka, Brito, & Amtmann, 2017). Alguns destes estudos investigaram quais são as ações técnico-táticas que podem predizer melhores resultados nos combates (Barreto et al., 2019), gerar vantagem competitiva (Brito, Miarka, Durana, & Fukuda, 2017; Miarka et al., 2017) ou criar estratégia de passagem (Miarka, Carvalho, Pérez, Aedo-Muñoz, & Brito, 2020). Tais resultados representam um avanço para estes esportes de combate, visto que treinadores e atletas podem realizar a preparação contextualizada para a competição (Brito et al., 2017; Miarka et al., 2020). De acordo com Miarka et al. (2011), a notação manual, assim como as análises qualitativas usadas tradicionalmente, não trazem grande detalhamento de dados, limitando a aquisição de conhecimento decorrente da análise. Diferentemente, as análises eletrônicas e quantitativas conseguem predizer por exemplo, a interferência do fator casa no resultado das lutas (Brito et al., 2017). As análises notacionais computadorizadas através de softwares foram desenvolvidas, tendo como finalidade a realização de análises técnico-tática em esportes de combate (Miarka, Branco, Vecchio, Camey, & Franchini, 2015).

Apesar dos avanços obtidos pelo uso deste software, no melhor de nosso conhecimento não existem protocolos válidos para análise de lutas de boxe no Frami®. O boxe é um esporte de combate onde a vitória é obtida pela aplicação de ações técnico-táticas, onde o principal objetivo é executar golpes efetivos e ao mesmo tempo defender-se não permitindo ser golpeado (Vargas, Valero, Díaz, & Torres, 2015). Toala Medina (2016) ressaltam que as demandas atuais do esporte exigem melhor nível de preparação dos atletas. Neste sentido, a padronização técnico-tática é a base fundamental do domínio esportivo do boxeador, assim, aquele que melhor se adaptar ao oponente e fizer prevalecer os padrões de movimentos mais eficazes, tendem a ser os vencedores. Portanto, identificar os padrões ofensivos e defensivos realizados pelo adversário representam uma importante vantagem competitiva (Tshibangu, 2021).

Em nossa revisão, encontramos somente um protocolo validado e publicado por Thomson, Lamb, and Nicholas (2013) para o software Dartfish®, onde as ações foram divididas em três grupos, ataque, defesa e fintas. Porém, o protocolo já publicado não contempla todas as ações técnico-táticas desenvolvidas. Acreditamos que um protocolo mais

completo pode auxiliar treinadores e atleta expandindo as ações e obtendo maiores detalhes na análise notacional do comportamento desempenhado pelo boxeador, seja este no ataque ou defesa. Ademais, o software Frami® apresenta outra importante vantagem para a análise no boxe, pois este desacelera a velocidade do vídeo em até 8 vezes, permitindo assim, que detalhes técnicos, principalmente das categorias mais velozes, possam ser analisados.

O conhecimento gerado a partir de tais análises permitirá o aprofundamento em futuras pesquisas na modalidade, assim como os anteriormente publicados em outros esportes de combate. Além do aspecto científico e educacional, treinadores e analísadores técnicos poderão compreender melhor as ações dos atletas e de seus oponentes, estabelecendo mudanças na preparação técnico tática, e também físicas, elaborando novas propostas estratégicas e táticas para o rendimento de seus atletas seja em nível amador ou olímpico. Tendo em vista que esse tipo de conhecimento corrobora com a esfera competitiva e pedagógica do Boxe, esse estudo teve por objetivo desenvolver e validar um protocolo tempo-movimento específico, utilizando o software Frami®. Pretende-se com este novo protocolo propiciar a abordagem mais abrangente das ações técnico táticas, facilitando a identificação e compreensão das fases do combate.

MÉTODOS

Trata-se de um estudo onde especialistas em Boxe desenvolveram e validaram. Um protocolo no qual treinadores e atletas podem analisar combates oficiais na modalidade.

Amostra

A amostra do presente estudo foi baseada no estudo de Vargas Barrientos et al. (2021). Foram selecionados 12 combates de boxe masculino [Superpesado (> 91 kg)= 2; Pesado (> 81 a ≤ 91 kg)= 2; Médio (> 69 a ≤ 75 kg)= 2; Médio-ligeiro (> 60 a ≤ 64 kg)= 2; Mosca (> 49 a ≤ 52 kg)= 4] realizados nas Olimpíadas do Rio de Janeiro em 2016. Para melhor qualidade na obtenção dos dados, os rounds foram analisados separadamente, pois trata-se de um esporte de combate onde as ações são, em grande parte, executadas com a máxima velocidade. Os vídeos foram obtidos no canal virtual do Comitê Olímpico Internacional na plataforma do YouTube. Adotaram-se como critérios de inclusão: 1) ser uma luta completa (3 rounds); 2) definida por pontos; 3) apresentar visão completa do ringue e do placar durante todo o tempo de combate, 4) apresentar qualidade do vídeo mínima de 720 pixels.

Construção do protocolo de análise de tempo-movimento

A partir das compreensões sobre técnicas do boxe inglês apresentadas por Blower (2012) foram definidos grupos de ações e estabelecidos os padrões de início e fim de cada ação. Os grupos de ações foram divididos em 5 fases: a) ataque, b) defesa, c) deslocamento, d) clinch e; e) pausa. As ações foram registradas a partir do comando gestual do árbitro para iniciar o combate. A Tabela 1 apresenta a ação, descrição e o gesto observado pelo avaliador para apontar o começo e fim de determinado movimento. Após a definição dos elementos que compõem as fases da luta, foram introduzidos os comandos no Software Frami®.

A Figura 1 apresenta o organograma das ações e suas subdivisões.

Validação intra e inter-experts

A análise dos vídeos foi realizada por dois especialistas com mais de 5 anos de prática de combate em nível nacional, discentes do curso de bacharelado em Educação Física. Os avaliadores realizaram um treinamento prévio de 12 horas para a familiarização de como manusear o software, teclas de atalho e procedimento de análise das fases da luta. Os escores de confiabilidade foram obtidos após a reanálise do mesmo vídeo após 24 horas. A objetividade foi obtida pela comparação da análise do mesmo vídeo entre os dois avaliadores, que não tiveram comunicação sobre seus resultados, aumentando a confiança na veracidade das análises (Miarka et al., 2011). A Figura 2 apresenta o organograma experimental para análise dos dados.

Análise estatística

A análise estatística foi realizada no software SPSS (22.0; SPSS, Inc., Chicago, IL, EUA). As comparações de teste

e reteste foram feitas usando o Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI), ambos considerando um nível de significância de $p \leq 0.05$ (Atkinson & Nevill, 1998). Para classificar os níveis de concordância entre as análises inter e intra-avaliador, utilizou-se a distribuição proposta por (Koo & Li, 2016) para CCI (< 0.5 fraca; $0.5-0.75$ moderada; $0.76-0.9$ bom; > 0.91 excelente).



Figura 1. Organização do protocolo para análises técnico-tática do boxe no Frami®.

Tabela 1. Definição das fases de análise tempo-movimento da luta de boxe.

Ação técnico-tática	Descrição	Início	Término
Ataque	Gesto de ofensividade contra o oponente, podendo ser um soco ou uma finta.	Quando o atleta inicia a extensão do braço.	Quando o atleta finaliza a extensão do braço.
Defesa	Gesto defensivo, podendo ser uma esquiva, pendulo, defesa em guarda, etc.	Quando o atleta realiza um movimento para evitar o ataque do oponente.	Após a absorção do golpe ou ao final do movimento identificado como defensivo
Deslocamento	Gesto de movimentação sendo este aproximando ou afastando.	Quando inicia uma tarefa de movimentação do atleta no ringue.	Quando o atleta finaliza a passada, podendo ela ser simples e rápida ou prolongada.
Clinch	Imobilização dos braços do oponente inviabilizando as ações deste.	A partir da imobilização completa dos braços do adversário.	Quando há intervenção do árbitro para o reinício do combate.
Pausa	Momento no qual o combate se encontra parado, por falta (punição), reinício do combate ou até mesmo uma parada inespecífica.	Quando o combate for identificado parado.	A partir do sinal das mãos do árbitro, gesto identificado como reinício do combate.

RESULTADOS

A Tabela 2 mostram os dados de confiabilidade e objetividade alcançados pelos dois avaliadores. Houve reprodutibilidade classificada como “excelente” para todas as variáveis ($CCI \geq 0,94$) para ambos os avaliadores. Houve objetividade classificada como “excelente” ($CCI \geq 0,98$) em todas os conjuntos de ações entre as análises dos avaliadores.

DISCUSSÃO

As análises de tempo-movimento podem direcionar adequadamente a preparação técnico-tática de boxeadores, assim como tem sido feito no judô (Miarka et al., 2015) e artes marciais mistas (Miarka, Vecchio, Camey, & Amtmann, 2016), podendo prever quais as ações mais eficientes, direcionamento e efetividade dos golpes deferidos e comparações

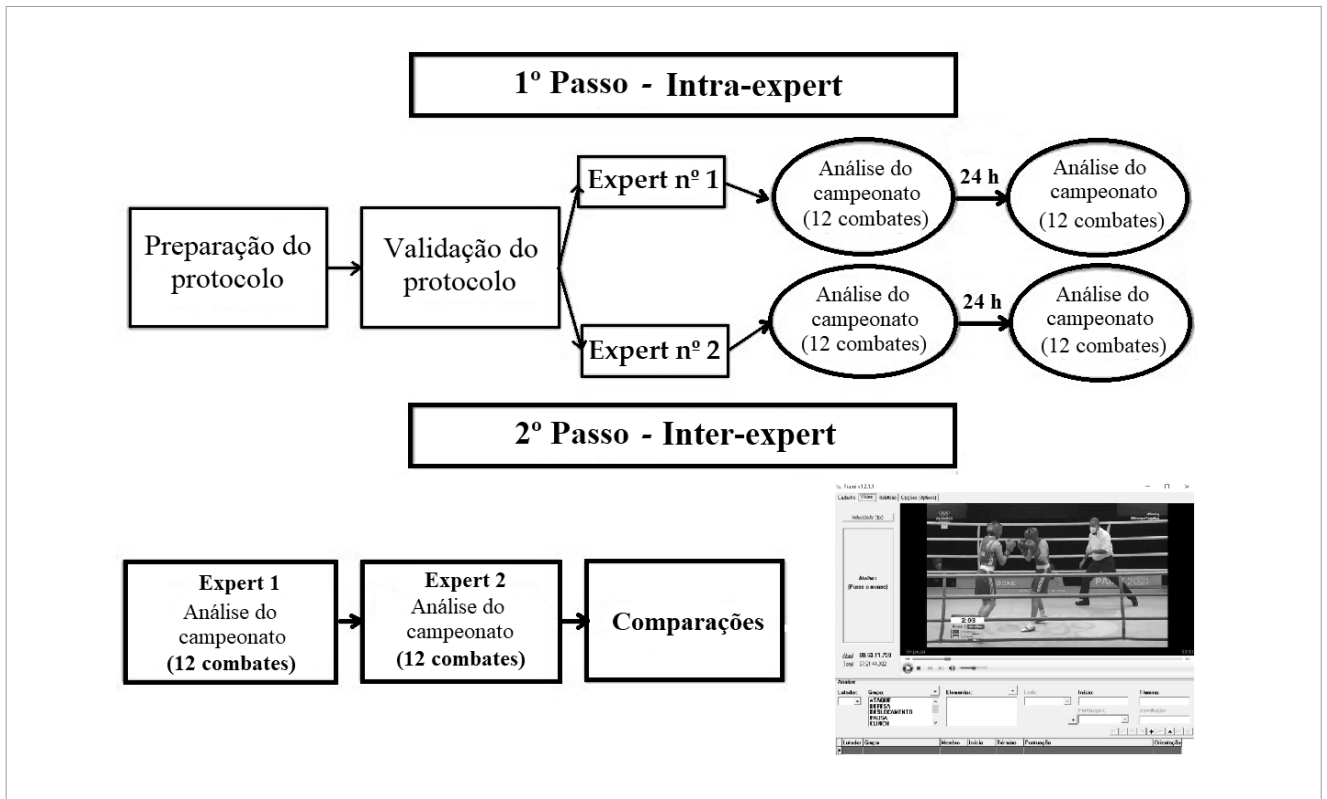


Figura 2. Organograma experimental e análise de dados.

Tabela 2. Confiabilidade e objetividade na análise de fases da luta de boxe por tempo.

Fase da luta	Avaliador 1				Avaliador 2				Avaliador 1 vs. Avaliador 2	
	Teste(s)	Reteste(s)	CCI (95%)	Classificação	Teste (s)	Reteste (s)	CCI (95%)	Classificação	Objetividade (95%)	Classificação
Deslocamento	117.6±17.2	118.4±16.8	0.99	Excelente	118.2±17.0	118.1±17.5	0.97	Excelente	0.99	Excelente
Ataque	20.3±7.4	19.6±7.6	0.98	Excelente	20.1±7.7	19.99±6.8	0.96	Excelente	0.98	Excelente
Defesa	10.8±5.2	10.5±5.0	0.97	Excelente	11.0±5.6	10.9±5.1	0.94	Excelente	0.98	Excelente
Clinch	10.2±11.2	10.3±11.3	0.99	Excelente	10.1±11.6	9.6±11.1	0.96	Excelente	0.99	Excelente
Pausa	36.8±42.0	37.0±42.0	1	Excelente	36.3±41.8	36.9±41.8	0.99	Excelente	0.99	Excelente
Tempo total	195.7±40.7	195.9±40.9	1	Excelente	195.74±40.7	195.55±40.5	1	Excelente	1	Excelente

CCI: coeficiente de correlação intraclass.

entre as ações de vencedores e perdedores (Ashker, 2011). O presente estudo teve por objetivo propor e validar um protocolo para análise técnico-tática em combates de boxe, através da análise de lutas de boxe olímpico. Os principais resultados do presente estudo indicaram que as ações listadas em nosso protocolo, tiveram a confiabilidade e validade classificadas como excelentes. Similar aos nossos resultados, Miarka et al. (2015) ao validar um protocolo para o judô, também obtiveram a classificação quase perfeita. Diferentemente do judô, um protocolo desenvolvido para esportes de percussão como o boxe e o Taekwondo apresentam determinadas particularidades que podem dificultar a análise, dentre eles a velocidade do combate (Vargas Barrientos et al., 2021). Neste sentido, destaca-se a dificuldade encontrada por Thomson et al. (2013) na análise das fintas e a frequência destas pelo tempo de ação durante combates de boxe. Porém, diferente do estudo acima citado, nosso protocolo foi desenvolvido para o Frami®, que permite reduzir a velocidade do vídeo em até 8x, o que torna esta ferramenta adequada para obter maior assimilação das ações utilizadas pelo atleta. Portanto, o presente protocolo, ao ser utilizado em futuras análises, proporcionará maior confiabilidade durante a análise do combate, em especial, das fintas.

O protocolo desenvolvido e validado no presente estudo foi criado a partir de outro previamente publicado (Thomson et al., 2013). Porém, entendeu-se que seriam necessários ajustes, pois algumas ações desenvolvidas pelos atletas eram negligenciadas, para o presente protocolo houve maior agrupamento de ações (Figura 1) como o clinch, pausa e deslocamento. Entende-se que, quanto maior a capacidade do protocolo em diferenciar as fases do combate, maior será o conjunto de informações a ser obtida na análise. Nesta linha, protocolos previamente publicados para as Artes Marciais Mistas, indicaram que é possível diferenciar as ações na luta em pé, no chão, bem como a diferenciação entre as ações de percussão e agarre (Miarka et al., 2016). Protocolos que trazem maior riqueza de análise permitem a elaboração de estratégias de pacing, o que pode orientar o comportamento dos lutadores, tornando suas ações durante o treino e combate mais eficientes (Miarka et al., 2020). Por fim, ressaltamos como limitações do presente estudo, a análise de lutas de boxe amador, porém o presente protocolo incorpora os mesmos elementos do boxe profissional, assim, o protocolo aqui desenvolvido e validado pode ser aplicado em futuros estudos para analisar combates de boxe feminino e também de lutadores juvenis e cadetes.

CONCLUSÕES

Tendo em vista nossos objetivos, métodos aplicados e resultados obtidos, pode-se concluir que o protocolo desenvolvido

no presente estudo é válido e reprodutível para analisar de combates de boxe.

Aplicações práticas








O presente protocolo pode ser aplicado para o melhor desenvolvimento técnico de lutadores, pois, a análise detalhada dos combates permitirá detectar os pontos fortes e fracos de um boxeador. Esta aplicação pode ser interessante para treinadores que trabalham com atletas em formação, de fato, Vargas et al. (2015) ressaltam que atletas menos experientes são mais focados em ataques, já os mais experientes possuem mais habilidades defensivas. Ademais, uma das vantagens do Frami® é poder desacelerar o vídeo, isso permite ao treinador trabalhar pequenos detalhes que podem levar ao melhor desenvolvimento técnico do lutador durante a aplicação de golpes. Chaabène et al. (2015) ressaltam que diferenças na potência de soco são observadas em boxeadores que possuem maior capacidade de força adicional das pernas e maior grau de rotação do tronco.

REFERÊNCIAS

- Ashker, S. E. (2011). Technical and tactical aspects that differentiate winning and losing performances in boxing. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 11(2), 356-364. <https://doi.org/10.1080/24748668.2011.11868555>
- Atkinson, G., & Nevill, A. M. (1998). Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Medicine*, 26(4), 217-238. <https://doi.org/10.2165/00007256-199826040-00002>
- Barreto, L. B. M., Dal Bello, F., Araujo, R. A., Brito, C. J., Fernandes, J. R., & Miarka, B. (2019). Judo approach and handgrip analysis: determining aspects of world circuit high performance. *Journal of Physical Education and Sport*, 19, 413-419. <https://doi.org/10.7752/jpes.2019.s2061>
- Barrientos, C. V. (2020). New protocol for technical-tactical in taekwondo combats. *Sine nomine*.
- Blower, G. (2012). *Boxing: training, skills and techniques*. Reino Unido: Crowood.
- Brito, C. J., Miarka, B., de Durana, A. L. D., & Fukuda, D. H. (2017). Home advantage in judo: analysis by the combat phase, penalties and the type of attack. *Journal of Human Kinetics*, 57, 213-220. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0062>
- Chaabène, H., Tabben, M., Mkaouer, B., Franchini, E., Negra, Y., Hammami, M., Amara, S., Chaabène, R. B., & Hachana, Y. (2015). Amateur boxing: physical and physiological attributes. *Sports Medicine*, 45(3), 337-352. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0274-7>
- Koo, T. K., & Li, M. Y. (2016). A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *Journal of Chiropractic Medicine*, 15(2), 155-163. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>
- Miarka, B., Branco, B. H., Vecchio, F. B., Camey, S., & Franchini, E. (2015). Development and validation of a time-motion judo combat model based on the Markovian Processes. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 15(1), 315-331. <https://doi.org/10.1080/24748668.2015.11868795>

- Miarka, B., Brito, C. J., & Amtmann, J. (2017). Performance probabilities and outcome effects in technical–tactical factors with bout phase changes of mixed martial arts. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 17(4), 510-520. <https://doi.org/10.1080/24748668.2017.1360103>
- Miarka, B., Carvalho, G. N., Pérez, D. I. V., Aedo-Muñoz, E., & Brito, C. J. (2020). Comparisons of pacing strategy and technical-tactical behaviors in female mixed martial arts rounds. *Frontiers in Psychology*, 11, 548546. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.548546>
- Miarka, B., Hayashida, C. R., Julio, U. F., Calmet, M., & Franchini, E. (2011). Objectivity of FRAMI-software for judo match analysis. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 11(2), 254-266. <https://doi.org/10.1080/24748668.2011.11868546>
- Miarka, B., Vecchio, F. B., Camey, S., & Amtmann, J. A. (2016). Comparisons: technical-tactical and time-motion analysis of mixed martial arts by outcomes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(7), 1975-1984. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001287>
- Thomson, E., Lamb, K., & Nicholas, C. (2013). The development of a reliable amateur boxing performance analysis template. *Journal of Sports Sciences*, 31(5), 516-528. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.738922>
- Toala Medina, O. E. (2016). *Ejercicios físicos para la preparación táctica en la disciplina de boxeo en edades de 14 a 16 años del sector San Gregorio, cantón La Libertad, provincia de Santa Elena, año 2015*. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Tshibangu, A. M. N. (2021). Boxing match decisions as influenced by the practitioner body weight. *Open Access Library Journal*, 8(2), 1-14. <https://doi.org/10.4236/oalib.1107159>
- Vargas Barrientos, C. A., Alacks Antonietto, D., Rezende Oliveira, C. L., Mota Barreto, L. B., Miarka, B., Aedo-Munoz, E. A., & Brito, J. C. (2021). Frami® software protocol for Taekwondo: development, reliability and reproducibility. *Ido Movement for Culture. Journal of Martial Arts Anthropology*, 21(4), 36-46. <https://doi.org/10.14589/ido.21.4.6>
- Vargas, M. S. I., Valero, C. S., Díaz, Y. M., & Torres, R. F. H. (2015). Propuesta de ejercicios para mejorar la efectividad de las habilidades defensivas en boxeadores juveniles. *Revista Española de Educación Física y Deportes*, 67(411), 73-89.

Comparison of exercise and sports characteristics between binge-eating and healthy people

Letícia Nascimento de Souza¹ , Michele Andrade de Brito^{1,2} ,
Eliane Aparecida Ferraz Silva³ , Vanessa Teixeira Müller⁴ ,
Diego Ignacio Valenzuela Pérez^{5*} , Ciro José Brito³ , Bianca Miarka² 

ABSTRACT

The present study compared exercise and sports characteristics between subjects with Binge Eating Disorder (BD) classification and a health group without binge eating. A randomized sample of 111 participants (23.1± 7.6 yrs.; 1.6± 0.6 m; 77.0± 16.9 kg) were classified and separated according BD classification (non-binging= 47; moderate binging n= 30; severe binging n= 40). For this, the BD Scale, Self-perceived Performance Scale, and a Demographic Questionnaire obtained classifications about BD and characteristics of exercise and sports practices. Analysis indicated that the Body Mass Index (BMI) was different between groups ($p \leq 0.001$). Non-binging, with 22.5± 5.1 index, presented lower values than severe binging, with 27.4± 4.9 index and moderate, binging, with 28.1± 8.2 index, while severe binging, with 6 (2; 6) hours/training, had a longer time than moderate, with 4 (2; 6) hours and non-binging groups, with 3 (2; 6) hours/training. With a 3 (2.5; 3) score, the severe binging group presented lower motor control performance than the non-binging with a 3 (3; 4) score. Thus, coaches and psychologists can develop strategies for specific eating disorders, considering present important factors in sports psychology to reduce BD and compensatory strategies.

KEYWORDS: binge-eating disorder; perceptions; psychological and emotional problems; stigma; sports.

INTRODUCTION

According to data from the World Health Organization (WHO, 2019), 4.7 of the population suffers from Binge Eating Disorder (BD) in Brazil. This number is almost twice the world average, around 2.6 people (WHO, 2019). The prevalence of disordered eating behaviors is associated with individual factors in Brazilian university students, and it is highest among young women aged 14 to 18 years in the country (Kampouri, Kotopoulea-Nikolaïdi, Daskou, & Giannopoulou, 2019; Matos, Rodrigues, Fonseca, Ferreira, & Muraro, 2020). This mental disorder is characterized

by ad regular eating habits, which negatively affect a person's physical and psychological health (Giannopoulou, Kotopoulea-Nikolaïdi, Daskou, Martyn, & Patel, 2020). The BD involves recurrent episodes of eating in a discreet period (e.g., within any 2 hours), and attacks with massive food than most people would eat in a similar time under similar circumstances and in which a lack of control over eating during the episode occurs (Tang, Kim, Hodgins, McGrath, & Tavares, 2020). Recovery from BD is 20 to 60% of cases (Mathisen, Sundgot-Borgen, Roseninge, & Bratland-Sanda, 2018).

¹Universidade Federal do Rio de Janeiro, School of Physical Education and Sports, Laboratory of Psychophysiology and Performance in Sports & Combats – Rio de Janeiro (RJ), Brazil.

²Universidade Federal do Rio de Janeiro, School of Physical Education and Sports, Postgraduate Program in Physical Education, Laboratory of Psychophysiology and Performance in Sports & Combats – Rio de Janeiro (RJ), Brazil.

³Universidade Federal de Juiz de Fora, Physical Education Department – Juiz de Fora (MG), Brazil.

⁴VTM Neurodiagnosis of Rio de Janeiro, School of Physical Education and Sports, Laboratory of Psychophysiology and Performance in Sports & Combats – Rio de Janeiro (RJ), Brazil.

⁵Universidad Santo Tomás, Magister en Ciencias la Actividad Física y Deportes Aplicadas al Entrenamiento Rehabilitación y Reintegro Deportivo, Facultad de Salud, Escuela de Kinesiología – Santiago, Chile.

*Corresponding author: Escuela de Kinesiología, Facultad de Salud, Universidad Santo Tomás. Av. Ejército Libertador, 146, Centro – Santiago, Chile. E-mail: diegovalenzuela@santotomas.cl

Conflict of interests: nothing to declare. **Funding:** nothing to declare.

Received: 06/21/2021. **Accepted:** 10/05/2021.

Preceding reports consider risk behaviors for eating disorders, food restriction, the use of drugs for weight loss, strenuous physical activity, binge eating, and excessive preoccupation with food (Forney, Schwendler, & Ward, 2019). According to preceding reports, the competitive environment can trigger a high frequency of the sports environment (Gorrell et al., 2019). It can occur due to the enormous stress involving optimizing sporting performance (Whitehead et al., 2020). Some studies show that adolescence is the phase that is more likely to develop eating disorders (Solmi, Melamed, Lewis, & Kirkbride, 2018). At the same time, athletes showed an increased risk to develop other pathologies (Bromley, Drew, Talpey, McIntosh, & Finch, 2018).

Previous authors have evaluated the clinical utility of the DSM-5 severity indicator for BD in an adult treatment-seeking sample (Dalrymple, Walsh, Rosenstein, Chelminski, & Zimmerman, 2017). DSM-5 can classify people with BD into moderate or severity groups, using the individual's weekly frequency of BD episodes and compared in a broad range of variables (Dalrymple et al., 2017; Reas & Rø, 2017). Participants classified with mild (31.2%), moderate (33.3%), severe (18%), and extreme (17.5%) severity of BD differed significantly from each other in BMI, but also in eating disorder features, and had active maintenance factors, mood, anxiety and personality disorder comorbidity, psychological distress and illness-specific functional impairment (medium-to-large effect sizes), with significantly higher levels/rates across the severity groups (Dalrymple et al., 2017; Reas & Rø, 2017). Practicing regular physical activity has rarely been part of the treatment of bulimia nervosa and BD disorder (Mathisen et al., 2018) because of the excessive and compulsive exercise reported in about 20–80% of patients with eating disorders (Gorrell et al., 2019; Kampouri et al., 2019).

It is unknown what the effect of physical practice habits has in patients classified as moderate or severe BD versus people without binge eating. This knowledge can support treatments and prevention of BD and help in future diagnoses of comorbidities such as bulimia and compulsion for exercise. Therefore, the present study aimed to compare exercise characteristics between people classified as having a BD disorder versus healthy group. We hypothesize that BD classification will have an effect on BMI and hours of physical exercise.

METHODS

Study design

The current study design is cross-sectional and descriptive research, using a questionnaire to verify the physical practices

of young people according to the BD classification versus healthy group participants. After applying the questionnaire, participants were classified as healthy or binge-eating and, in sequence, grouped according to binge eating severity. After that, our study analyzed variance, comparing characteristics of physical practices associated with the study participants.

Participants

A randomized sample of 111 participants (age: 23.1±7.6 years-old; height: 1.64±0.6 m; weight: 77.0±16.9 kg) were classified and separated according to the BD classification (healthy group, non-binging= 47; moderate binging $n= 30$; severe binging $n= 40$). All participants were selected from five universities of Rio de Janeiro (Universidade Federal do Rio de Janeiro, Universidade Federal Fluminense, Universidade do Estado de Rio de Janeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, and the Universidade Federal do Estado de Rio de Janeiro). The sample included men and women who participated in federated sports practitioners 67% at recreational, 23% national, and 10% international levels. The sample calculation for 50 thousand federated practitioners obtained an $n= 96$, with a 95% confidence level and 10% margin of error, using the Equation 1 (Jill et al., 2010):

$$n = N Z^2 p (1-p) / (N-1) e^2 + Z^2 p (1-p) \quad (1)$$

The interpretation of each of these elements is made as follows: n = is the sample size obtained through the calculation; N = total population belonging to the survey; Z = indicated deviation from the acceptable mean value for the confidence level to be reached; e = is the maximum margin of error that the search allows; p = is the proportion we want to find in the calculation.

The participants who were unable to complete the questionnaires during the study and participants who were < 18 years old were excluded from the present study. The current research was submitted to and approved by the Health, Medical & Research Committee of Ethics. All participants were > 18 years old and signed an informed consent document to ensure their understanding of the benefits and risks guaranteeing anonymity, and followed the Declaration of Helsinki.

Procedures

This study is exploratory and attempts to determine the prevalence and risk factors of disordered eating behaviors and identify sedentarism, physical practitioners, and amateur athletes 'at risk' of developing eating disorders at the club level in Rio de Janeiro, Brazil. All participants were recruited via

State or University Sporting Organizations, various social media channels, and word-of-mouth advertising. The questionnaire was not translated into any other languages, and therefore it was a requirement that all participants were fluent Portuguese speakers. The participants signed an informed consent form before being presented with the questionnaires to take part in the present study. Next, the questionnaires (i.e., Binge Eating, Self-perceived Performance Scale, and a Demographic Questionnaire) were distributed by an investigator who explained the study's purpose was to examine the BD disorder and the characteristics associated with each classification. Therefore, the statistical analysis compared participants using a non-parametric variance analysis followed by a post-hoc, $p < 0.05$.

Measures

BD Scale (BES): The BES is a 16-factor questionnaire used to assess the presence of BD behavior indicative of an eating disorder (Giannopoulou et al., 2020). The questions are based upon behavioral characteristics (i.e., amount of food consumed) and the emotional and cognitive response, guilt or shame. Each question has 3-4 different answers assigned a numerical value. The score ranges from 0-46: i) Non-binging: less than 17 scores; ii) Moderate binging: 18-26 score; iii) Severe binging: 27 and more outstanding scores. The BES has good test-retest reliability ($r = .87, p < 0.001$) and moderate associations with BD severity as measured by food records ($r = .20-.40, p < 0.05$) (Williams et al., 2017).

Demographic questionnaire: a demographic questionnaire was used to characterize the participants regarding gender, age, modality, body mass, height, competitive level, educational qualifications, training hours per week, and frequency per week (Arnold et al., 2019).

Self-Perceived Performance Scale (SPS): adapted from preceding authors, the SPS objectives to describe the self-perceived

performance (Esteves et al., 2020). This assessment uses the theory of self-efficacy with the judgments that individuals have about themselves. The athlete had to indicate the frequency with which each of the characteristics occurs in the proposed situation according to a Likert scale of 7 points (e.g., self-performance until now, physical, technical, tactical, psychological, disciplinary, and the self-performance in a team). The original version of the SPS was used, consisting of 7 principal items. We obtained direct scores and subsequently calculated a scale that offers a ranking for each subject in each measure.

Statistical analysis

The Kolmogorov-Smirnov test (K-S) indicated a non-normal distribution of data. Descriptive data are presented as median [25th percentile; 75th percentile] values, and the Kruskal-Wallis and Dunn's post hoc tests were performed to compare frequencies between the groups. A significance level of $p \leq 0.05$ was used. All analyses were realized using SPSS 20.0 for Windows.

RESULTS

Significant differences were observed between BD severity groups on exercise and sports characteristics. The analysis indicated that BMI was different between groups ($\chi^2 = 18.405, p \leq 0.001$), non-binging, with 22.5 ± 5.1 index presented lower values than severe binging, with 27.4 ± 4.89 index ($p = 0.026$), and moderate binging, with 28.1 ± 8.2 index ($p = 0.003$). Table 1 presents the relationship between factors associated with training and their association with binge eating disorder.

Analysis indicated significant differences between groups in motor abilities performance ($\chi^2 = 8.844, p = 0.031$). Severe binging presented lower motor performance self-perception than

Table 1. Descriptive analysis of dependent factors of people with Binge Eating Disorder (BD) severity groups.

Dependent factors	Non-binging			Moderate binging			Severe binging		
	50°	25°	75°	50°	25°	75°	50°	25°	75°
Training / week	4.0	3.0	5.0*	4.0	3.0	5.0*	3.0	3.0	5.0
Hours/training	3.0	2.0	6.0*	4.0	2.0	6.0*	6.0	2.0	6.0
Rapid weight loss	2.0	2.0	2.0*#	2.0	2.0	3.0	2.0	2.0	3.0
Physical performance	3.0	2.0	4.0	3.0	2.0	3.0	2.0	1.0	3.0
Motor habilities performance	3.0	3.0	4.0*	3.0	3.0	4.0	3.0	2.5	3.0
Technical-tactical performance	4.0	3.0	4.0	3.5	3.0	4.0	4.0	3.0	4.0
Cognitive performance	4.0	3.0	4.0	3.0	2.3	4.0	3.0	2.5	4.0

*Significant difference from severe binging, #significant difference from moderate binging, $p < 0.05$.

non-binging ($p = 0.05$). No differences between groups were indicated by self-perception on physical ($p = 0.262$), tactical ($p = 0.485$), or cognitive performance ($p = 0.054$).

Significant differences were observed in training/week ($\chi^2 = 115.710$, $p = 0.031$). Severe binging presented lower session quantities than moderate ($p \leq 0.001$) and non-binging ($p \leq 0.001$). On the other hand, comparisons indicated significant effects on hours/training ($\chi^2 = 109.373$, $p \leq 0.01$) with a longer time for the severe binging group than moderate ($p \leq 0.001$) or non-binging groups ($p \leq 0.001$).

During championship moments, significant differences were observed in rapid weight loss ($\chi^2 = 104.622$, $p \leq 0.001$), as non-binging presented less amount of rapid weight loss than severe ($p \leq 0.001$) and moderate binging ($p \leq 0.001$).

DISCUSSION

Our study targeted to compare exercise features between participants classified as having a BD disorder versus the healthy group. Results confirmed present hypothesize that BD classification is associated with hours of physical exercise and BMI. The present study points out a limitation of using an online questionnaire that does not explain each question to the participants. The questionnaire is validated and widely used clinically and scientifically without interaction between researcher and participant (Esteves et al., 2020). Analysis indicated differences between BD severity groups on training and sports characteristics.

Regarding factors associated with BD disorder, genetic factors play a role in the emergence of eating disorders, with heritability approaches ranging from 0.4 to 0.7 (Salafia, Jones, Haugen, & Schaefer, 2015). Moreover, emotional and psychological problems were among the leading causes of eating disorders (Buckley, Hall, Lassemillante, Ackerman, & Belski, 2019). The present findings indicate that rapid weight loss during the competitive season is one of the essential characteristics of athletes classified with the binging disorder. The participants' socio-cultural effects with eating disorders during the questionnaire applications included the media, family, and coaches. Although the present article included sports practitioners with weight categories, the socio-cultural judgment was recognized as playing a role. It places on thinness and self-comparison to an ideal body, as indicated in preceding reports (Dalrymple et al., 2017; Esteves et al., 2020).

Our analysis indicated that BMI and rapid weight loss was different between groups. Non-binging presented lower BMI values and instantaneous weight loss frequency than severe binging and moderated binging. Preceding reports indicated that people with Severe binging and dietary energy

restriction during ~50 weeks demonstrated a reduction in BD symptoms; however, a small increase in purgative behavior at week ~40 (Tang et al., 2020; Whitehead et al., 2020). The present results agree with preceding reports and demonstrated significant differences in training/week and hours/training variables. Severe binging presented lower session quantities, but with a more extended time of each session than moderate and non-binging (Buckley et al., 2019; Gorrell et al., 2019).

Besides, severe binging presented lower motor performance self-perception than non-binging. Our analysis indicated that BMI and rapid weight loss was different between groups. Non-binging showed lower values and frequency than severe binging and moderated binging. Besides, Severe binging presented lower motor performance self-perception than non-binging. Present knowledge about sports performance is new and agrees with body concerns (i.e., body dissatisfaction and weight preoccupation) (Whitehead et al., 2020). Preceding studies with girls indicated that Body Dissatisfaction and Weight Preoccupation scales were used to predict the change in the Bulimic Behavior scale (Buckley et al., 2019). Findings of retired athletes and compensatory behaviors for the binging disorder (Buckley et al., 2019) agree with the present results. Severe binging presents a long time of each session than moderate and non-binging.

The purpose was to make our questionnaire short and uncomplicated to avoid questions being skipped and get better completion rates. The present research discarded ~10% of all samples because one or more questions were not answered. Moreover, the questionnaire fatigue levels were verified when invitations were refused before the questionnaire begins. Overcome by the growing number of commercial surveys and questionnaires, participants are less inclined to participate in scientific research; thus, we suffered from a lower response rate than usual. Therefore, the present study only included relevant questions to avoid fatigue during the questionnaire, making it easy for participants.

CONCLUSIONS

The present study highlights the differences observed between healthy group versus BD severity groups on exercise and sports characteristics. The main results demonstrated that non-binging presented lower BMI than severe binging and moderated binging. The severe binging group showed lower motor self-perception of performance and longer training sessions than moderate and non-binging groups. Athletes presented significant differences in rapid weight loss during championships, and non-binging presented less rapid weight loss than severe and moderate binging. In practical










applications, the results reinforce the need for monitoring athletes' mental health associated with BD and self-perception. The closer to competitions, the greater the concern with weight loss. From these findings, coaches and psychologists have to create strategies for specific eating disorders, considering the significant features of sports psychology, thereby reducing BD and compensatory strategies.

REFERENCES

- Arnold, A. J., Thigpen, C. A., Beattie, P. F., Kissenberth, M. J., Tokish, J. M., & Shanley, E. (2019). Sport specialization and increased injury frequency in youth baseball players: a prospective study. *Journal of Athletic Training, 54*(10), 1115-1122. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-349-18>
- Bromley, S. J., Drew, M. K., Talpey, S., McIntosh, A. S., & Finch, C. F. (2018). A systematic review of prospective epidemiological research into injury and illness in Olympic combat sport. *British Journal of Sports Medicine, 52*(1), 8-16.
- Buckley, G. L., Hall, L. E., Lassemillante, A.-C. M., Ackerman, K. E., & Belski, R. (2019). Retired athletes and the intersection of food and body: a systematic literature review exploring compensatory behaviours and body change. *Nutrients, 11*(6), 1395. <https://doi.org/10.3390/nu11061395>
- Dalrymple, K. L., Walsh, E., Rosenstein, L., Chelminski, I., & Zimmerman, M. (2017). Modification of the medical exclusion criterion in DSM-5 social anxiety disorder: Comorbid obesity as an example. *Journal of Affective Disorders, 210*, 230-236. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2016.12.055>
- Esteves, N.S., Brito, M.A., Soto, D.A.S., Müller, V.T., Aedo-Muñoz, E., Brito, C. J., Miarka, B. (2020). Effects of the COVID 19 pandemic on the mental health of professional soccer teams: epidemiological factors associated with state and trait anxiety. *Journal of Physical Education and Sport, 20*(5), 3038-3045.
- Forney, K. J., Schwendler, T., & Ward, R. M. (2019). Examining similarities in eating pathology, negative affect, and perfectionism among peers: A social network analysis. *Appetite, 137*, 236-243. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2019.03.013>
- Giannopoulou, I., Kotopoulea-Nikolaïdi, M., Daskou, S., Martyn, K., & Patel, A. (2020). Mindfulness in eating is inversely related to binge eating and mood disturbances in university students in health-related disciplines. *Nutrients, 12*(2), 396. <https://doi.org/10.3390/nu12020396>
- Gorrell, S., Nagata, J. M., Hill, K. B., Carlson, J. L., Shain, A. F., Wilson, J., Timko, C. A., Hardy, K. K., Lock, J., & Peebles, R. (2019). Eating behavior and reasons for exercise among competitive collegiate male athletes. *Eating and Weight Disorders-Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity, 26*(1), 75-83. <https://doi.org/10.1007/s40519-019-00819-0>
- Jill, F. J., Marie, J., Clare, R., Liz, G., Vikki, E., Martin, E. P., Jeremy, G. M. (2010). What is an adequate sample size? Operationalising data saturation for theory-based interview studies. *Psychology & Health, 25*(10), 1229-1245. <https://doi.org/10.1080/08870440903194015>
- Kampouri, D., Kotopoulea-Nikolaïdi, M., Daskou, S., & Giannopoulou, I. (2019). Prevalence of disordered eating in elite female athletes in team sports in Greece. *European Journal of Sport Science, 19*(9), 1267-1275. <https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1587520>
- Mathisen, T. F., Sundgot-Borgen, J., Rosenvinge, J. H., & Bratland-Sanda, S. (2018). Managing risk of non-communicable diseases in women with bulimia nervosa or binge eating disorders: A randomized trial with 12 months follow-up. *Nutrients, 10*(12), 1887. <https://doi.org/10.3390/nu10121887>
- Matos, A. P., Rodrigues, P. R. M., Fonseca, L. B., Ferreira, M. G., & Muraro, A. P. (2020). Prevalence of disordered eating behaviors and associated factors in Brazilian university students. *Nutrition and Health, 27*(2), 231-241. <https://doi.org/10.1177/0260106020971136>
- Reas, D. L., & Rø, Ø. (2017). Investigating the DSM-5 severity specifiers based on thinness for adults with anorexia nervosa. *International Journal of Eating Disorders, 50*(8), 990-994. <https://doi.org/10.1002/eat.22729>
- Salafia, E. H. B., Jones, M. E., Haugen, E. C., & Schaefer, M. K. (2015). Perceptions of the causes of eating disorders: a comparison of individuals with and without eating disorders. *Journal of Eating Disorders, 3*, 32. <https://doi.org/10.1186/s40337-015-0069-8>
- Solmi, F., Melamed, D., Lewis, G., & Kirkbride, J. B. (2018). Longitudinal associations between psychotic experiences and disordered eating behaviours in adolescence: a UK population-based study. *The Lancet Child & Adolescent Health, 2*(8), 591-599. [https://doi.org/10.1016/s2352-4642\(18\)30180-9](https://doi.org/10.1016/s2352-4642(18)30180-9)
- Tang, K. T., Kim, H. S., Hodgins, D. C., McGrath, D. S., & Tavares, H. (2020). Gambling disorder and comorbid behavioral addictions: Demographic, clinical, and personality correlates. *Psychiatry Research, 284*, 112763. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2020.112763>
- Whitehead, J., Slater, G., Wright, H., Martin, L., O'Connor, H., & Mitchell, L. (2020). Disordered eating behaviours in female physique athletes. *European Journal of Sport Science, 20*(9), 1206-1214. <https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1698659>
- Williams, G. A., Hawkins, M. A., Duncan, J., Rummell, C. M., Perkins, S., & Crowther, J. H. (2017). Maladaptive eating behavior assessment among bariatric surgery candidates: Evaluation of the Eating Disorder Diagnostic Scale. *Surgery for Obesity and Related Diseases, 13*(7), 1183-1188. <https://doi.org/10.1016/j.soard.2017.03.002>
- World Health Organization (2019). *Addictive behaviour*. Retrieved from https://www.who.int/health-topics/addictive-behaviour#tab=tab_3



Lower experience increases concussion susceptibility in Brazilian jiu-jitsu practitioners

Marco Antonio Ferreira dos Santos¹ , Lucas Oliveira Fernandes da Costa¹ , Destter Álacks Antoniêtto² , Francisco Nadilton Oliveira da Silva¹ , André Marinho Fernandes¹ , Felipe Guimarães Teixeira¹ , Dany Alexis Sobarzo Soto³ , Ciro José Brito² , Bianca Miarka¹ 

ABSTRACT

The present study is a descriptive-documental study that evaluates a survey database about Brazilian Jiu-Jitsu (BJJ) practitioners and concussions. We investigate any relationship between lifetime practice and the incidence of concussions in adults. For this, an online survey composed of 17 questions was sent to 42 BJJ coaches. The Survey Monkey platform was used to host the survey. Some demographic data was collected, followed by questions related to the BJJ practice. A total of 791 practitioners had completed or partially answered the survey. The results show that concussions are more frequent at the beginner's white 49.0% and blue belt 33.3% ($p \leq 0.01$). The symptom "seeing stars" showed a positive and significant correlation ($r = 0.169$, $p \leq 0.002$) with a white and blue belt. After a concussion, white and blue belts return faster than the others ($\chi^2 = 190.964$; $p \leq 0.01$). White, blue, and purple belts are the least likely to seek medical care after a concussion ($\chi^2 = 14.874$; $p \leq 0.01$). Together, our results showed the need for an educational intervention with the BJJ coaches and beginners regarding awareness about concussions and possible post-traumatic issues and creating procedures to deal with concussions in BJJ.

KEYWORDS: sports-related concussion; injury; martial arts; sports medicine.

INTRODUCTION

Brazilian jiu-jitsu (BJJ) is a physical and sports practice with a high level of contact, in which practitioners carry great combat with projection techniques (Del Vecchio, Bianchi, Hirata, & Chacon-Mikahil, 2007; Andreato et al., 2013) and attempting to dominate on the ground, to dominate the opponent through immobilisations, joint twists or strangulation (Jones & Ledford, 2012). Like other grappling fights, it is not uncommon for traumas and injuries to occur (Spano, Risucci, Etienne, & Petersen, 2019) when projection techniques are used, allowing the incidence of concussion.

A concussion is a traumatic brain injury induced by mechanical shock forces that affect the skull region

(McDonald, Murdock Jr., McDonald, & Wolf, 2017; Lystad & Strotmeyer, 2018). This brain injury is inherent in the BJJ and is present in the practitioner's daily life regardless of age, with an increase in its incidence linked to the quantity and density of the competition (Spano et al., 2019). Studies indicate that concussion in young people accounts for 3 to 8% of the incidence of all injuries at different ages (Kelly, Lissel, Rowe, Vincenten, & Voaklander, 2001); and that the high incidence in this age group may be related to the more significant proportion between head size and the body, weaker neck muscles or greater vulnerability of the developing brain (Sim, Terryberry-Spohr, & Wilson, 2008).

¹Laboratório de Psicofisiologia e Performance em Esportes & Combates, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Escola de Educação Física e Esportes, Universidade Federal do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

²Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Universidade Federal de Juiz de Fora – Governador Valadares (MG), Brasil.

³Magister en Ciencias la Actividad Física y Deportes Aplicadas al Entrenamiento Rehabilitación y Reintegro Deportivo, Universidad Santo Tomás – Puerto Montt, Chile.

*Corresponding author: Magister en Ciencias la Actividad Física y Deportes Aplicadas al Entrenamiento Rehabilitación y Reintegro Deportivo, Universidad Santo Tomás. Buena Vecindad, 91, Puerto Montt, 5480000 – Los Lagos, Chile. E-mail: danysobarzo@santotomas.cl

Conflict of interests: nothing to declare. **Funding:** Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio de Janeiro (FAPERJ) [Grant# E# 26/202.810/2019(247397)].

Received: 05/10/2021. **Accepted:** 10/29/2021.

Previous reports have indicated the incidence of injury in combat athletes and found concussion and head injuries to be the most common (Karpman et al., 2016). Presently, prevention is designed into three broad categories: primary prevention (i.e., health promotion and specific protection against risk factors), secondary prevention (i.e., early detection, early treatment of health problems), and tertiary prevention (i.e., reducing complications associated with health problems already sustained). A Translating Research into Injury Prevention Practice framework (TRIPP) model looks at primary prevention (Mayer et al., 2015). TRIPP is needed in grappling sports (Pocecco et al., 2013; Kreiswirth, Myer & Rauh, 2014; Scoggin et al., 2014; McDonald et al., 2017; Miarka et al., 2018). In some cases, injury has occurred because injured athletes were allowed to continue training or fighting (Karpman, Reid, Phillips, Qin, & Gross, 2015; Miarka et al., 2019).

Despite the evidence showing a higher incidence of concussion in young athletes, Spano et al. (2019) reported no relationship between the occurrence of concussion in BJJ practitioners and the age group. The BJJ practitioner's graduation can be a determining factor in susceptibility to having a concussion. The prevalence of injuries related to the belt ranking of the BJJ practitioners is higher in the white belts (42.5%) and blue belts (32.5%), with a predominance of injuries to the hand and fingers. According to Kamitani et al. (2017), the number of severe cases of head trauma in Judo athletes occurs in the first years of practice and competition. However, the comparison between the frequency of concussion cases by belt ranking has not been realised. Therefore, this study aimed to analyse the association between belt ranking and the experience level in the BJJ, along with the incidence of concussion. We hypothesised that lower experienced practitioners showed a higher frequency of concussions. This study would assist in defining prevention and training methods to reduce possible damage caused by a concussion in the modality due to technical differences and experience in BJJ practice.

METHODS

This descriptive and documentary study evaluates a database about BJJ practitioners' concussions.

Participants

An online link to the questionnaire was sent to 42 BJJ masters, or those responsible for the academies, and directly replicated through the social networks of approximately 75 BJJ schools and associations located in the United States. All participants were older than 18 years. The survey monkey

platform hosted the questionnaire, which was programmed to filter, not allowing multiple responses from the same IP. Seven hundred ninety-one practitioners completed the survey in whole or in part; 13 participants were excluded because they were identified as under 18 years old. The database currently has 758 questionnaires answered by athletes in a public repository (link: <https://www.mdpi.com/2075-663/7/2/53/s1>). The sample calculation for 550 thousand federated practitioners obtained an $n=665$, with a 99% confidence level and 5% margin of error, using Equation 1 (Francis et al., 2010):

$$n = N Z^2 p (1-p) / e^2 + Z^2 p (1-p) \quad (1)$$

The interpretation of each of these elements is made as follows: n = is the sample size obtained through the calculation; N = total population belonging to the survey; Z = indicated deviation from the acceptable mean value for the confidence level to be reached; e = is the maximum margin of error that the search allows; p = is the proportion we want to find in the calculation.

Following the previous protocols, no changes were demonstrated in the participants' training, nutrition, or hydration status (Miarka et al., 2019). As provided in previous protocols, there are no ethical problems in investigating public and secondary data (Petrisor et al., 2019; Spano et al., 2019). The local Ethics and Research Committee previously approved the current research following the Helsinki WMA Declaration.

Measurement

The questionnaire had 17 questions, starting with demographic data and a previous survey about concussions suffered. The questions were related to age, gender, the number of times he suffered a concussion before joining BJJ, and how many times he suffered a concussion or became unconscious. Then, the questions were related to the practice of Jiu-jitsu: training time, frequency of weekly practice, and the total competitions that the athlete has participated in life, as indicated in the previous and valid protocol published by Spano et al. (2019).

Statistical analysis

All analyses were performed using SPSS software version 20.0 (SPSS, Chicago, USA). Descriptive data are presented as a percentage and absolute frequency. The Chi-square categorical test (χ^2) was applied to assess the frequency of data prevalence. Pearson's correlation was also performed to verify the association of concussion factors with the practice time and graduation of the BJJ practitioner. For all tests, the significance level of $p \leq 0.05$ was used.

RESULTS

Seven hundred fifty-eight people answered the questionnaire. Of these, 186 people (23.2%) reported concussion cases during jiu-jitsu activity, and 566 people (74.7%) reported that they had no concussion in the practice of jiu-jitsu. The Chi-square test showed a significant difference between the level of practice about the moment when the first concussion occurred ($\chi^2= 721.44, df= 6, p\leq 0.01$), with a negative correlation between the ranking by degree and the moment when the first concussion happened ($r= -0.875, p\leq 0.01$). The highest number of concussion occurrences occurred in the graduation of the white belt ($n= 94; 49\%$), followed by practitioners of the blue belt ($n= 64; 33.3\%$) followed by the purple belt ($n= 18; 9.4\%$), brown belt practitioners in the fourth ($n= 5; 2.6\%$) and black belt practitioners in the fifth position ($n= 2; 1.0\%$). Some practitioners did not inform their graduation ($n= 9; 4.7\%$) and were classified as “Not Answered.” Table 1 demonstrates the symptoms frequencies of concussion in Brazilian Jiu-jitsu, separated by belt.

Among the symptoms, blurred vision ($\chi^2= 5.552, df= 6, p\leq 0.475$) ($r= -0.026, p\leq 0.722$), dizziness ($\chi^2= 6.910, df= 6, p\leq 0.329$) ($r= -0.01, p\leq 0.89$), and headache ($\chi^2= 3.453, df= 6, p\leq 0.75$) ($r= -.0054, p\leq 0.464$), had no significant difference concerning concussion; however, there is a significant correlation in the group who reported “seeing stars” ($\chi^2= 11.614, df= 6, p\leq 0.071$) ($r= 0.169, p\leq 0.002$), with white and blue belt practitioners, precisely the group that is most likely to have a concussion during training (Table 1).

Figure 1 shows the number of concussions per graduation and the time to return to BJJ training. There is a significant and strong correlation ($\chi^2= 190.964 df= 94, p\leq 0.01$) ($r= -.082, p\leq 0.274$) between the time to return to training in

less than 24 hours and graduation, with the white and blue belt, the highest rates of practitioners who return quickly to training. Figure 2 shows the permanency of symptoms after a concussion.

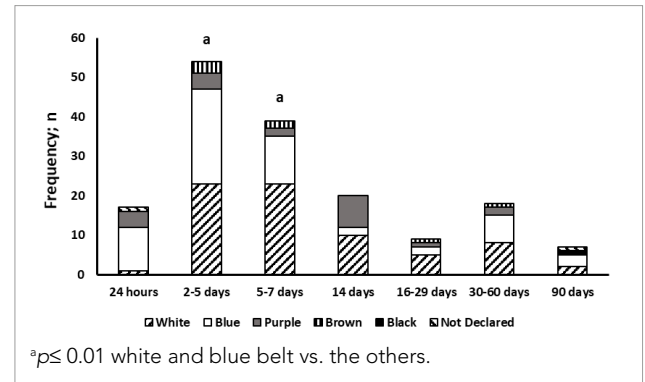


Figure 1. Occurrences of concussion per graduation and time to return to training.

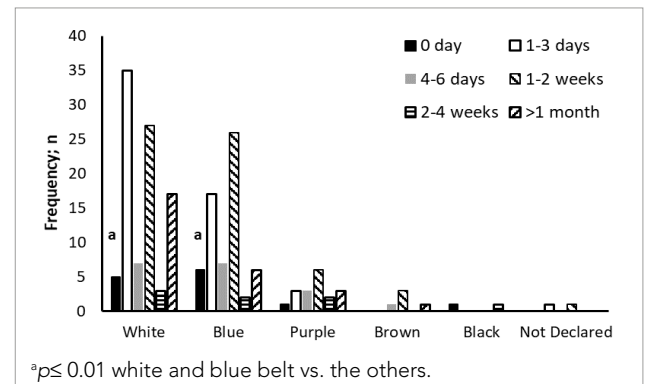


Figure 2. Duration of symptoms (days) after a concussion.

Table 1. Symptoms frequencies of concussion in Brazilian Jiu-jitsu, separated by belt.

Graduation	Symptom's frequencies										
	Headache	Dizziness	Loss of balance	Blurry vision	View stars	Blurred vision or slow movement	Memory problems	Low concentration	Nauseas	Vomiting	Loss of consciousness
White	70	65	36	31	37 ^a	49	25	36	24	5	9
Blue	49	46	21	20	39 ^a	40	17	27	17	5	5
Purple	13	10	5	8	9	13	2	7	4	1	1
Brown	5	3	2	1	1	4	3	3	2	1	2
Black	2	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0
Not declared	3	2	1	1	2	3	2	2	1	1	1
Total	142	126	65	61	88	111	51	77	48	13	18

^aSignificant differences, when compared with other groups, $p < 0.05$.

The frequency of practitioners seeking medical care has increased concerning graduation, indicating that respondents gain experience and start to seek medical care after a concussion at the time of practice. Subjects with lower experience (white; $n=18$, blue; $n=17$, and purple; $n=8$) are the least likely to seek medical care after concussion ($\chi^2=14.874$ $df=5$, $p\leq 0.01$) ($r=-0.113$, $p\leq 0.128$) when compared to high experience subjects (brown; $n=3$ and black; $n=2$). Regarding the rest time after a concussion, practitioners of white and blue belts return faster than the others ($\chi^2=190.964$ $df=95$, $p\leq 0.01$) ($r=-0.082$, $p\leq 0.274$), with few cases of purple belt practitioners, most of them return around the 14th day of rest, brown belts return between the 2nd and 30th day, whereas black belts take around 180 days to return to training. Regarding the repetition of concussion occurrences after returning to training, 14.6% ($n=27$) are white belts, 7.6% ($n=14$) blue belts, 2.7% ($n=5$) purple belts and 1.1% ($n=2$) black belts. Brown belt practitioners had no more than one occurrence of concussion.

DISCUSSION

This study analysed the association between BJJ belts and the incidence of concussion. The main results confirm that the practitioner's technical inexperience and the absence of medical and technical monitoring by the coaches are a relevant part of the concussion occurrences. In contact sports, there is a higher risk of collisions with the head, which can lead to death in severe cases (Doperak, Anderson, Collins, & Emami, 2019). Due to the potential harm that concussion causes the athlete, sports federations have turned more attention to policy actions that can protect athletes (Spano et al., 2019). This type of effort has also been observed in combat sports organisations, where guidelines have been created to minimise the risk of concussion (e.g., stop the combat by the referee or a physician) in fighters (Bernick et al., 2021).

In combat sports, it is possible to observe manifestations of concussion such as that which occurred in knockouts and chokes (Hubbard et al., 2019). However, there must be educational campaigns to guide coaches, as the concussion diagnosis is not simple, and most observations do not necessarily result in loss of consciousness. (McCrary et al., 2013b). Therefore BJJ coaches must be aware of the concussion risks and be prepared to face and deal with these kinds of injuries is fundamental. Training in areas such as first aid, and in this case, the knowledge of head injuries and their risks should be part of the coach's training (Matthew & Mill, 2018). There is a high probability of a concussion happening during training, so coaches having this additional knowledge would

act as a risk reduction factor of concussions during training (Matthew & Mill, 2018; Petrisor et al., 2019).

It was evident that athletes returning to training in less than 24 hours present neglect of caring for the absence of a neuropsychological assessment was neglected according to guidelines from The Concussion in Sport Group, which has the purpose of assessing cognitive function as an essential component in evaluating the injury, following steps ranging from strength training to return to full-contact practise training (McCrary et al., 2013a). Because the practitioners who suffer concussions should be immediately removed from sports participation, in addition to a minimum of 24 to 48 hours of cognitive rest (McCrary et al., 2013a; Bernick et al., 2021). However, if symptoms persist between 10 and 14 days in adults or more than a month in children, they should be referred to a professional specialising in concussions for emergency care (Rabadi & Jordan, 2001; McCrary et al., 2013a).

According to Gross (1999), when the subject "seeing stars" is characterised as photopsia or phosphene. It is an entopic phenomenon characterised by the sensation of seeing light spots caused by the retina or visual cortex's mechanical, electrical, or magnetic stimulation (Robbins et al., 2014). This luminous sensation, or luminous image, is triggered by the compression of the eyeball, which can occur when the neurons of the occipital lobe are depolarised (Gross, 1999; Robbins et al., 2014). This phenomenon causes several disorders such as migraine auras and can develop into severe symptoms such as retinal vascular avulsion (Zeni & Vilela, 2006), so the "seeing stars" is one of the most evident and immediate symptoms, as it generates an instant reaction to the moment of shock, while the other symptoms are usually noticed after this phenomenon (Robbins et al., 2014).

Preceding reports indicated that for high-performance athletes, who compete assiduously, an injury could have numerous consequences that can significantly compromise their sports career (McDonald et al., 2017; Miarka et al., 2019). For this reason, it is necessary to identify and analyse the methods that can reduce and prevent the risk of more severe injuries or improve the control by the professionals involved during physical and technical preparation, thus being able to avoid exposure both in training and in competitions (McCrary et al., 2013a; Lystad & Strotmeyer, 2018; Miarka et al., 2019; Bernick et al., 2021). In this sense, the return before than 24 hours after the injury may indicate little knowledge of the practitioners regarding the care and medical guidance regarding concussion (McCrary et al., 2013a). It can even demonstrate the lack of care/knowledge of those responsible for training in allowing a return in a short time, contradicting consolidated medical guidelines on head injury

occurrences (Rabadi & Jordan, 2001; Brown, Grant, Evans, Leung, & Hides, 2021).

BJJ training is susceptible to shocks that can cause serious injuries, especially if there is no monitoring by those involved in training, either athletes or coaches (McDonald et al., 2017). In these situations, the BJJ practitioner has a high probability of being involved in a concussion during his life while training the BJJ (Matthew & Mill, 2018; Spano et al., 2019). Therefore, the athlete must be aware of the care when reacting with extreme and uncontrolled physical strength to a given stimulus during training. The absence of force control in the initial graduations is well known within the training sites and is even emphasised by the practitioners as a defect to be corrected. It is known that jiu-jitsu federations require first-aid training courses and primary medical care from teachers and black belts. However, the study did not score the participation of teachers who conducted the training in which the concussion occurred and their reaction concerning the initial assistance to the injured practitioner. It was also unclear which weight categories are most exposed to concussion. The training frequency was not analysed, so it was not possible to interpret whether the time to return to activities is related to training exposure (Rabadi & Jordan, 2001; McCrory et al., 2013a; Matthew & Mill, 2018).

There are limitations to the study because it was impossible to analyse when the concussion occurred in an opponent's projection or during the ground fight. It was not possible to analyse when the concussion occurred because of fancy action provoked by the training partner during training and the training partner's graduation in the concussion occurrence. It was not assessed when concussions occur in more significant numbers in training or competition. It was not analysed how the relationship was between concussions and the search for specialised medical services. However, the results demonstrated that most athletes return to training less than 24 hours after the concussion, pointing to possible negligence regarding medical care. This study addresses the first stage in BJJ of the TRIPP model, and future research can utilise the data to investigate risk influences connected with injury at different levels of experience. The TRIPP model could regulate the training actions and rules, considering graduation and expertise levels within a grappling context (Mayer et al., 2015; Miarka et al., 2018) and determine the consequence of concussions in BJJ athletes (Scoggin et al., 2014).

Such measures can reduce the occurrence of concussions during the practice of jiu-jitsu. There is a significant decrease in occurrences, which expresses that the time of practice in the modality generates the necessary experience for the athlete to avoid such injury. It is suggested that athletes train

muscle strengthening in the neck so that during projections, muscle strength is more significant than kinetic strength, allowing the athlete to safely control the neck's positioning to avoid injuries (Collins et al., 2014). Training with lower body intensity (controlled) can be used completely to develop and maintain a mentality of prevention and care with the training partner, who is directly responsible for the technical evolution of BJJ.

CONCLUSION

Our data analysis showed that concussions occur more frequently among beginners (white and blue belts). This group of practitioners deserves more attention from coaches, as they also showed a higher frequency of side effects. Coaches can create training strategies for white and blue belts to minimise the exposition. In this way, it is suggested that professionals who conduct BJJ training develop methodologies that specifically serve beginners. This methodology could be extended until the practitioner graduated with the purple belt. Our results suggested that knowledge of concussion symptoms is recommended for BJJ coaches and practitioners.

REFERENCES

- Andreato, L. V., Franchini, E., Moraes, S. M., Pastório, J. J., Silva, D. F., Esteves, J. V., & Branco, B. H. (2013). Physiological and technical-tactical analysis in Brazilian jiu-jitsu competition. *Asian Journal of Sports Medicine*, 4(2), 137-143. <https://doi.org/10.5812/asjism.34496>
- Bernick, C., Hansen, T., Ng, W., Williams, V., Goodman, M., Nalepa, B., Shan, G., & Seifert, T. (2021). Concussion occurrence and recognition in professional boxing and MMA matches: toward a concussion protocol in combat sports. *The Physician and Sportsmedicine*, 49(4), 469-475. <https://doi.org/10.1080/00913847.2020.1856631>
- Brown, D. A., Grant, G., Evans, K., Leung, F. T., & Hides, J. A. (2021). The association of concussion history and symptom presentation in combat sport athletes. *Physical Therapy in Sport*, 48, 101-108. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2020.12.019>
- Collins, C. L., Fletcher, E. N., Fields, S. K., Kluchurosky, L., Rohrkemper, M. K., Comstock, R. D., & Cantu, R. C. (2014). Neck strength: a protective factor reducing risk for concussion in high school sports. *The Journal of Primary Prevention*, 35(5), 309-319. <https://doi.org/10.1007/s10935-014-0355-2>
- Del Vecchio, F. B., Bianchi, S., Hirata, S. M., & Chacon-Mikahil, M. P. T. (2007). Análise morfo-funcional de praticantes de Brazilian jiu-jitsu e estudo da temporalidade e da quantificação das ações motoras na modalidade. *Movimento e Percepção*, 7(10), 263-281.
- Doperak, J., Anderson, K., Collins, M., & Emami, K. (2019). Sport-related concussion evaluation and management. *Clinics in Sports Medicine*, 38(4), 497-511. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2019.06.003>
- Francis, J. J., Johnston, M., Robertson, C., Glidewell, L., Entwistle, V., Eccles, M. P., & Grimshaw, E. J. (2010). What is an adequate sample size? Operationalising data saturation for theory-based interview studies. *Psychology & Health*, 25(10), 1229-1245. <https://doi.org/10.1080/08870440903194015>

- Gross, C. G. (1999). The fire that comes from the eye. *The Neuroscientist*, 5(1), 58-64. <https://doi.org/10.1177%2F107385849900500108>
- Hubbard, R., Stringer, G., Peterson, K., Vaz Carneiro, M. R. F., Finnoff, J. T., & Savica, R. (2019). The King-Devick test in mixed martial arts: the immediate consequences of knock-outs, technical knock-outs, and chokes on brain functions. *Brain Injury*, 33(3), 349-354. <https://doi.org/10.1080/02699052.2018.1553068>
- Jones, N. B., & Ledford, E. (2012). Strength and conditioning for Brazilian jiu-jitsu. *Strength & Conditioning Journal*, 34(2), 60-69. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3182405476>
- Kamitani, T., Malliaropoulos, N. G., Omiya, M., Otaka, Y., Inoue, K., & Onidani, N. (2017). On the way to the Tokyo Summer Olympic Games (2020). Prevention of severe head and neck injuries in judo: it's time for action. *British Journal of Sports Medicine*, 51(22), 1581-1582. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097681>
- Karpman, S., Reid, P., Phillips, L., Qin, Z., & Gross, D. P. (2016). Combative Sports Injuries: An Edmonton Retrospective. *Clinical Journal of Sports Medicine*, 26(4), 332-334. <https://doi.org/10.1097/jsm.0000000000000235>
- Kelly, K. D., Lissel, H. L., Rowe, B. H., Vincenten, J. A., & Voaklander, D. C. (2001). Sport and recreation-related head injuries treated in the emergency department. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 11(2), 77-81. <https://doi.org/10.1097/00042752-200104000-00003>
- Kreiswirth, E. M., Myer, G. D., Rauh, M. J. (2014). Incidence of injury among male Brazilian jiu-jitsu fighters at the world jiu-jitsu no-gi championship 2009. *Journal Athletic Training*, 49(1), 89-94. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-49.1.11>
- Lystad, R. P., & Strotmeyer, S. J. (2018). Concussion knowledge, attitudes and reporting intention among adult competitive Muay Thai kickboxing athletes: a cross-sectional study. *Injury Epidemiology*, 5(1), 25. <https://doi.org/10.1186%2Fs40621-018-0155-x>
- Matthew, S., & Mill, E. (2018). The epidemiology of sport related concussion in Brazilian Jiu-Jitsu. *Neurology*, 91(23 Supplement 1), S8-S9. <https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000550660.27287.74>
- Mayer, A. R., Ling, J. M., Dodd, A. B., Gasparovic, C., Klimaj, S. D., & Meier, T. B. (2015). A longitudinal assessment of structural and chemical alterations in mixed martial arts fighters. *Journal of Neurotrauma*, 32(22), 1759-1767. <https://doi.org/10.1089/neu.2014.3833>
- McCrory, P., Meeuwisse, W. H., Aubry, M., Cantu, R. C., Dvorak, J., Echemendia, R. J., Engebretsen, L., Johnston, K., Kutcher, J. S., Raftery, M., Sills, A., Benson, B. W., Davis, G. A., Ellenbogen, R., Guskiewicz, K. M., Herring, S. A., Iverson, G. L., Jordan, B. D., Kissick, J., ... Turner, M. (2013a). Consensus statement on concussion in sport: the 4th International Conference on Concussion in Sport held in Zurich, November 2012. *Journal of Athletic Training*, 48(4), 554-575. <https://doi.org/10.4085%2F1062-6050-48.4.05>
- McCrory, P., Meeuwisse, W. H., Echemendia, R. J., Iverson, G. L., Dvořák, J., & Kutcher, J. S. (2013b). What is the lowest threshold to make a diagnosis of concussion? *British Journal of Sports Medicine*, 47(5), 268-271. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092247>
- McDonald, A. R., Murdock Jr., F. A., McDonald, J. A., & Wolf, C. J. (2017). Prevalence of injuries during Brazilian jiu-jitsu training. *Sports*, 5(2), 39. <https://doi.org/10.3390%2Fsports5020039>
- Miarka, B., Dal Bello, F., Brito, C. J., Del Vecchio, F. B., Amtmann, J., & Chamari, K. (2019). A 12-year cohort study of DOC-stoppage in professional mixed martial arts. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(5), 606-611. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2017-0131>
- Miarka, B., Dal Bello, F., Brito, J. C., Tabben, M., Oguma, A., Amtmann, J., Moreira, D. G., Pocecco, E., Del Vecchio, F. B., & Chamari, K. (2018). Injuries during a World Judo Championship: differences between sex, weight category and competition phase. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 18(2), 229-244. <https://doi.org/10.1080/24748668.2018.1463777>
- Pocecco, E., Ruedl, G., Stankovic, N., Sterkowicz, D., Del Vecchio, F. B., Gutiérrez-García, C., Rousseau, R., Wolf, M., Kopp, M., Miarka, B., Menz, V., Krüsmann, P., Calmet, M., Malliaropoulos, N., Burtscher, M. (2013). Injuries in judo: a systematic literature review including suggestions for prevention. *British Journal of Sports Medicine*, 47(18), 1139-1143. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092886>
- Petrisor, B. A., Del Fabbro, G., Madden, K., Khan, M., Joslin, J., & Bhandari, M. (2019). Injury in Brazilian jiu-jitsu training. *Sports Health*, 11(5), 432-439. <https://doi.org/10.1177/1941738119849112>
- Rabadi, M. H., & Jordan, B. D. (2001). The cumulative effect of repetitive concussion in sports. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 11(3), 194-198. <https://doi.org/10.1097/00042752-200107000-00011>
- Robbins, C. A., Daneshvar, D. H., Picano, J. D., Gavett, B. E., Baugh, C. M., Riley, D. O., Nowinski, C. J., McKee, A. C., Cantu, R. C., & Stern, R. A. (2014). Self-reported concussion history: impact of providing a definition of concussion. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 5, 99-103. <https://doi.org/10.2147/oajsm.s58005>
- Scoggin, J. F., 3rd, Brusovanik, G., Izuka, B. H., Zandee van Rilland, E., Geling, O., Tokumura, S. (2014). Assessment of injuries during Brazilian jiu-jitsu competition. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 2(2), 2325967114522184. <https://doi.org/10.1177/2325967114522184>
- Sim, A., Terryberry-Spohr, L., & Wilson, K. R. (2008). Prolonged recovery of memory functioning after mild traumatic brain injury in adolescent athletes. *Journal of Neurosurgery*, 108(3), 511-516. <https://doi.org/10.3171/jns.2008.108.3.0511>
- Spano, M., Risucci, D. A., Etienne, M., & Petersen, K. H. (2019). Epidemiology of sports related concussion in Brazilian jiu-jitsu: a cross-sectional study. *Sports*, 7(2), 53. <https://doi.org/10.3390/sports7020053>
- Zeni, L. P., & Vilela, M. A. P. (2006). Avulsed retinal vessels. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*, 69(1), 85-89. <https://doi.org/10.1590/S0004-27492006000100016>

Women Brazilian Jiu-jitsu practitioners showed a higher incidence of concussion: an epidemiological analysis

Gustavo Nascimento de Carvalho¹ , Rafael da Silva Rego¹ , Ana Chagas¹ ,
Diana de Oliveira Schreiner¹ , Felipe Guimarães Teixeira¹ , Naiara Ribeiro Antonietto² ,
Diego Ignacio Valenzuela Pérez^{3*} , Ciro José Brito² , Bianca Miarka¹ 

ABSTRACT

Knowledge about the prevalence of concussion in combat sports is important information to keep athletes' and practitioners' physical integrity in different modalities such as Brazilian jiu-jitsu (BJJ). Therefore, this study aimed to compare concussions incidence in BJJ between men and women practitioners. A randomized sample of 779 (689 men and 90 women) BJJ practitioners (age: 32.4±9.8 years, training-time: 57.3±54.4 months, training frequency: 3.4±1.3 times/week). The injury analysis was done using a questionnaire with demographic data and a survey about concussions. The main results showed that women had a significantly higher frequency of concussions in training than men [38 (41%) women vs 147 men (20,5%); $p \leq 0.001$]. Furthermore, women had a significantly higher frequency of loss of consciousness than men [13 (8.8%) men vs 4 (11%) women; $p = 0.009$], among the symptoms resulting from a concussion, headache, dizziness, and loss of balance, represented the most common symptoms in those affected by concussion, regardless of gender. The results of this study may be helpful to athletes, coaches, and federations to prevent this type of injury, mainly in women.

KEYWORDS: martial arts; epidemiology; injury; concussion; sport.

INTRODUCTION

Brazilian jiu-jitsu (BJJ) is a grappling combat sport that uses takedowns, submission, chokehold, and joint locks techniques (Moriarty, Charnoff, & Felix, 2019). Victory in a BJJ match is reached through a submission or points system (Santos Silva Lopes et al., 2019). BJJ has a high level of musculoskeletal injuries, mainly in the elbows, knees, hands, and feet areas (McDonald, Murdock Jr., McDonald, & Wolf, 2017). However, with diagnosis and concussions evaluation development, this traumatic injury has now the attention of health professionals who work in high-level BJJ (Doperak, Anderson, Collins, & Emami, 2019).

As a grappling combat sport that uses takedowns, there is a potential brain injury risk, such as a concussion (Agel, Ransone, Dick, Oppliger, & Marshall, 2007; Pocecco et al., 2013; Miarka et al., 2018; Petrisor et al., 2019). Concussion results from brain inertia and cranial acceleration during impact, which can cause deformation and intracranial pressure (Rowson et al., 2016). This type of injury causes a metabolic crisis in the brain, interrupting the passage of ions through the neural membrane and a decrease in adenosine triphosphate to correct the flow of ions to keep tissues changing for weeks (Rowson et al., 2016; Doperak et al., 2019). These metabolic changes may present cognitive,

¹Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Educação Física e Esportes, Programa de Pós-Graduação em Educação, Laboratório de Psicofisiologia e Performance em Esportes & Combates – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

²Universidade Federal de Juiz de Fora, Programa de Pós-Graduação em Educação Física – Governador Valadares (MG), Brasil.

³Universidad Santo Tomás, Magister en Ciencias la Actividad Física y Deportes Aplicadas al Entrenamiento Rehabilitación y Reintegro Deportivo – Santiago, Chile.

*Corresponding author: Escuela de Kinesiología, Facultad de Salud, Universidad Santo Tomás. Av. Ejército Libertador, 146, Región Metropolitana – Santiago, Chile. E-mail: diegovalenzuela@santotomas.cl

Conflict of interests: nothing to declare. **Funding:** Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro E-26/202.810/2019 (247397). **Received:** 08/01/2021. **Accepted:** 11/10/2021.

neuropsychiatric, sensitive, and behavioural alterations (Doperak et al., 2019).

Two studies have detected the incidence of injury in martial arts practitioners and found concussion and head injuries to be the most frequent (Karpman, Reid, Phillips, Qin, & Gross, 2015; Bromley, Drew, Talpey, McIntosh, & Finch, 2018). At most tournaments, medical staff is present for athlete injuries (Bromley et al., 2018). In addition, prevention can be designed into three broad categories: primary prevention (i.e., health promotion and specific protection against risk factors), secondary prevention (i.e., early detection, early treatment of health problems), and tertiary prevention (i.e., reducing complications associated with health problems already sustained). A Translating Research into Injury Prevention Practice framework (TRIPP) model looks at primary prevention (Mayer et al., 2015). In some cases, injury has occurred because injured athletes were allowed to continue fighting (Karpman et al., 2015; Bromley et al., 2018). Combats and training could be stopped through an analysis to reduce the likelihood of severe injury.

Recent studies showed that the prevalence of concussions in BJJ athletes occurred in 25% of the related cases, considering the severity of this type of injury being this number considered high in the sport (Kreiswirth, Myer & Rauh, 2014; Scoggin et al., 2014; McDonald et al., 2017). Furthermore, women are 2.6 more likely to suffer a concussion than men (Spano, Risucci, Etienne, & Petersen, 2019). However, this fact can be related to women being more likely, to tell the truth about injuries than men or to anatomic differences between genders (Rowson et al., 2016). This information is still unclear since most studies only include men as samples (Petrisor et al., 2019; Santos Silva Lopes et al., 2019). Previous studies reported these causes and effects of concussion in BJJ (Kreiswirth, Myer & Rauh, 2014; Scoggin et al., 2014; McDonald et al., 2017; Spano et al., 2019).

However, the specific way concussion happens in women and men in BJJ is unknown. This information about gender differences in this sport may help trainers develop specific activities for these athletes according to their necessities (Brandt et al., 2019; Fernández, Brito, Miarka, & Díaz-de-Durana, 2020). Knowing that few studies describe the pattern of concussions events in BJJ fighters and the characteristics of these events in each gender, it is necessary to do new research on this subject. Therefore, this study aims to verify the concussions incidence between men and women in BJJ practice and to understand the main symptoms in both groups. We hypothesize that there are gender differences in the incidence of concussion and associated symptoms.

METHOD

This is an epidemiological study with a cross-sectional design.

Participants

The present study is a documental study that uses a database that shows concussion cause-effect in BJJ fighters (Spano et al., 2019). This database has 758 questionnaires answered by the athletes with public access (available at <https://www.mdpi.com/2075-4663/7/2/53/s1>). 779 BJJ practitioners were evaluated in this study (689M/90F) with a median age of 31 ± 13 yrs. with BJJ training three times/week.

The sample calculation for 550 thousand federated practitioners obtained an $n=665$, with a 99% confidence level and 5% margin of error, using Equation 1 (Francis et al., 2010):

$$n = N Z^2 p (1-p) / (N-1) e^2 + Z^2 p (1-p) \quad (1)$$

The interpretation of each of these elements is made as follows: n = is the sample size obtained through the calculation; N = total population belonging to the survey; Z = indicated deviation from the acceptable mean value for the confidence level to be reached; e = is the maximum margin of error that the search allows; p = is the proportion we want to find in the calculation.

There are no modifications in participants' training, nutrition, or hydration status, following previous protocols (Miarka et al., 2019). There are no ethical problems in public data investigation and secondary data as described in previous protocols (Petrisor et al., 2019; Spano et al., 2019). This research has previously received permission from the local ethics committee after the WMA Declaration of Helsinki. The following inclusion criteria were applied: a) living in the USA; b) being a BJJ practitioner officially associated with the International Brazilian Jiu-jitsu Federation (IBJJF). As exclusion criteria were: a) practitioners younger than 18 yrs.; b) not answering the questionnaires; and c) multiple answered questionnaires (Spano et al., 2019).

Procedures

An online link to the questionnaire was sent to 42 BJJ masters, or those responsible for the academies, and directly replicated through the social networks of approximately 75 BJJ schools and associations located in the United States. The questionnaire was hosted by the Survey Monkey platform, which was programmed to filter, not allowing multiple responses from the same IP. A total of 791 practitioners completed the Survey in whole or in part; 13 participants were excluded because they were identified as under 18.

Measurements

The questionnaire consists of 17 questions, starting with demographic data and a previous survey on concussions suffered. The questions were related to age, gender, the number of times they suffered a concussion before joining BJJ, and how many times they suffered a concussion or became unconscious. Furthermore, the questions were related to the practice of Jiu-jitsu: training time, frequency of weekly practice, and the total competitions the athlete has participated in, as indicated in a previous protocol validated by Spano et al. (2019).

Statistical analysis

The data were analyzed using SPSS software version 20.0 (SPSS, Chicago, USA). Descriptive data are presented as a percentage and absolute frequency. The Chi-square test (χ^2) was applied to assess the frequency of data prevalence. Pearson's correlation was also performed to verify the association of factors that involve concussion with the gender of the BJJ practitioner. For all tests, the significance level of $p \leq 0.05$ was used.

RESULTS

Among the interviewed practitioners, 147 (20.5%) men responded that they had a concussion during their BJJ practice, and 38 women (41%) presented some type of concussion during the BJJ ($\chi^2 = 19.218$ $df = 2$, $p \leq 0.001$). In addition, there was a significant correlation between female sex and the occurrence of concussion in the BJJ ($r = 0.156$, $p \leq 0.001$).

Symptoms of concussion

The group of women had a significantly higher frequency of loss of consciousness than men ($\chi^2 = 9.482$ $df = 2$, $p = 0.009$). Table 1 shows the incidence of symptoms. Among these results, headache, dizziness, and loss of balance represented the most common symptoms in those affected by concussion, regardless of gender. Headache affected 76% of men and 79% of women, dizziness affected 71% of females and 67% of males, and loss of balance was present in 33% of men and 42% of women.

Period of absence from BJJ training

Table 2 shows the results for the return post-concussion. Men presented a higher frequency of return in less than 24 hours and women between 2-5 days after concussion ($\chi^2 = 29.276$, $df = 14$, $p = 0.01$). In addition, the women showed a negative correlation with immediate return ($r = -0.138$, $p \leq 0.001$). Regarding the period of return, both genders (29%

Table 1. Incidence of symptoms presented as a result of concussion in male and female BJJ practitioners.

Symptoms	Men (n= 147)	%	Women (n= 38)	%
Headache	112	76	30	79
Dizziness	98	67	27	71
Loss of balance	48	33	16	42
Blurred Vision	47	32	13	34
"seen stars"	69	47	19	50
Feeling in a fog	88	60	22	58
Amnesia	40	27	11	29
Concentration	60	41	16	42
Nausea	34	23	14	37
Throwing up	11	7.5	2	5
Loss of consciousness	13	8.8	4	11

Table 2. Return time post-concussion between genders in BJJ. 3 men answers missing in the sample.

Post-concussion return	Male (%)	Female (%)
24 hours	24	21
2-5 days	26	29
6-7days	21	16
14 days	11	13
16-29 days	4	5
30-60 days	8	16
> 90 days	5	0

of women and 26% of men) reported that after the concussion, they returned in a period of 2 to 5 days.

DISCUSSION

A concussion can cause persistent neurological effects in athletes, and sports entities are concerned about the increased incidence. This fact requires establishing rules that reduce mortality risk after head trauma, especially in combat sports (Bernick et al., 2021). To the best of our knowledge, no studies compare gender differences in the incidence of concussion and symptoms in BJJ practitioners. Our results indicated a higher incidence in women, showing a higher frequency of loss of consciousness and a longer delay than men. Also, women showed a significant positive correlation with the occurrence of concussion and a negative correlation with immediate return to training. It is essential to know the incidence of concussions in combat sports athletes to adopt prevention strategies to avoid recurrence. According to

Brown, Grant, Evans, Leung, and Hides (2021), wrestlers with a history of concussions have a 2.35 times higher risk for severe related symptoms.

Due to the characteristics of motor actions in the BJJ and because it is a contact sport, it is expected that practitioners of this modality are constantly subject to concussions, even though it is a “grab” fight and there are no percussion blows, accidents during training and competitions are possible to be affected (Pocecco et al., 2013; Barreto et al., 2017; Miarka et al., 2018). In this sense, Li et al. (2021) observed that non-contact sports athletes had better results in neurocognitive tests — ImPACT (verbal memory, processing speed, and reaction time) compared to contact sports. Data from these neurocognitive analyses indicated that contact sports athletes showed a higher suspicion of concussions.

Among the cases of concussions observed here, the prevalence of concussions in the BJJ was noted in women practitioners. In line with our results, other studies analyzing concussion in combat sports observed an incidence of up to twice as high cases of concussion in women when compared to men (de Oliveira, Vieira, & Valença, 2011). A probable reason for this higher vulnerability in women may be the lower cervical muscle mass, responsible for absorbing the kinetic energy of the impact on the head (Di Battista, Churchill, Rhind, Richards, & Hutchison, 2020). Another reason for this result is the difference in the number of participants between the gender. The male sample has a numerical superiority of 599 practitioners, thus expanding this difference in the percentile.

A concussion can cause cognitive, physical, emotional, and somatic symptoms. However, the most commonly observed after the incident are headaches, neck pain, dizziness, and coordination deficiencies (Mucha et al., 2014; Teramoto, Petron, Cross, & Willick, 2015). The reports of these authors corroborate our findings. Nevertheless, the study of Brown et al. (2021) in 3009 combat sports athletes showed slightly different results, where the most prevalent symptoms were neck pain (49%), fatigue (41%), and difficulty sleeping (35%). Regarding the return time after the concussion, the two groups showed no significant difference. Both reported, in most cases, a 2 to 5-day wait to return to training. Despite the relatively small research field on the subject, it is understood that the return time is related to an adequate rest period, in some cases even requiring physical therapy interventions, and the early return associated with the symptoms already mentioned can be harmful to the practitioner (Hugentobler, Vegh, Janiszewski, & Quatman-Yates, 2015).

The present study can be used by coaches, athletes, and sports managers to establish strategies that can minimize

the risk of concussion. Furthermore, it is also essential to guide athletes who may be affected by impacts to the head, as the absence of post-injury medical treatment can contribute to the high prevalence of symptoms (Brown et al., 2021). In this sense it is vital to establish educational campaigns for coaches, athletes, and other agents involved in combat sports to identify athletes who may be at risk or have persistent symptoms (Bernick et al., 2021; Brown et al., 2021). This research addresses stage one in BJJ of the TRIPP model, and future studies can utilize the data to investigate risk influences connected with injury in men and women practitioners. The TRIPP model can potentially regulate the training actions, rules, or levels within a BJJ context and determine the consequence of concussions in male and female athletes. New studies should be carried out in the area, with the equivalent sample number between the groups, for a better comparison and in different training and competition situations to help their prevention.

CONCLUSION

According to the present study's aims, applied methods, and limitations, it can be concluded that the incidence of concussions in the BJJ tends to be higher in female practitioners. Present data provided detail of the mechanisms and aetiology of serious injury in male and female BJJ and can be used to develop prevention strategies for trial in this combat sport. There was no difference between genders regarding symptoms and time to return to training, and there was no difference between gender. Future advances in BJJ injury prevention will only be achieved if investigation efforts are focused on understanding the application context (i.e., descriptive analysis) for concussion prevention and developing the evidence base for their usefulness and efficacy of interventions.





REFERENCES

- Agel, J., Ransone, J., Dick, R., Oppliger, R., & Marshall, S. W. (2007). Descriptive epidemiology of collegiate men's wrestling injuries: National collegiate athletic association injury surveillance system, 1988–1989 through 2003–2004. *Journal Athletic Training*, 42(2), 303-310.
- Barreto, A. P., Silva, W. M., Santos, N. V. S., Matos, D. G., Lima, D. J. L., Santos, C. R. R., Costa, E. B., Silva, L. P., Vasconcelos, F. L., & Aida, F. J. (2017). Evaluation of mechanisms and types of injuries in jiu-jitsu athletes. *Journal of Exercise Physiology*, 20(2), 10-16.
- Bernick, C., Hansen, T., Ng, W., Williams, V., Goodman, M., Nalepa, B., Shan, G., & Seifert, T. (2021). Concussion occurrence and recognition in professional boxing and MMA matches: toward a concussion protocol in combat sports. *The Physician and Sportsmedicine*, 49(4), 469-475. <https://doi.org/10.1080/00913847.2020.1856631>

- Brandt, R., Bevilacqua, G. G., Crocetta, T. B., Monteiro, C. B., Guarnieri, R., Hobold, E., Flores, L. J., Miarka, B., & Andrade, A. (2019). Comparisons of mood states associated with outcomes achieved by female and male athletes in high-level judo and Brazilian jiu-jitsu championships: psychological factors associated with the probability of success. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(9), 2518-2524. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003218>
- Bromley, S. J., Drew, M. K., Talpey, S., McIntosh, A. S., & Finch, C. F. (2018). A systematic review of prospective epidemiological research into injury and illness in Olympic combat sport. *British Journal of Sports Medicine*, 52(1), 8-16.
- Brown, D. A., Grant, G., Evans, K., Leung, F. T., & Hides, J. A. (2021). The association of concussion history and symptom presentation in combat sport athletes. *Physical Therapy in Sport*, 48, 101-108. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2020.12.019>
- de Oliveira, D. A., Vieira, A., & Valença, M. M. (2011). Trauma crânio-encefálico e outras lesões em atletas do karatê de alto nível. *Neurobiologia*, 74(1), 107-114.
- Di Battista, A. P., Churchill, N., Rhind, S. G., Richards, D., & Hutchison, M. G. (2020). The relationship between symptom burden and systemic inflammation differs between male and female athletes following concussion. *BMC Immunology*, 21(1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s12865-020-0339-3>
- Doperak, J., Anderson, K., Collins, M., & Emami, K. (2019). Sport-related concussion evaluation and management. *Clinics in Sports Medicine*, 38(4), 497-511. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2019.06.003>
- Fernández, M. M., Brito, C. J., Miarka, B., & Díaz-de-Durana, A. L. (2020). Anxiety and emotional intelligence: comparisons between combat sports, gender and levels using the trait meta-mood scale and the inventory of situations and anxiety response. *Frontiers in Psychology*, 11, 130. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00130>
- Francis, J. J., Johnston, M., Robertson, C., Glidewell, L., Entwistle, V., Eccles, M. P., & Grimshaw, J. M. (2010). What is an adequate sample size? Operationalising data saturation for theory-based interview studies. *Psychology & Health*, 25(10), 1229-1245. <https://doi.org/10.1080/08870440903194015>
- Hugentobler, J. A., Vegh, M., Janiszewski, B., & Quatman-Yates, C. (2015). Physical therapy intervention strategies for patients with prolonged mild traumatic brain injury symptoms: a case series. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(5), 676-689.
- Karpman, S., Reid, P., Phillips, L., Qin, Z., & Gross, D. P. (2015). Combative sports injuries: an edmonton retrospective. *Clinical Journal of Sports Medicine*, 26(4), 332-4. <https://doi.org/10.1097/jsm.0000000000000235>
- Kreiswirth, E. M., Myer, G. D., Rauh, M. J. (2014). Incidence of injury among male Brazilian jiu-jitsu fighters at the world jiu-jitsu no-gi championship 2009. *Journal Athletic Training*, 49(1), 89-94. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-49.1.11>
- Li, A. Y., Schupper, A. J., Quinones, A., Shuman, W. H., Ali, M., Hannah, T. C., Durbin, J. R., Dreher, N., Spiera, Z., Marayati, N. F., Gometz, A., Lovell, M. R., & Choudhri, T. F. (2021). Sport contact level affects post-concussion neurocognitive performance in young athletes. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 37(1), 19-29. <https://doi.org/10.1093/arclin/acab021>
- Mayer, A. R., Ling, J. M., Dodd, A. B., Gasparovic, C., Klimaj, S. D., & Meier, T. B. (2015). A longitudinal assessment of structural and chemical alterations in mixed martial arts fighters. *Journal of Neurotrauma*, 32(22), 1759-1767. <https://doi.org/10.1089/neu.2014.3833>
- McDonald, A. R., Murdock Jr, F. A., McDonald, J. A., & Wolf, C. J. (2017). Prevalence of injuries during Brazilian jiu-jitsu training. *Sports*, 5(2), 39. <https://doi.org/10.3390%2Fsports5020039>
- Miarka, B., Dal Bello, F., Brito, C. J., Del Vecchio, F. B., Amtmann, J., & Chamari, K. (2019). A 12-year cohort study of DOC-stoppage in professional mixed martial arts. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(5), 606-611. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2017-0131>
- Miarka, B., Dal Bello, F., Brito, J. C., Tabben, M., Oguma, A., Amtmann, J., Moreira, D. G., Pocecco, E., Del Vecchio, F. B., & Chamari, K. (2018). Injuries during a World Judo Championship: differences between sex, weight category and competition phase. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 18(2), 229-244. <https://doi.org/10.1080/24748668.2018.1463777>
- Moriarty, C., Charnoff, J., & Felix, E. R. (2019). Injury rate and pattern among Brazilian jiu-jitsu practitioners: A survey study. *Physical Therapy in Sport*, 39, 107-113. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.06.012>
- Mucha, A., Collins, M. W., Elbin, R., Furman, J. M., Troutman-Enseki, C., DeWolf, R. M., Marchetti, G., & Kontos, A. P. (2014). A brief vestibular/ocular motor screening (VOMS) assessment to evaluate concussions: preliminary findings. *The American Journal of Sports Medicine*, 42(10), 2479-2486. <https://doi.org/10.1177/0363546514543775>
- Petrisor, B. A., Del Fabbro, G., Madden, K., Khan, M., Joslin, J., & Bhandari, M. (2019). Injury in Brazilian jiu-jitsu training. *Sports Health*, 11(5), 432-439. <https://doi.org/10.1177/1941738119849112>
- Pocecco, E., Ruedl, G., Stankovic, N., Sterkowicz, D., Del Vecchio, F. B., Gutiérrez-García, C., Rousseau, R., Wolf, M., Kopp, M., Miarka, B., Menz, V., Krüsmann, P., Calmet, M., Malliaropoulos, N., Burtscher, M. (2013). Injuries in judo: a systematic literature review including suggestions for prevention. *British Journal of Sports Medicine*, 47(18), 1139-1143. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092886>
- Rowson, S., Bland, M. L., Campoletto, E. T., Press, J. N., Rowson, B., Smith, J. A., Sproule, D. W., Tyson, A. M., & Duma, S. M. (2016). Biomechanical perspectives on concussion in sport. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, 24(3), 100-107. <https://doi.org/10.1097/jsa.0000000000000121>
- Santos Silva Lopes, J., Monteiro de Magalhães Neto, A., Oliveira Gonçalves, L. C., Lourenço Alves, P. R., Castilho de Almeida, A., & Marlise Balbinotti Andrade, C. (2019). Kinetics of muscle damage biomarkers at moments subsequent to a fight in Brazilian jiu-jitsu practice by disabled athletes. *Frontiers in Physiology*, 10, 1055. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01055>
- Scoggin, J. F., 3rd, Brusovanik, G., Izuka, B. H., Zandee van Rilland, E., Geling, O., & Tokumura, S. (2014). Assessment of injuries during brazilian jiu-jitsu competition. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 2(2), 2325967114522184. <https://doi.org/10.1177/2325967114522184>
- Spano, M., Risucci, D. A., Etienne, M., & Petersen, K. H. (2019). Epidemiology of sports related concussion in Brazilian jiu-jitsu: a cross-sectional study. *Sports*, 7(2), 53. <https://doi.org/10.3390/sports7020053>
- Teramoto, M., Petron, D. J., Cross, C. L., & Willick, S. E. (2015). Style of play and rate of concussions in the National Football League. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 3(12), 2325967115620365. <https://doi.org/10.1177%2F2325967115620365>

Perfil clínico e níveis de atividade física em pacientes com osteoartrite de quadril avançada

Clinical profile and physical activity levels in patients with advanced hip osteoarthritis

Michael Silveira Santiago¹ , Brunielly Santana Rezende¹ , Talita Leite dos Santos Moraes¹ ,
Joana Monteiro Fraga¹ , Walderi Monteiro da Silva Júnior^{1,2,3} 

RESUMO

A patologia degenerativa articular do quadril surge em grupos etários jovens, relacionados ao impacto femoroacetabular e em idade avançada, por outras causas inflamatórias, com potencial maior de gravidade na presença de comorbidades. Dentro de um grupo amostral de 54 pacientes com indicação cirúrgica, atendidos em um hospital de referência ortopédica universitário, nosso objetivo foi realizar uma análise descritiva de variáveis antropométricas, nível de dor em indivíduos com osteoartrite do quadril avançada e identificar no grupo de indivíduos ativos a distribuição de domínios da prática de atividade física, conforme o IPAQ. A faixa etária prevalente foi abaixo de 60 anos (79,6%), a maior parte (44,4%) dos incluídos no estudo apresentavam impacto femoroacetabular, dentre os sujeitos 77,8% eram ativos e 22,2% inativos. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos no IMC ($p=0,838$) e escala visual analógica ($p=0,259$). Para a variável IMC houve efeito médio ($\eta^2_p=0,072$) e para a EVA efeito alto ($\eta^2_p=0,277$). 55,6% eram do sexo masculino e 44,4% do feminino. Como conclusão, idade menor que 60 anos e o aumento do IMC e a sua maior incidência, esteve presentes no diagnóstico clínico da osteoartrite. Portanto, em indivíduos com osteoartrite avançada, atividades de prevenção e prática de atividades físicas devem ser incentivadas.

PALAVRAS-CHAVE: osteoartrite do quadril; dor; atividade física.

ABSTRACT

Hip joint degenerative pathology appears in young age groups, related to femoroacetabular impingement, and in advanced age, due to other inflammatory causes, with greater potential for severity in the presence of comorbidities. Within a sample group of 54 patients with surgical indication, treated at a university orthopaedic referral hospital, our objective is to carry out a descriptive analysis of anthropometric variables, level of pain in subjects with early hip osteoarthritis and to identify in the active-active group the distribution of domains of physical activity practice, according to the IPAQ. The prevalent age group was below 60 years (79.6%); most (44.4%) of those included in the study had femoroacetabular impact; among these subjects, 77.8% were active and 22.2% inactive. There was no statistically significant difference between groups in BMI ($p=0.838$) and visual analogic scale ($p=0.259$). There was a medium effect ($\eta_p^2=0.072$) for the BMI and a high effect ($\eta_p^2=0.277$) for VAS. 55.6% were male and 44.4% female. In conclusion, age under 60 years and increased incidence of BMI were present in osteoarthritis's clinical diagnosis. Therefore, prevention and physical activity should be encouraged in individuals with this advanced joint disease.

KEYWORDS: hip osteoarthritis; pain; physical activity.

¹Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Universidade Federal de Sergipe – São Cristóvão (SE), Brasil; michaelquadril1308@gmail.com; brunyrezende@hotmail.com; joanamfraga@hotmail.com; talitaleite.fisioterapia@gmail.com; walderim@yahoo.com.br.

²Hospital Universitário da Universidade Federal de Sergipe – Aracaju (SE), Brasil.

³Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de Sergipe – São Cristóvão (SE), Brasil.

***Autor correspondente:** Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Sergipe, Cidade Universitária “Prof. José Aloisio de Campos”. Avenida Marechal Rondon, s/n., Jardim Rosa Elze – CEP 49100-000 – São Cristóvão (SE), Brasil. E-mail: brunyrezende@hotmail.com

Conflito de interesses: nada a declarar. **Financiamento:** nada a declarar.

Recebido: 08/09/2021. **Aceite:** 18/12/2021.

INTRODUÇÃO

A osteoartrite (OA) é uma doença articular degenerativa com grande prevalência e que implica incapacidade física na faixa etária mais elevada, por apresentar uma extensão para o esqueleto apendicular superior e inferior, com repercussão para marcha e prejuízo no desenvolvimento de atividades manuais ou de locomoção (Kolasinski et al., 2020). A articulação do quadril, incluindo as pequenas articulações da mão e joelho é um dos mais frequentes segmentos com osteoartrite e incide de 10 a 25% das pessoas com mais de 55 anos (Silva, 2018). Alguns estudos associam a prevalência maior em mulheres, com a sobrecarga de trabalho, e as malformações estruturais (displasia, impacto femoroacetabular) como os fatores mais relevantes para esta doença no quadril (Nogueira et al., 2021).

É frequente a presença de osteoartrite do quadril isolada, sem relação com o dano articular em outros segmentos, o que permite a associação de fatores locais na patogênese. A forma primária ou idiopática da osteoartrite surge quando não há uma condição clínica que justifique o seu surgimento. Por outro lado, com a descoberta dos fatores biomecânicos morfoestruturais influenciando a progressão das alterações articulares, tem aumentado a importância dos fatores secundários, uma vez que a geometria óssea articular é uma das frequentes causas de osteoartrite no grupo etário jovem (Driban, Harkey, Liu, Salzler, & McAlindon, 2020).

Há um quadro multifatorial que se relaciona com a lesão no quadril, caracterizando uma forma secundária da osteoartrite (Tateuchi et al., 2019). Tem crescido o diagnóstico do Impacto femoroacetabular que altera a arquitetura óssea ao nível da transição cabeça — colo femoral e em rebordo acetabular, ou isoladamente ou com forma combinada (mista) e tem esclarecido muitas etiologias, ditas como idiopáticas no passado (O'Neill, McCabe, & McBeth, 2018) (Figuras 1 e 2).

A presença de comorbidades representa uma variável que pode influenciar na participação ou na prática de atividade física, porém, mostra dados inconsistentes (Franco et al., 2015). Não está claro na literatura científica a influência da dor em um grupo com alterações morfoestruturais. Desta forma, o alinhamento de uma linha de pesquisa que permita dar mais informações sobre a relação de variáveis pouco estudadas (comorbidades, dor e nível de atividade física) em um grupo específico de patologia musculoesquelética faz-se necessário. Com isso, o objetivo principal deste estudo é realizar uma análise descritiva das variáveis antropométricas, o nível de dor em um grupo de indivíduos com osteoartrite do quadril avançada e identificar no grupo de indivíduos ativos a distribuição de domínios da prática de atividade física, conforme o IPAQ. A hipótese do nosso estudo é que pacientes com osteoartrite avançada de quadril apresentam as variáveis antropométricas e o nível de dor elevados, com possível interferência no nível de atividade física desses indivíduos.

MÉTODOS

Trata-se de um estudo transversal realizado no ambulatório de ortopedia do grupo de reconstrução de articulação do quadril do Hospital Universitário da Universidade Federal de Sergipe (UFS) com 54 indivíduos que apresentam osteoartrite de quadril, confirmada clinicamente pela presença de osteoartrose intra-articular com dor na região da virilha e lateral do quadril com possibilidade de extensão da coxa até o joelho, mobilidade reduzida em detrimento da flexão, adução e rotação interna. Devido à dificuldade de resolução cirúrgica da patologia do quadril em um hospital público, optou-se por um estudo transversal para melhor realizar a análise descritiva das variáveis antropométricas (índice de massa corpórea, gênero, idade), a presença de comorbidades, o nível de atividade física

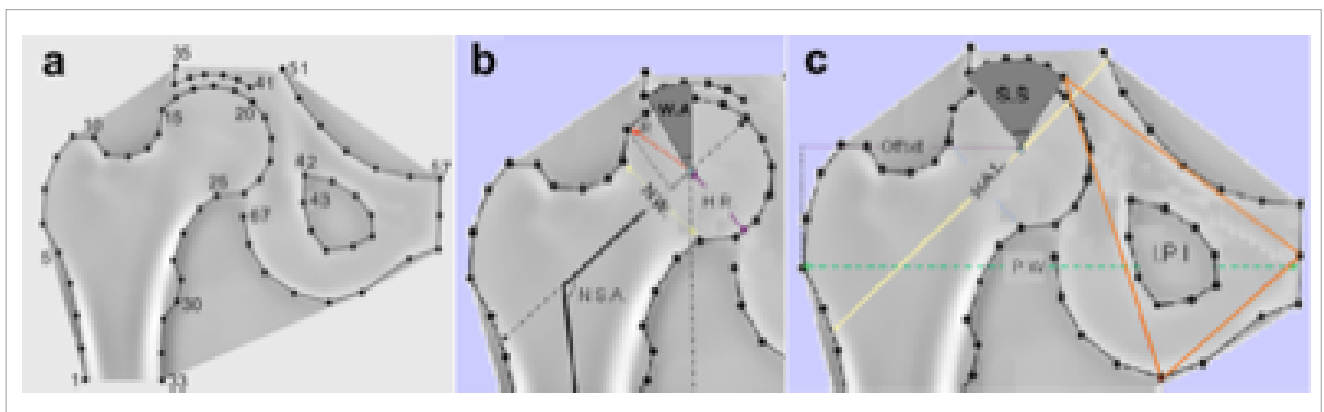


Figura 1. (A) Pontos foram usados para delinear contornos do fêmur, pelve e acetábulo. (B e C) representações esquemáticas de geometria alterada, em que a área em cinza escuro representa angulações que permitem alterar a morfologia femoroacetabular.

conforme o Questionário Internacional de Atividade Física (forma longa) e a causa da osteoartrite (Figura 3).

Radiograficamente, foi utilizada a classificação de Kellgren e Lawrence (1957), com graus que variam de acordo com o estreitamento articular e presença de osteófitos, com graus > dois, mostrando redução do espaço articular maior que dois mm. Adotamos como critérios de inclusão: a classificação radiográfica (citada acima) e adultos maiores de 20 anos. Os critérios de exclusão foram atendidos por indivíduos que não realizaram acompanhamento clínico por meio da aplicação de questionários e exame clínico direcionado ao quadril, limitação motora que impediu a realização de qualquer uma das avaliações, ou prejuízo cognitivo por ter doença de Alzheimer, cerebral paralisia ou qualquer doença neurológica que prejudique a verbalização. Foram avaliados quadris com osteoartrite avançada, e o diagnóstico da patologia foi previamente discriminado pelo acompanhamento clínico e radiográfico. Osteonecrose da cabeça femoral por causas idiopáticas ou hematológicas, impacto femoroacetabular, sequelas de quadros infecciosos articulares e epifisiólise femoral proximal, displasia e protrusão acetabular foram os diagnósticos primários. Os pacientes com essas patologias foram avaliados de acordo com as variáveis individuais (Beckmann et al., 2014).

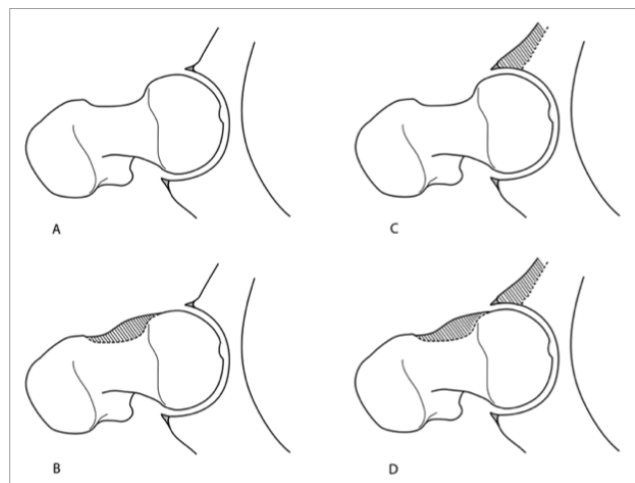


Figura 2. Esquema ilustrativo das alterações morfoestruturais em transição cabeçola femoral e em acetábulo. (A) Quadril normal, concavidade na transição cabeça-colo femoral. (B) Convexidade na transição cabeça-colo femoral. (C) Cobertura acetabular excessiva sobre a cabeça femoral. (D) Alteração femoral e acetabular estruturais.

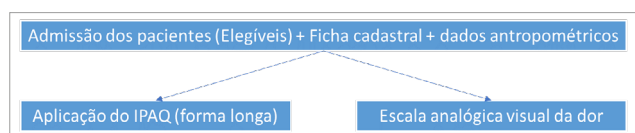


Figura 3. Desenho esquemático do estudo.

Amostra

Uma amostra de conveniência foi utilizada com 54 pacientes atendidos em uma clínica de quadril, após preencher os critérios de inclusão. Todos os pacientes eram elegíveis e encontravam-se em lista de espera para intervenção cirúrgica artroplástica e permaneciam em tratamento clínico ortopédico sob suporte medicamentoso e reabilitação (quando toleravam), para controle da dor e tentativa de melhora da funcionalidade. Incluímos esse grupo de pacientes porque, sendo pacientes da rede pública de saúde, o acompanhamento clínico é precário devido à necessidade de avaliações ortopédicas continuadas e por procurarem o serviço de referência universitária em estágios mais avançados de osteoartrite.

O poder de amostragem foi classificada a priori usando o software de código aberto G*Power® (Versão 3.0; Berlim, Alemanha), compartilha uma “estatística da família T (Correlações)” considerando um padrão $\alpha < 0,05$, $\beta = 0,80$ e o tamanho do efeito de 0,39 encontrado para a relação do nível de atividade física com o grau de OA em pacientes de ambos os sexos no estudo de Morcos, Teeter, Somerville e Lanting (2020). Assim, foi possível estimar um poder amostral de 0,80 ($t(3,4): 1,69$) para uma amostra mínima de trinta e sujeitos ($N = 36$), sugerindo que o tamanho da amostra do presente estudo possui força estatística para responder à abordagem de pesquisa.

Os pacientes participaram do estudo de forma voluntária e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme resolução 466/2012 da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), do Conselho Nacional de Saúde, de acordo com os princípios éticos expressos na Declaração de Helsinque (1964, reformulado em 1975, 1983, 1989, 1996, 2000, 2008 e 2013). O projeto foi encaminhado ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Sergipe com CAAE: 16843619.4.0000.5546 e aprovado com o seguinte parecer 3.623.993 em 07 de outubro de 2019.

Instrumentos

Dados antropométricos

O índice de massa corporal (IMC) foi obtido dividindo-se o peso em kg pela altura em metros (Kasitnon, Li, Wang, & Fredericson, 2021). Para o exame clínico do médico pesquisador, os pacientes permaneceram em decúbito dorsal para avaliação do déficit na amplitude articular em flexão, extensão, rotação interna e externa, abdução e adução. Na avaliação radiográfica, as incidências ântero-posteriores e o perfil ducroquet (flexão de 90 graus e abdução de 45 graus) foram utilizadas para melhor visualização do espaço articular ou alterações morfológicas (estruturais), necrose da cabeça

do fêmur, redução concêntrica ou excêntrica da articulação dependendo da localização do envolvimento da cabeça femoral (Jotanovic, Mihelicc, Gulan, Sestan, & Dembic, 2015; Karande & Kini, 2018).

Questionário Internacional de Atividade Física: formulário longo

Quatro domínios (ocupação doméstica e profissional, lazer, transporte) foram utilizados por meio de perguntas. Registramos o número de minutos que os pacientes permaneceram em pé, caminhando ou qualquer outra atividade por dia e multiplicado por 7 dias. Aqueles que frequentavam mais de 150 minutos de atividade por semana foram considerados ativos, enquanto aqueles que frequentavam menos de 150 minutos foram considerados inativos (Bull et al., 2020).

Escala visual analógica

Esse instrumento foi utilizado para avaliar o nível de dor nos indivíduos. Consiste em uma variação de 11 números, entre 0 e 10, onde 0 é considerado sem dor e 10, dor máxima insuportável. Essa avaliação foi realizada assim que o paciente foi admitido no estudo (Jarrel et al., 2018).

Procedimentos

Como o hospital universitário é referência em patologias crônico-degenerativas, atualizamos os dados com o registro das comorbidades: reumáticas, cardíacas, traumáticas, hematológicas. O tipo de atividade física desenvolvida foi classificado em: nenhuma atividade, doméstica, de lazer (caminhada, ciclismo, natação, alongamento) e ocupação laboral.

Agrupamos as etiologias em três grupos, de acordo com a proximidade da forma de apresentação. O primeiro grupo representou aqueles com alterações morfológicas (impacto femoroacetabular, sequelas de epifisiólise e displasia do desenvolvimento do quadril). O segundo grupo foi formado por patologia reumática, osteonecrose da cabeça femoral induzida por corticoterapia ou por doença hematológica e protrusão acetabular. O último grupo incluiu causas traumáticas e infecciosas. Para cada grupo, coletamos identificamos o IMC e o nível de dor.

Em todos os pacientes, os mesmos dados foram coletados para que pudéssemos entender melhor a relação das etiologias da osteoartrite com o nível da dor ou com o nível de atividade física. Nestes grupos, não medimos os ângulos α e CE, pois apresentavam osteoartrose avançada (Kemp et al., 2019). Todos os casos de osteoartrose estavam em graus avançados com grande perda da função articular ao exame clínico e sinais radiográficos típicos de artrose.

Análise estatística

Foi realizada estatística descritiva da caracterização do estudo, utilizando as medidas de tendência central, média ($X \pm$ Desvio Padrão (DP) e intervalo de confiança de 95% (IC95%) com as variáveis dependentes (nível de atividade física) e os determinantes (IMC, idade, sexo, horário de dor mais intensa, comorbidades). Para verificar a normalidade das variáveis, foi utilizado o teste de Kolmogorov Smirnof (KS), dado o tamanho da amostra (54 sujeitos). Os dados de todas as variáveis analisadas foram homogêneos e com distribuição normal. Foram utilizadas variáveis categóricas, idade (dicotomia aos 40 anos) e nível de atividade física. O tamanho do efeito (effect size) foi computado como a diferença entre as médias dividida pelo desvio padrão (Cohen, 1988). O tratamento estatístico foi realizado por meio do pacote informatizado Statistical Package for the Social Science (SPSS), versão 22.0.

RESULTADOS

Foram incluídos no estudo 54 indivíduos de ambos sexos, que apresentam osteoartrite de quadril. Os pacientes com osteoartrite de quadril foram caracterizados e apresentados na Tabela 1. A faixa etária prevalente foi abaixo de 60 anos (79,6%), sem significância estatística entre os níveis de atividade física nos grupos estudados. A maior parte (44,4%) apresentavam impacto femoroacetabular como etiologia da doença. Dentre os sujeitos 77,8% eram ativos e 22,2% inativos.

Na Tabela 2 é possível observar que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos no IMC ($p=0,838$) e EVA ($p=0,259$). Para a variável IMC houve efeito médio ($\eta^2p=0,072$) e para a EVA efeito alto ($\eta^2p=0,277$).

Da amostra de conveniência adotada, 55,6% eram do sexo masculino e 44,4% do feminino. De acordo com o IPAQ (forma longa), nenhuma atividade (inativo) era praticada por 22,2% dos participantes, enquanto os ativos eram divididos entre aqueles que realizavam atividades de lazer (42,9%) e afazeres domésticos (57,1%). Dentre as atividades de lazer, a mais frequente foi a caminhada (Figura 4).

DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo realizar uma análise descritiva das variáveis antropométricas, o nível de dor e identificar o nível de atividade física em um grupo de indivíduos com osteoartrite do quadril avançada. Este foi o primeiro artigo que trouxe uma análise comparativa com diversas patologias e mostrou que esses indivíduos apresentam maior tendência à prática de atividades físicas, como caminhada, natação, alongamento isométrico e ciclismo. O estudo de Veenhof, Huisman, Barten,

Tabela 1. Caracterização dos 54 sujeitos.

	Geral
Idade (Anos)	49,90± 14,68
IMC	26,79± 4,97
Etiologia da osteoartrite	
Impacto femoroacetabular	44,4%
Osteonecrose da cabeça femoral	24,1%
Traumática	9,3%
Doença reumática	7,4%
Displasia do quadril	5,6%
Protrusão acetabular	3,7%
Infecciosa	3,7%
Epifisiólise	1,9%
IPAQ	
Inativo	22,20%
Ativo	77,80%

IMC: índice de massa corporal; IPAQ: Questionário Internacional de Atividade Física.

Tabela 2. IMC e EVA em diferentes tipos de etiologia da osteoartrite*.

	IMC X± DP (IC95%)	EVA X± DP (IC95%)
Impacto (Grupo I)	28,26± 4,96 (23,67–32,85)	6,86± 1,35 (5,61–8,10)
Osteonecrose +Reumática (Grupo II)	25,31± 4,52 (21,13–29,49)	8,14± 1,68 (6,59–9,69)
Infecciosa +Traumática (Grupo III)	27,19± 5,33 (22,26–32,12)	6,14± 2,19 (4,11–8,17)
P	0,838	0,259
η ² p	0,072#	0,277##

*Os dados estão apresentados em media± desvio padrão; p< 0,05 (ANOVA two-way, and Bonferroni Post Hoc); IMC: índice de massa corporal; η²: # efeito médio (0.05 to 0.25), ## efeito alto (0.25 a 0.50).

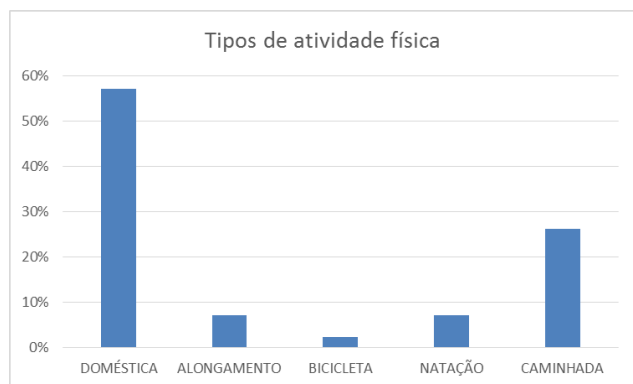


Figura 4. Tipos de atividade física realizadas por indivíduos com osteoartrite de quadril avançada.

Takken e Pisters (2012) trouxe conclusões semelhantes ao nosso estudo, no que diz respeito à falta de evidências de fatores individuais, como idade, IMC com baixo nível de atividade física.

A intensidade da dor fez parte da avaliação clínica por meio da Escala Visual Analógica e a dor de alta intensidade representou 51,9% da queixa referida pelo paciente, sendo o período noturno o mais frequente, 83,3%. Não diferenciamos os estágios da osteoartrose, pois toda a amostra possuía grau avançado. Dentre os casos de osteonecrose da cabeça femoral, todos já apresentavam colapso marginal da cabeça com redução do espaço articular.

A força muscular foi reduzida (graus 0–2) em todos os pacientes analisados e a funcionalidade foi muito limitada, principalmente na flexão do quadril, adução e rotação interna do quadril. Em nosso estudo, encontramos maior prevalência de indivíduos com osteoartrite de quadril (candidatos à cirurgia artroplástica) com dor intensa em quase toda a amostra, com apenas 1,9% apresentando dor leve. Quando várias atividades foram divididas pelo IPAQ, observou-se que a ocupação doméstica contribuiu para um maior nível de atividade física, classificando o sujeito como ativo. Esses dados mostraram semelhança com estudo que identificou a maior prevalência de jovens com alterações morfoestruturais desenvolvendo atividades de baixo impacto como ocupacionais, domésticas ou recreativas (Kopec et al., 2017). Nesse sentido, espera-se que os indivíduos mais jovens tenham menos déficits funcionais e de força do que os mais velhos, o que justifica um maior nível de atividade em nossa amostra (Judd, Thomas, Dayton, & Stevens-Lasley, 2014).

Altos níveis de dor representam um dos principais achados clínicos na indicação cirúrgica no grupo com osteoartrite do quadril e independente da causa (grupos do nosso estudo) influencia na decisão terapêutica médica. Este componente clínico é um dos instrumentos de avaliação da necessidade cirúrgica (Dolin et al., 2003; Gademan et al., 2016).

A faixa etária mais prevalente encontrada nos sujeitos da pesquisa (< 60 anos) não apresentou semelhança com o estudo de Murphy, Eyles e Hunter (2016). Porém, neste grupo de pacientes, a participação do impacto femoroacetabular foi um fator etiológico importante (Ganz et al., 2003), sendo que essa causa representou 44% em nosso estudo. Em concordância com outros artigos, há maior incidência de diagnóstico de impacto femoroacetabular em uma faixa etária mais jovem, seja com alterações anatômicas (CAME), acetabulares (PINCER) ou mistas (Kopec et al., 2017). No grupo com deformidades estruturais do quadril, a displasia do quadril e o impacto femoroacetabular (sendo primário ou secundário à consolidação da epifisiólise proximal do fêmur) predispõem às doenças articulares degenerativas (Wyles et al., 2017).

Na Tabela 2, observamos que a patologia femoroacetabular apresenta menor nível de dor do que o grupo das patologias infecciosas e traumáticas, com significância estatística. Nesse sentido, o estudo de Kemp et al. (2019), mostra que os sintomas de dor no quadril com este perfil patológico não são um fator impeditivo para a prática de atividade física, o que é confirmado pelo IPAQ de nosso estudo entre os sujeitos do grupo I.

Diferentemente de outros estudos que discriminam o nível de atividade física pelo desempenho clínico (WOMAC), optou-se pelo uso do IPAQ (forma longa) para melhor estratificar o nível de atividade de acordo com os domínios (doméstico, ocupacional, lazer, transporte). Com essa mudança na abordagem clínica, um maior nível de atividade foi identificado em indivíduos com osteoartrose de quadril, principalmente no domínio da ocupação doméstica (Edwards et al., 2014).

Ao final do estudo, observamos algumas limitações. Em primeiro lugar, o tamanho da amostra era pequeno, principalmente nos grupos II (doenças reumáticas, osteonecrose, protusão acetabular), III (causas traumáticas infecciosas), o que dificultava a realização da estatística de regressão logística, ANOVA. Assim, o resultado pode ser subestimado ou altamente valorizado para algumas análises. Em segundo lugar, por se tratar de um estudo transversal, a atividade física foi registrada em um único momento sem um instrumento objetivo de medição de passos ou deslocamentos, e pode ter havido oscilações da atividade ao longo do dia que não foram registradas. Terceiro, todos os indivíduos apresentam alto grau de osteoartrose, indicação cirúrgica artroplástica e recomendação prévia para evitar atividades de alto impacto, o que já dificultava a adesão ou a prática de qualquer atividade física, exceto a doméstica.

CONCLUSÕES

Observamos que as comorbidades influenciaram o nível de atividade física, sendo que dentre os ativos a atividade doméstica foi a mais frequente. A intensidade de dor e um dado relevante em toda amostra. Com a análise final dos dados, idade menor que 60 anos e o IMC acima do peso estiveram presentes no diagnóstico clínico da osteoartrite.

Concluimos que na osteoartrite avançada do quadril em pacientes com patologias de impacto femoroacetabular, há uma relação com a atividade física, de forma que a mobilidade doméstica, recreativa deve ser incentivada a fim de diminuir ou prevenir doenças crônicas. Diante dos dados finais do estudo, recomendamos atividades de baixo impacto para este perfil de indivíduos com osteoartrite. Portanto, atividades de prevenção e práticas de atividade física devem ser incentivadas.

REFERÊNCIAS

- Beckmann, J. T., Wylie, J. D., Kapron, A. L., Hanson, J. A., Maak, T. G., & Aoki, S. K. (2014). The Effect of NSAID prophylaxis and operative variables on heterotopic ossification after hip arthroscopy. *American Journal of Sports Medicine*, 42(6), 1359-1364. <https://doi.org/10.1177/0363546514526361>
- Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., Carty, C., Chaput, J., Chastin, S., Chou, R., Dempsey, P. C., Dipietro, L., Ekelund, U., Firth, J., Friedenreich, C. M., Garcia, L., Gichu, M., Jago, R., Katzmarzyk, P. T., ... Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behavior. *Brazilian Journal of Sports Medicine*, 54(24), 1451-1462. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. 2nd ed. Erlbaum.
- Dolin, S. J., Williams, S. J., Ashfords, N., George, J., Pereira, L. & Perello, A. (2003). Factors affecting medical decision-making in patients with osteoarthritis of the hip: allocation of surgical priority. *Disability and Rehabilitation*, 25(14), 771-777. <https://doi.org/10.1080/0963828031000090551>
- Driban, J. B., Harkey, M. S., Liu, S.-H., Salzler, M. & McAlindon, T. E. (2020). Osteoarthritis and aging: young adults with osteoarthritis. *Current Epidemiology Reports*, 7(1), 9-15. <https://doi.org/10.1007/s40471-020-00224-7>
- Edwards, M. H., Van Der Pas, S., Denkiner, M. D., Parsons, C., Jamenson, K. A., Schaap, L., Zambon, S., Castel, M., Herbolzheimer, F., Nasell, H., Sanchez-Martinez, M., Otero, A., Nikolaus, T., Van Schoor, N. M., Pedersen, N. L., Maggi, S., Deeg, D. I. H., Cooper, C. & Dennison, E. (2014). Relationships between physical performance and knee and hip osteoarthritis: findings from the European Project on osteoarthritis (EPOSA). *Age Ageing*, 43(6), 806-813. <https://doi.org/10.1093/ageing/afu068>
- Franco, M. R., Tong, A., Howard, K., Sherrington, C., Ferreira, P. H., Pinto, R. Z., & Ferreira, M. L. (2015). Older people's perspectives on participation in physical activity: a systematic review and thematic synthesis of qualitative literature. *British Journal of Sports Medicine*, 49(19), 1268-1276. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094015>
- Gademan, M. G. J., Hofstede, S. N., Vliet Vlieland, T. P. M., Nelissen, R. G. H. H. & Marang-Van De Mheen, P. J. (2016). Indication criteria for total hip or knee arthroplasty in osteoarthritis: a state-of-the-science overview. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 17(1), 463. <https://doi.org/10.1186/s12891-016-1325-z>
- Ganz, R., Parvizi, J., Beck, M., Leunig, M., Nötzli, H., & Siebenrock, K. A. (2003). Femoroacetabular impingement: a cause for osteoarthritis of the hip. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 417, 112-120. <https://doi.org/10.1097/01.blo.0000096804.78689.c2>
- Jarrel, J. F., Vilos, G. A., Allaire, C., Burgess, S., Fortin, C., Gerwin, R., Lapensee, L., Lea, R. H., Leyland, N. A., Martyn, P., Shenassa, H. & Taenzer P. (2018). No. 164-Consensus Guidelines for the Management of Chronic Pelvic Pain. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Canada*, 40(11), e747-e787. <https://doi.org/10.1016/j.jogc.2018.08.015>
- Jotanovic, Z., Mihellic, R., Gulan, G., Sestan, B. & Dembic, Z. (2015). Osteoarthritis of the hip: An overview. *Periodicum Biologorum UDC*, 117(1), 95-108.
- Judd, D. L., Thomas, A. C., Dayton, M. R. & Stevens-Lasley, J. E. (2014). Strength and functional deficits in individuals with hip osteoarthritis compared to healthy, older adults. *Disability and Rehabilitation*, 36(4), 307-312. <https://doi.org/10.3109%2F09638288.2013.790491>
- Karande, S. P. & Kini, S. (2018). Osteoarthritis: clinical and radiological correlation. *Journal of Association of Physicians of India*, 66(7), 37-39.

- Kasitnon, D., Li, W.-X., Wang, E. X. S. & Fredericson, M. (2021). Physical examination and patellofemoral pain syndrome: an updated review. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 14(6), 406-412. <https://doi.org/10.1007/s12178-021-09730-7>
- Kellgren, J. H. & Lawrence, J. S. (1957). Radiological assessment of osteo-arthritis. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 16(4), 494-502. <https://doi.org/10.1136/ard.16.4.494>
- Kemp, J., Grimaldi, A., Heerey, J., Denise, J., Scholes, M., Lawrenson, P., Coburn, S. & King, M. (2019). Current trends in sport and exercise hip conditions: intra-articular and extra-articular hip pain, with detailed focus on femoroacetabular impingement (FAI)syndrome. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 33(1), 66-87. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2019.02.006>
- Kolasinski, S. L., Neogi, T., Hochberg, M. C., Oatis, C., Guyatt, G., Block, J., Callahan, L., Copenhaver, C., Dodge, C., Felson, D., Gellar, K., Harvey, W. F., Hawker, G., Herzig, E., Kwoh, C.K., Nelson, A.E., Samuels, J., Scanzello, C., White, D., Wise, B., Altman, R.D., DiRenzo, D., Fontanarosa, J., Girardi, G., Ishimori, M., Misra, D., Aakash, A., Shmagel, A.K., Thoma, L.M., Turgunbaev, M., Turner, A.S., & Reston, J. (2020). 2019 American College of Rheumatology/ Arthritis Foundation guideline for the management of osteoarthritis of the hand, hip, and knee. *Arthritis & Rheumatology*, 72(2), 220-233. <https://doi.org/10.1002/art.41142>
- Kopec, J. A., Cibere, J., Li, L. C., Zhang, C., Barber, M., Qian, H., Wong, H., Steininger, G., Prlc, H., Simatovic, J., Ratzlaff, C., Sayre, E. C., Ye, J., Forster, B. B. & Esdaile, J. M. (2017). Relationship between physical activity and hip pain in persons with and without cam or pincer morphology: a population-based case- control study. *Osteoarthritis Cartilage*, 25(7), 1055-1061. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2017.02.795>
- Morcos, M. W., Teeter, M. G., Somerville, L. E. & Lanting, B. (2019). Correlation between hip osteoarthritis and the level of physical activity as measured by wearable technology and patient-reported questionnaires. *Journal of Orthopaedics*, 20, 236-239. <https://doi.org/10.1016/j.jor.2019.11.049>
- Murphy, N. J., Eyles, J. P. & Hunter, D. J. (2016). Hip osteoarthritis: etiopathogenesis and implications for management. *Advances in Therapy*, 33(11), 1921-1946. <https://doi.org/10.1007/s12325-016-0409-3>
- Nogueira, D. L., Silva Junior, J. F., Nascimento, A. L. S., Mendonça, A. C. S., Cavalcante, T. B. & Almeida, R. F. C. (2021). Papel causal do sexo nas artroplastias de quadril: quadril acometido, diagnóstico prévio e tempo de internação. *Saúde e Pesquisa*, 14(2), 393-403. <https://doi.org/10.17765/2176-9206.2021v14n2e7947>
- O'Neill, T. W., McCabe, P. S. & McBeth, J. (2018). Update on the epidemiology, risk factors and disease outcomes of osteoarthritis. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 32(2), 312-326. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2018.10.007>
- Silva, J. M. R. (2018). *Efeitos de um programa educacional promovendo a prática regular de exercício físico sobre a capacidade física, funcional, qualidade de vida e nível de atividade física de indivíduos com osteoartrite de joelho durante 4 anos de seguimento* [Tese de Doutorado em Ciências da Motricidade, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"]. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11449/180479>
- Tateuchi, H. (2019). Gait- and postural-alignment-related prognostic factors for hip and knee osteoarthritis: Toward the prevention of osteoarthritis progression. *Physical Therapy Research*, 22(1), 31-37. <https://doi.org/10.1298/ptr.R0003>
- Veenhof, C., Huisman, P. A., Barten, J. A., Takken, T. & Pisters, M. F. (2012). Factors associated with physical activity in patients with osteoarthritis of the hip or knee: a systematic review. *Osteoarthritis Cartilage*, 20(1), 6-12. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2011.10.006>
- Wyles, C. C., Heidenreich, M. J., Jeng, J., Larson, D. R., Trousdale, R. T. & Sierra, R. J. (2017). The John Charnley Award: redefining the natural history of osteoarthritis in patients with hip dysplasia and impingement. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 475(2), 336-350. <https://doi.org/10.1007/s11999-016-4815-2>

Efeito do exergames no desempenho motor e no tempo de reação em uma criança com transtorno do espectro autista

Effect of exergames on motor performance and reaction time in a child with autism spectrum disorder

Elizângela Fernandes Ferreira Santos Diniz¹ , Osvaldo Costa Moreira² ,
Claudia Eliza Patrocínio de Oliveira¹ , Eveline Torres Pereira^{1*} 

RESUMO

Dificuldades nas funções executivas e no desempenho motor em crianças com o transtorno do espectro autista (TEA) têm sido alvos de pesquisas. Este estudo teve por objetivo verificar o efeito do exergames no desempenho motor e no tempo de reação de uma criança (6 anos) com TEA. Foram aplicadas oito semanas de jogos com o Xbox Kinect, com encontros semanais e duração de 35 a 40 minutos. O desempenho motor foi avaliado pela Escala de Desenvolvimento Motor (EDM) e o tempo de reação pelo teste Reação Simples e de Escolha RT/S1, disponível no sistema computadorizado Mental Test and Training System. Os dados obtidos foram analisados segundo o Método JT. Os resultados indicaram uma mudança positiva confiável no quociente motor geral ($QMG_{pré} = 87.5/QMG_{pós} = 102.32$) com um índice de mudança positiva confiável (IMC) de 4.19, na idade motora geral ($IMG_{pré} = 70/IMG_{pós} = 88$; $IMC = 4.55$) e nas áreas motoras equilíbrio ($QM_{pré} = 52.5/QM_{pós} = 104.65$; $IMC = 2.47$) e esquema corporal ($IM_{pré} = 60/IM_{pós} = 96$; $IMC = 2.63$) após aplicação do exergames, entretanto, sem alterações significativas nos escores do tempo de reação ($TR_{pré} = 361/TR_{pós} = 319$; $IMC = 1.26$). As descobertas sugerem que o uso do exergames parece refletir em melhorias nos aspectos motores, mas não no tempo de reação.

PALAVRAS-CHAVE: jogos de vídeo; destreza motora; tempo de reação.

ABSTRACT

Difficulties in executive functions and motor performance in children with autism spectrum disorder (ASD) have been researched. This study aimed to verify the effect of exergames on motor performance and reaction time of a child (6 years old) with ASD. Eight weeks of games with Xbox Kinect were applied, with weekly meetings and duration of 35 to 40 minutes. Motor performance was assessed by the Motor Development Scale (EDM) and reaction time by the Simple Reaction and Choice RT/S1 test, available in the computerized Mental Test and Training System. The data obtained were analyzed according to the JT Method. The results indicated a reliable positive change in the general motor quotient ($QMG_{pre} = 87.5/QMG_{post} = 102.32$) with a reliable change index (IMC) of 4.19, in the general motor age ($IMG_{pre} = 70/IMG_{post} = 88$; $IMC = 4.55$) and in the motor areas balance ($QM_{pre} = 52.5/QM_{post} = 104.65$; $IMC = 2.47$) and body schema ($IM_{pre} = 60/IM_{post} = 96$; $IMC = 2.63$) after application of the exergames, but without significant changes in the reaction time scores ($TR_{pre} = 361/TR_{post} = 319$; $IMC = 1.26$). The findings suggest that the use of exergames seems to reflect improvements in motor aspects, but not in reaction time.

KEYWORDS: video game; motor skills; reaction time.

¹Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Viçosa – Viçosa (MG), Brasil.

²Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Viçosa – Florestal (MG), Brasil.

*Autor correspondente: Departamento de Educação Física, Av. PH Rolfs, s/n, Campus Universitário – CEP: 36570-000 – Viçosa (MG), Brasil. E-mail: etorres@ufv.br

Conflito de interesses: nada a declarar. **Financiamento:** Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

Recebido: 21/07/2021. **Aceite:** 28/11/2021.

INTRODUÇÃO

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é definido como déficit persistente na comunicação e na interação em diversos contextos associados aos padrões de comportamentos e interesses restritos e repetitivos (American Psychiatric Association, 2014), sendo reconhecido como um dos transtornos do neurodesenvolvimento de alta prevalência na infância e adolescência (Rotta, Ohlweiler & Riesgo, 2016). Nos Estados Unidos da América, a prevalência do TEA atualmente é de 1:54 crianças (Baio et al., 2018). No Brasil, as pesquisas epidemiológicas que possibilitem afirmar a prevalência do TEA na população ainda são escassas, porém, com base em estimativas internacionais, é possível inferir que até 1,5 milhão de brasileiros tenham TEA (Paula, Fombone, Gadia, Tuchman & Rosanoff, 2011). Os principais sintomas do transtorno estão relacionados à área social, implicando desafios na comunicação e interação social (American Psychiatric Association, 2014). Além dessas alterações comportamentais, é documentado na literatura a existência de déficits motores no autismo, principalmente, na marcha, na destreza manual, na função vestibular, no equilíbrio, no controle postural, na imitação e na coordenação interpessoal (Zampella, Wang, Haley, Hutchinson & Marchena, 2021).

Fournier, Hass, Naik, Lodha e Cauraugh (2010) realizaram uma metanálise com 51 estudos acerca das dificuldades motoras no autismo e demonstraram déficits de coordenação motora substanciais, nos movimentos de braços, na marcha e na estabilidade postural em pessoas com TEA, independente da faixa etária. Há indícios que as alterações na motricidade do transtorno estejam envolvidas com processos neurobiológicos. Pesquisas com neuroimagem identificaram anomalias significativas em estruturas que controlam o comportamento motor, relacionados a volumes totais do cérebro, cerebelo, núcleo caudado e tronco cerebral (Rotta et al., 2016; Dadalko & Travers, 2018). Ruggeri, Dancel, Johnson e Sargent (2020) revisaram 34 estudos concluindo que intervenções como ginástica, futebol, equitação, natação e aulas de educação física têm contribuído com a melhoria das habilidades motoras, porém, cada tipo de intervenção influencia de forma diferente no desempenho motor de crianças com TEA.

É possível encontrar, ainda, estudos relacionando o TEA com um menor desempenho das funções cognitivas (Hilton et al., 2014; Rotta et al., 2016), dentre elas a memória, a atenção e as funções executivas, todavia, os resultados apresentados são inconsistentes e a origem dessas dificuldades não estão bem definidas (Magnuson, Iarocci, Doesburg & Moreno, 2019). Um dos processos cognitivos que compõe a atenção — o tempo de reação (TR) —, ainda é pouco estudado na população com TEA. O TR indica a velocidade e o êxito da

tomada de decisão, além de representar o intervalo de tempo entre a apresentação do estímulo e o início da resposta do indivíduo (Schmidt & Wrisberg, 2001). Uma velocidade de processamento mais lenta no TEA é supostamente causada por uma interrupção primária dos sistemas do lobo frontal, que pode ser associada a mutações em germinativas (Busch et al., 2019). Porém, Ferraro (2016) aponta evidências de que o TR simples não está diminuindo no TEA em comparação com grupos controles, no entanto, Magnuson et al. (2019) apontam a possibilidade de um aumento da variabilidade do TR intrassujeito em pessoas com TEA. Esses achados demonstram a heterogeneidade presente nos sintomas cognitivos no autismo, requerendo maior número de pesquisas relacionadas ao TR nessa população.

Diante do exposto, torna-se importante desenvolver estudos que busquem estimular o desempenho motor e os processos cognitivos em pessoas com TEA, contribuindo para a aquisição de habilidades necessárias e para adquirir maior autonomia e independência no seu dia a dia. Considerando que a instrução visual é mais eficaz em relação à instrução verbal para crianças com TEA (Ruggeri et al., 2020) e que a proposta de intervenção com exergames — conhecidos como videogames com ferramentas que fornecem imagens tridimensionais e rastreiam os movimentos executados pelo corpo (Ghobadi, Ghadiri, Yaali & Movahedi, 2019), demandando do praticante uma mistura de processos cognitivos e motores —, é uma tecnologia apontada como um potencial método para aprimorar habilidade motoras e cognitivas (Jiménez-Muñoz et al., 2021), é possível presumir que os exergames podem ser mais uma ferramenta para estimular as potencialidades das crianças com TEA. Outras vantagens das intervenções com exergames para crianças com TEA são a motivação e o interesse desse público por tecnologias (Lima Antão et al., 2018; Milajerdi et al., 2021), além de estimular habilidades de resolução de problemas para o empoderamento cognitivo em crianças com ou sem deficiência (Lima Antão et al., 2020).

Nesse contexto, o presente estudo teve por objetivo verificar o efeito do exergames no desempenho motor e no tempo de reação de uma criança (6 anos) com TEA, trabalhando com duas hipóteses, a saber: um programa de exergames em crianças com TEA pode estimular as habilidades motoras e o tempo de reação; e oito sessões são suficientes para estimular os fundamentos motores e o tempo de reação.

MÉTODO

Para uma melhor compreensão dos processos aplicados neste estudo, realizado em cinco etapas, a Figura 1 apresenta uma trajetória resumida dos períodos de desenvolvimento da pesquisa.

Amostra

Inicialmente, toda criança com idade entre 5 a 11 anos com Transtorno do Espectro Autista (TEA) — diagnosticada previamente por um médico e com base no Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM 5) —, era elegível para participar deste estudo. Contudo, crianças com TEA associado a algum tipo de deficiência visual ou deficiência motora foram excluídas do estudo.

Após a divulgação do estudo em dois centros de atendimentos especializados para pessoas com deficiência e nas mídias sociais, oito responsáveis por crianças com TEA entraram em contato com os pesquisadores. Feito o contato inicial, realizou-se uma conversa a fim de apresentar os procedimentos da pesquisa, seus objetivos detalhados e colher a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) autorizando a participação voluntária da criança no estudo, conforme determina a Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. Em julho de 2015, o estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) envolvendo seres humanos da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil, (Parecer nº 1.135.228) sob o protocolo nº 45307715.3.0000.5153.

Uma criança desistiu de participar do estudo após as avaliações iniciais. As outras sete crianças estavam participando de diferentes etapas da pesquisa, mas, devido à Pandemia causada pelo coronavírus (SARS-CoV-2), foi necessário interromper a coleta de dados. Por esse motivo, somente uma criança concluiu todas as etapas do estudo.

A criança tinha idade de seis anos e seis meses (80 meses), era do sexo masculino e foi diagnosticado com TEA nível I no ano de 2019. Durante o período da pesquisa, o participante frequentou a escola regular, o centro educacional especializado nos períodos matutino e vespertino, respectivamente, bem como as aulas de Jiu Jitsu duas vezes na semana com duração de 60 minutos (aluno já praticava esse esporte há quatro meses).

Instrumentos

Desempenho motor

O desempenho motor foi avaliado utilizando a Escala de Desenvolvimento Motor (EDM) proposta por Rosa Neto (2015). Essa escala é baseada nos elementos da motricidade humana, indicada para crianças em idade escolar e àquelas com dificuldades de aprendizagem, alterações neurológicas, mentais, sensoriais, por exemplo. O instrumento permite analisar a Idade motora (IM), o Quociente motor (QM), o perfil motor e calcular a relação idade positiva/negativa. As áreas avaliadas incluem: motricidade fina e global, equilíbrio, esquema corporal/rapidez, organização espacial, linguagem/organização temporal e lateralidade. Cada área motora é formada por um conjunto de 10 níveis organizados por ordem crescente de dificuldade. Ao final é obtida uma classificação baseada no cálculo do quociente motor geral (QMG), utilizando a razão entre a IM/idade cronológica, multiplicada por 100 (Rosa Neto, 2015). A classificação é atribuída de acordo com a modalidade de ensino em que a criança está matriculada — Infantil, Fundamental ou Educação Especial. Considerando que o participante está matriculado no Ensino Fundamental, utilizou-se a classificação para essa modalidade, QMG (< 69 muito inferior; 79 a 70 inferior; 89 a 80 normal baixo; 109 a 90 normal médio; 119 a 110 normal alto; 129 a 120 superior; > 130 muito superior). A EDM tem demonstrado boa confiabilidade pelo Alpha de Cronbach ($r = 0,889$) (Rosa Neto, Santos, Xavier & Amaro, 2010) em populações sem o diagnóstico de TEA. Gusman et al. (2020) aplicaram a EDM em crianças brasileiras com TEA, com idade entre 6 e 8 anos e observou-se um coeficiente de correlação intraclassa acima de 0.60 para as variáveis analisadas pelo instrumento, exceto para motricidade fina e motricidade global, demonstrando uma confiabilidade satisfatória do instrumento para essa população.

A EDM é aplicada a partir da observação direta do desempenho do avaliado, sendo a ordem de execução dos testes com início pelas tarefas de motricidade fina, seguido

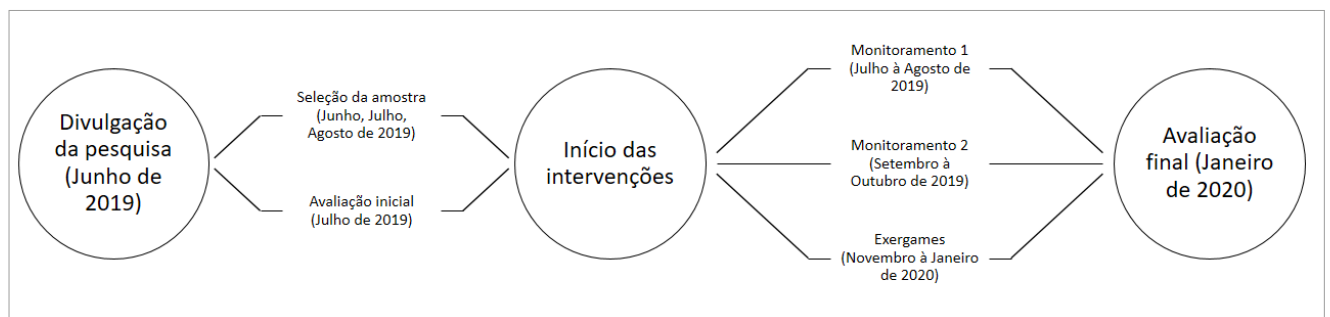


Figura 1. Cronologia de todas as etapas desenvolvidas na pesquisa.

pela motricidade global, equilíbrio, esquema corporal/rapidez, organização espacial, linguagem/organização temporal e lateralidade, como sugerido por Rosa Neto (2015). Quando o participante realizou a tarefa motora com êxito referente à área avaliada, atribuiu-se 1 ponto e prosseguiu para a próxima tarefa. Porém, se não atingido o desempenho esperado, recebe 0 ponto, finaliza as tarefas da área motora em questão e segue para a próxima área motora. Nas tarefas que solicitavam a prática com ambos os membros direito e esquerdo e a criança executou bem apenas com um dos membros, a pontuação atribuída foi de 0.5 e prosseguiu para o próximo nível da área motora. Neste estudo, optou-se iniciar a aplicação da EDM pelo nível 2, pois não há uma rigidez indicada pelo autor. Justifica-se iniciar no segundo nível em razão do participante e o pesquisador não se conhecerem, sendo esse um fator que poderia interferir no desempenho do avaliado, além de evitar um possível sentimento de fracasso desestimulando a criança a continuar a realizar as próximas tarefas. Associado a esses motivos, algumas crianças com TEA possuem dificuldades em lidar com situações de insucesso nas atividades realizadas.

Atenção seletiva visual

A atenção seletiva visual foi avaliada pelo teste de Reação Simples e de Escolha RT/S1, disponível no sistema computadorizado Mental Test and Training System (MTTS) (Hackford, Kilgallen, & Hao, 2009). O RT/S1 permite avaliar o tempo de reação das respostas simples (Schuhfried, 2011) com durabilidade total de aproximadamente sete minutos e o seu resultado é expresso em milésimos de segundo.

A tarefa a ser executada pelo avaliado é simples e consiste em apertar uma tecla de reação no painel de resposta universal, o mais rápido possível, quando aparecer um círculo amarelo (estímulo relevante) no monitor; a duração do estímulo é de um segundo. Ressalta-se que antes de iniciar o teste o avaliado foi treinado, e que o próprio equipamento simula as condições do treino para que o participante entenda a tarefa a ser executada. Após esse momento, o teste foi iniciado com 28 estímulos em duas séries contínuas de 14 intervalos aleatórios.

Esse teste possibilita analisar as variáveis do tempo de reação (TR_{cog}) e do tempo motor (TR_{mot}), sendo que ambos são processados em milésimos de segundos. Segundo Prieler (2005), o RT/S1 pode ser aplicado sem restrições a grupos de indivíduos sem deficiências motoras e sem déficits significativos a nível de visão, tendo apresentado alta confiabilidade pelo Alpha de Cronbach ($TR_{cog} \ r= 0,961$; $TR_{mot} \ r= 0,983$). Apesar de o teste não estar validado para a população brasileira, alguns estudos já o utilizaram com crianças (Noce et al. 2012) ou em pacientes hipertensos e diabéticos (Teixeira et al. 2017).

Procedimentos

O estudo foi conduzido no Centro Universitário Governador Ozanam Coelho em parceria com a Universidade Federal de Viçosa. Primeiramente, realizou-se a avaliação inicial com a aplicação dos testes em dois dias: no primeiro, teste RT/S1; e no segundo, a EDM. Esse processo foi adotado para não sobrecarregar o participante. Antes disso foram coletadas, junto aos responsáveis pela criança com TEA, informações sobre o comportamento, a prática de atividade física e o uso de medicamentos, além de reforçar a importância de relatar quaisquer alterações ao pesquisador durante o estudo.

Em seguida, durante oito semanas, a criança frequentou um encontro semanal para aproximação entre o participante e o pesquisador, juntamente com dois estudantes de graduação em Educação Física, com a finalidade de conhecer suas potencialidades e dificuldades. Essa etapa foi nomeada como monitoramento e foi um momento que envolveu brincadeiras com duração entre 35 a 40 minutos. Após essas oito semanas, avaliou-se novamente para averiguar se havia alguma mudança nas variáveis devido a relação estabelecida entre o participante e o pesquisador.

A fim de controlar a possível influência da interação entre participante e pesquisador, durante mais oito semanas, foi repetida a etapa de monitoramento com as mesmas atividades e as mesmas avaliações ao final dessa segunda etapa.

Ao final das duas etapas de monitoramento, durante oito semanas foi realizado o programa de intervenção com os exergames. Assim, a criança frequentou o local de coleta de dados duas vezes na semana, sendo uma para a sessão de monitoramento e a outra para as sessões de exergames, com duração entre 35 a 40 minutos. Ao término desse processo as avaliações motora e cognitiva foram repetidas.

As sessões de monitoramento compostas pelas brincadeiras, foram organizadas com atividades pedagógicas que envolviam memória, estimulação visual, contos de história e imaginação, sentimentos e emoções, estimulação cinestésica, vestibular e auditiva. Foi estabelecida uma padronização de sessão, subdivida em três momentos:

- Inicial: acolhimento da criança; momento de chegada do participante ao local da coleta de dados e interação com os instrutores, apresentando as atividades da sessão;
- Desenvolvimento: a prática das atividades;
- Avaliação: conversa com a criança sobre o seu desempenho nas atividades e um momento de autoavaliação sobre o seu comportamento naquela sessão.

Para a autoavaliação foi elaborado um quadro visual, fixado em uma parede no local de coleta de dados, onde a criança selecionava o desenho de um smile sorrindo (verde),

neutro (amarela) ou triste (vermelho) e colava no quadro na frente do seu nome. Cada figura correspondia aos seguintes comportamentos:

- seguiu as regras e participou das atividades sem comportamentos indesejados;
- realizou as atividades, mas teve dificuldade em seguir regras e/ou apresentou comportamentos indesejados;
- não realizou as atividades e/ou apresentou dificuldades em seguir as regras e/ou comportamentos indesejados, respectivamente. Todos os procedimentos do estudo encontram-se resumidos na Figura 2.

Intervenção com exergames

As sessões de exergames foram realizadas usando o Xbox Kinect (Microsoft®, Redmond, WA), um videogame com o sensor Kinect que permite detectar a ação do indivíduo durante o jogo. As pessoas, ao jogarem, conseguem interagir com o console através de seus movimentos corporais, pois o dispositivo captura os movimentos realizados e os projeta em uma realidade virtual por meio de câmeras integradas, sendo possível visualizá-los em uma televisão ou em uma parede branca. Essa é uma forma de praticar atividade física de forma lúdica, principalmente para crianças.

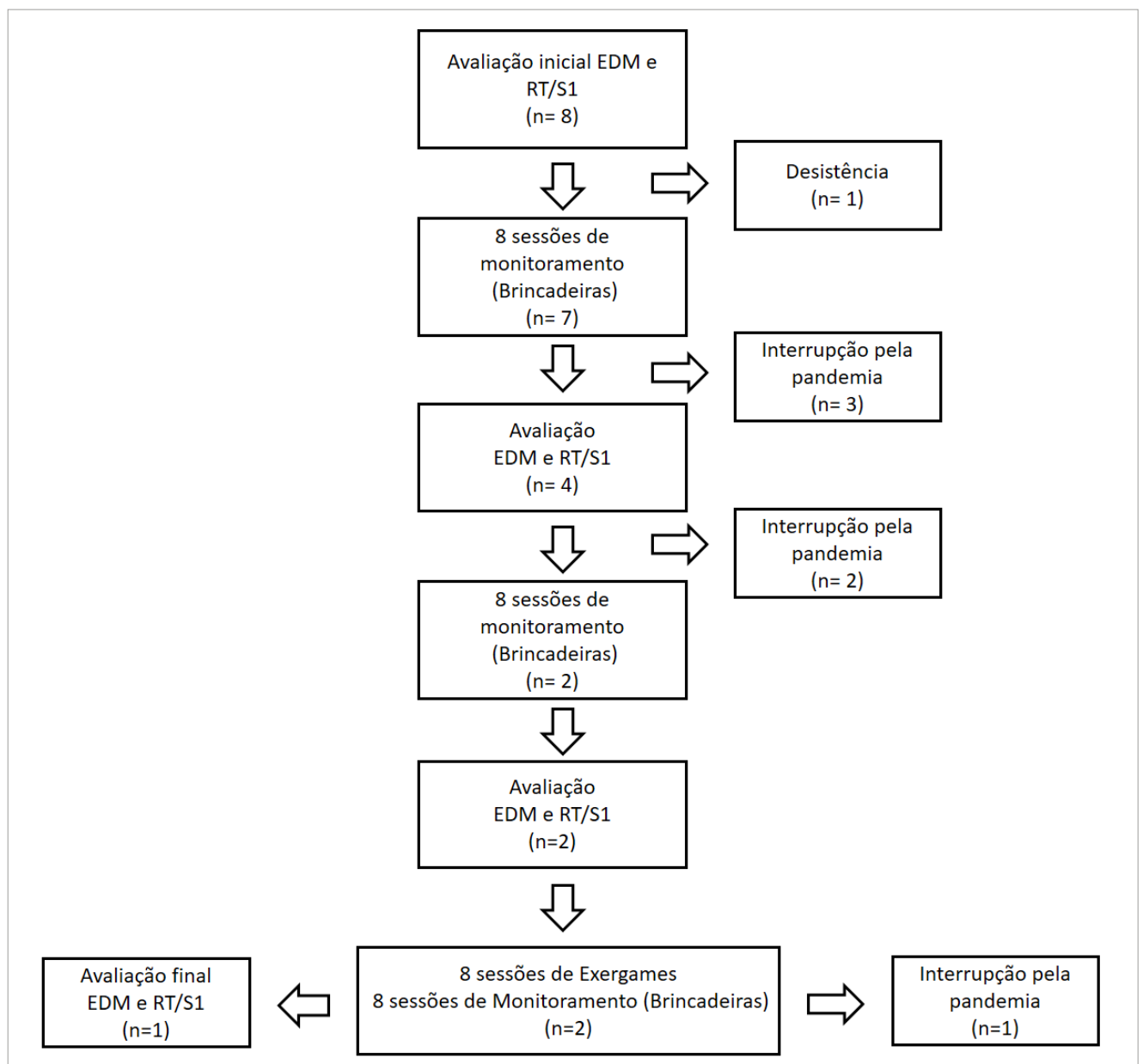


Figura 2. Fluxograma dos processos metodológicos do estudo.

O programa de exergames foi composto por uma sessão semanal, durante oito semanas, com duração de 35 a 40 minutos. Foram selecionados os jogos “Kinect Adventures; Kinect Sports 1 and 2; Disneylandia Adventures”; Dance Central 3 (Microsoft®, Redmond, WA) e “Rayman Raving Rabbids” (Ubisoft, Montreal, Canadá). Nos jogos há a opção de jogar individualmente ou em dupla, assim, foram intercaladas sessões em que o participante jogava contra o computador e outras contra um dos instrutores.

Para exemplificar a essência dos jogos, destaca-se o Kinect Adventures, que possui cinco subjogos, quais sejam:

- a “Bolha espacial” simula um local com zero gravidade com bolhas a serem estouradas pelo jogador, o avatar é projetado voando, porém, para voar, a pessoa deve se manter saltando e se deslocar para frente, para trás e pelas laterais em direção as bolhas;
- no “Cume dos reflexos” o indivíduo fica em cima de uma plataforma que se desloca e aparecem vários obstáculos a serem desviados com saltos, esquivos para direita e esquerda, agachamentos;
- “Corredeiras” simula um lugar com água e o indivíduo fica sobre uma boia flutuante em direção das corredeiras, os obstáculos como rampas para subir e desvios de barcos, que exigem deslocamento lateral e saltos;
- no “Salão de Ricochetes” a pessoa deve acertar as bolas em direção das caixas que estão fixadas na parede, estimulando movimentos com os braços, pernas e cabeça;
- “Vazamentos” simula um local de aquário em que os peixes batem no vidro em diversos locais e o indivíduo, exigindo movimentos de agachamento e deslocamentos em várias direções, deve tapar o vazamento o mais rápido possível.

Os jogos possuem níveis diferentes de dificuldades e o participante iniciou sempre no nível mais fácil progredindo o nível de dificuldade de acordo com a sua aptidão. O desempenho de todas as sessões da criança foi registrado pelo computador e transcrito para a ficha de avaliação. Todas as sessões foram ministradas individualmente por dois pesquisadores devidamente treinados. Na primeira sessão do exergames, o instrutor ensinou ao participante como desempenhar os movimentos, por meio de dicas verbais e feedback cines-tésico; nas demais sessões, as orientações foram oferecidas somente quando necessárias. Em cada sessão os instrutores realizavam anotações sobre o desempenho motor (como foi a execução do movimento realizado, a coordenação motora, o equilíbrio, o esquema corporal) e o comportamento (se apresentou resistência na atividade, a manifestação das emoções, presença de movimentos repetitivos) da criança em uma ficha

previamente elaborada. Essa etapa seguiu o mesmo padrão de sessões adotado na etapa de monitoramento.

Com o propósito de controlar possíveis influências nas variáveis do estudo, o pesquisador perguntava aos responsáveis, em todas as sessões, se a criança havia sido inserida em alguma atividade diferente daquelas relatadas no início do estudo.

Análise estatística

Os dados coletados foram analisados pelo Método JT proposto por Jacobson e Truax (1991), para avaliar a confiabilidade das mudanças (IMC) pré e pós-intervenção de exergames, além da significância clínica (SC) dessas alterações. Esse método é indicado para pesquisas com sujeitos únicos ou com amostras reduzidas e representa uma alternativa para estudos sem um delineamento com grupo controle (Aguiar, Aguiar & Del Prette, 2009). O IMC determina se houve mudanças confiáveis em detrimento da intervenção ou se as mudanças ocorreram por artefatos de medida (Villa, Aguiar & Del Prette, 2012), enquanto a SC relaciona-se com a validade externa dos resultados, verificando se os impactos gerados pela intervenção tiveram efeito no cotidiano do participante, havendo uma generalização dos comportamentos para outros ambientes (Aguiar et al., 2009).

A confiabilidade do IMC foi calculada por meio de duas fórmulas. A primeira corresponde ao erro-padrão da diferença (EP_{dif}), obtido pela Equação 1:

$$EF_{dif} = DP_1 \sqrt{2} \sqrt{1-r} \quad (1)$$

Em que:

DP_1 = desvio-padrão pré-intervenção (do grupo ou do indivíduo).
 r = índice de confiabilidade do instrumento de medida.

O DP_1 foi calculado com os dados obtidos na primeira aplicação das oito crianças. Posteriormente, calculou o IMC com base na Equação 2:

$$IMC = \frac{\text{pós} - \text{pré}}{EP_{dif}} \quad (2)$$

Em que:

pós = escores pós-intervenção.
 pré = escores pré-intervenção.

Considera-se mudanças positivas, alterações superiores a 1,96 e mudanças negativas, alterações inferiores à -1,96 (Aguiar et al., 2009). É possível verificar essas variações graficamente por meio de uma linha diagonal central contínua, que separa as diferenças positivas (pós > pré) e abaixo às negativas

(pós < pré). Ainda há duas linhas tracejadas que delimitam uma área de incerteza, sendo que os resultados localizados nessa zona representam ausência de mudança. Essas linhas são traçadas de acordo com fórmulas matemáticas baseadas na variabilidade dos resultados (desvio-padrão, erro-padrão, confiabilidade do instrumento).

O cálculo do ponto de corte para SC foi baseado no critério A e é utilizado quando não há dados da população normativa, podendo estimar média e desvio-padrão de acordo com uma amostra disfuncional. A fórmula adotada para o cálculo de SC das variáveis QMG, IMG, quociente motor e idade motora individuais foi a Equação 3:

$$\text{Média}_{\text{disfunc}} + 2\text{DP}_{\text{disfunc}} \quad (3)$$

Em que:

$\text{Média}_{\text{disfunc}}$ = média da população disfuncional.

$\text{DP}_{\text{disfunc}}$ = desvio-padrão da população disfuncional.

Como as variáveis TRcog e TRmot são indicadores negativos aplicou-se a Equação 4:

$$\text{Média}_{\text{disfunc}} - 2\text{DP}_{\text{disfunc}} \quad (4)$$

Para detectar se houve uma SC, analisa-se os quadrantes formados pelo cruzamento da linha vertical com a horizontal e pode-se afirmar que houve uma mudança clinicamente significativa, quando os participantes estão localizados no quadrante acima das linhas horizontais e à esquerda das linhas verticais.

Além do Método JT, foram calculados o tamanho de efeito (TE) pelo d de Cohen para verificar a magnitude do resultado pré e pós o programa de exergames, o erro padrão de medida (SEM) e a diferença mínima detectável (DMD), com o propósito de melhorar a análise das alterações promovidas pela intervenção. Para o cálculo do TE aplicou-se a Equação 5:

$$\frac{x_2 - x_1}{\text{DP}_1} \quad (5)$$

Em que:

x_2 = média pré-intervenção.

x_1 = média pós-intervenção.

DP_1 = desvio-padrão pré-intervenção do grupo.

Os valores de efeito foram baseados na proposta de Cohen, sendo classificados como “pequeno” (< 0,2), “médio” (0,2 a 0,8) e “grande” (> 0,8) (Lindenau & Guimarães, 2012).

O cálculo do SEM foi necessário para obter a DMD, sendo determinado pela Equação 6:

$$\text{DP}_1 \sqrt{1-r} \quad (6)$$

Em que:

r = índice de confiabilidade do instrumento.

Em seguida, verificou-se a DMD com nível de confiança de 95%, baseado na Equação 7:

$$1.96 \times \text{SEM} \times \sqrt{2} \quad (7)$$

Todos os cálculos foram realizados no programa Excel Microsoft® versão 2007.

RESULTADOS

O participante foi uma criança de seis anos e seis meses (80 meses), do sexo masculino, diagnosticado com TEA nível I, cujo responsável apresentou laudo emitido pelo psiquiatra com o diagnóstico. O participante fazia uso de meio comprimido de Ritalina (metilfenidato), de segunda a sexta-feira, antes de ir para a aula no ensino regular. Dentre as principais atividades e brincadeiras que gosta de fazer, relatou o pique-esconde, o carrinho, tocar piano e assistir desenho. A criança possuía conhecimentos básicos de videogame, pois jogava todos os sábados em sua casa, porém, não tinha experiência com os exergames.

Após comparar os resultados obtidos nas avaliações, observa-se nas Figuras 3A e 3B uma mudança positiva confiável (MPC) nas variáveis Quociente Motor Geral (QMG) e Idade Motora Geral (IMG) entre pré (QMG= 87,5 / IMG= 70) e pós (QMG= 102,32 / IMG= 88) intervenção com exergames, enquanto nas etapas 1 (QMG= 87,2 / IMG= 72) e 2 (QMG= 86 / IMG= 72) não houve alterações confiáveis, atribuindo, assim, uma ausência de mudança (AM).

Além disso, o QMG obtido pelo participante na etapa 1, está localizado à direita da linha tracejada vertical e entre as linhas tracejadas horizontais, o que significa um bom desempenho motor antes do início da intervenção. Na etapa 2 é mantido o escore dessa variável, que teve o seu desempenho motor potencializado a partir do programa de exergames, contudo, não se pode afirmar que houve uma mudança clínica significativa, pois o escore não se encontram no quadrante superior esquerdo. Em relação à IMG, os escores atingidos nas etapas 1 e 2 estão localizados no quadrante inferior esquerdo, implicando em uma amostra com déficits motores.

Ao analisar as avaliações pré e pós de intervenção com exergames, as áreas motoras equilíbrio e esquema corporal/rapidez, obtiveram uma MPC no QM e na IM (Tabela 1).

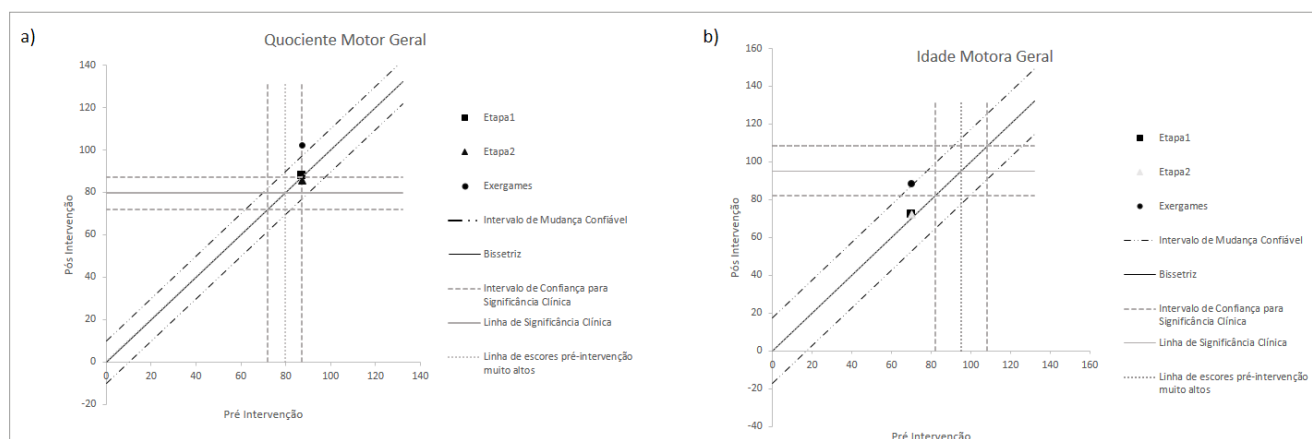


Figura 3. Dispersão das diferenças entre as avaliações pré-programa, etapa 1, etapa 2 e pós programa de Exergames no Quociente Motor Geral e na Idade Motora Geral do participante.

Tabela 1. Resultados das variáveis motoras nas quatro avaliações aplicadas.

Variáveis	Quociente motor				Idade Motora (meses)			
	Av1	Av2	Av3	Av4	Av1	Av2	Av3	Av4
Motricidade Fina	75	73,17	71	83,72	60	60	60	72
Motricidade Global	127,5	124,39	121	118,64	102	102	102	102
Equilíbrio	52,5	80,48*	64	104,65*	42	66	54	90*
Esquema Corporal/Rapidez	75	73,17	100	111,62	60	60	84	96*
Organização Espacial	45	43,9	43	41,86	36	36	36	36
Linguagem/Organização Temporal	135	131,7	114	153,48	120	108	96	132

Av1: avaliação inicial; Av2: avaliação da etapa 1; Av3: avaliação da etapa 2; Av4: avaliação final; *mudança positiva confiável (índice de mudança confiável > 1,96).

Identificou-se uma MPC no QM equilíbrio após as oito sessões iniciais de monitoramento, e ainda foi possível observar escores altos nas avaliações pré e pós-intervenção na área motora Linguagem/Organização Temporal. As demais variáveis examinadas não tiveram alterações significativas, embora seja possível observar pontuações maiores nos scores pós-intervenção na motricidade fina, linguagem/organização temporal.

A evolução do perfil motor e da relação idade positiva/negativa do participante, pode ser observada na Figura 4. Nota-se que houve um aumento no QMG e na IMG após o programa de exergames em detrimento da MPC, refletindo, assim, uma alteração na classificação do perfil motor de acordo com a EDM.

O participante manteve-se no perfil normal baixo nas avaliações 1, 2 e 3, entretanto, na avaliação 4 (após o término do programa de exergames) o perfil motor do participante passou a ser normal médio.

Nas variáveis tempo de reação (TR_{cog}) e tempo motor (TR_{mot}), não foram identificadas nenhuma mudança confiável após o programa de exergames (Figuras 5A e 5B), pois os escores estão localizados dentro do intervalo de confiança diagonal.

As alterações observadas entre as avaliações podem ser atribuídas a erro de medida e não em função da intervenção realizada. Outrossim, permite inferir que um programa com oito sessões não foi o suficiente para estimular positivamente o tempo de reação do participante.

Em relação ao TE, observa-se que embora não tenha sido detectada uma MPC na motricidade fina e organização temporal, foram encontrados um efeito forte e médio, respectivamente. Contudo, as DMD encontradas demonstram que as alterações presentes não atingiram os valores mínimos, sendo atribuídas a erro de medidas. O mesmo acontece com as medidas do TR_{cog} e do TR_{mot} (Tabela 2).

Já o equilíbrio e o esquema corporal obtiveram uma MPC com TE consideráveis na última fase do estudo. O QMG e a IMG apresentaram um efeito forte em ambas variáveis após a prática do exergames, sendo os escores finais maiores que a DMD. Ressalta-se que os resultados indicam um efeito positivo dos exergames no QMG e na IMG após oito sessões com duração entre 35 e 40 minutos, contribuindo com uma melhora no desempenho motor do participante.

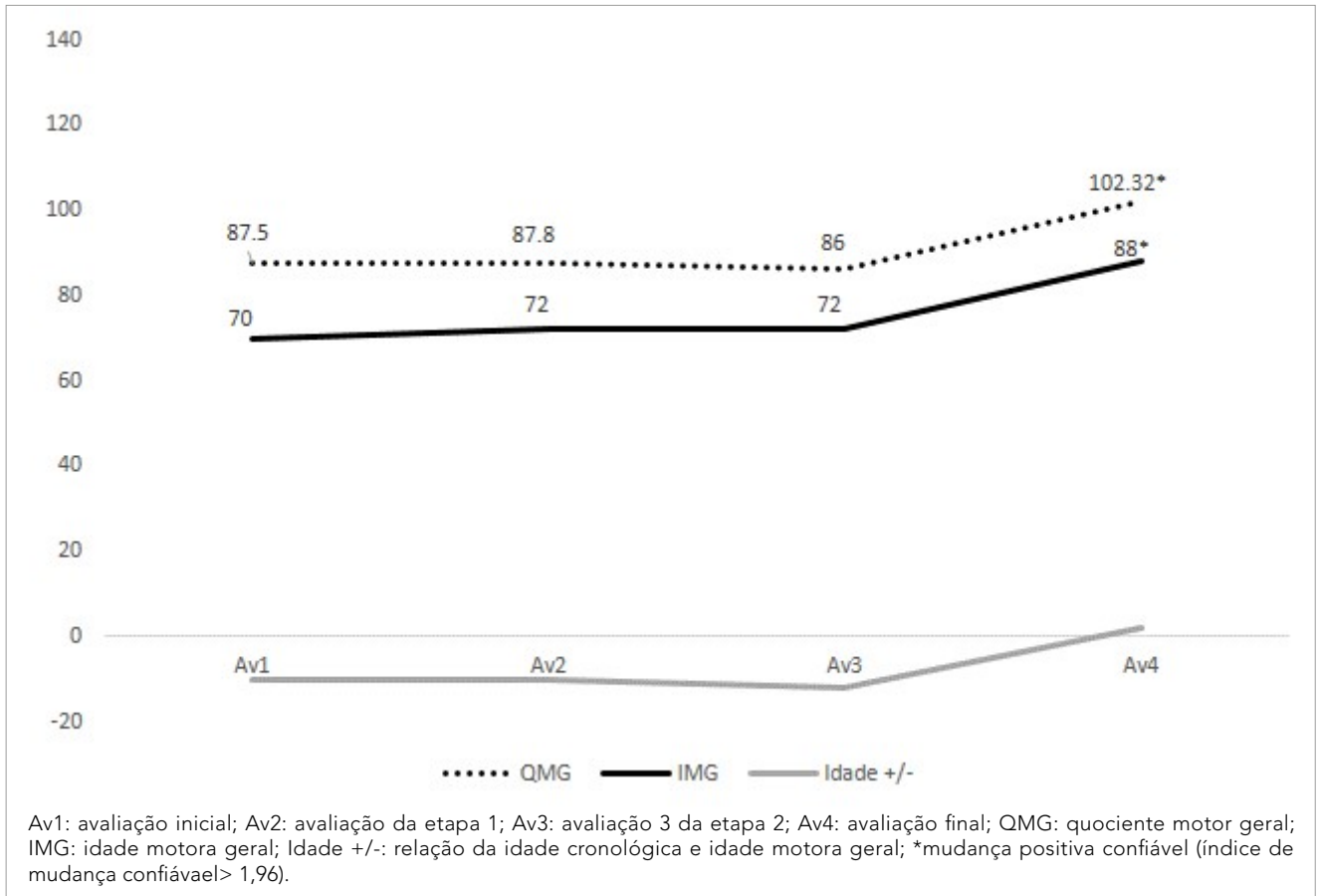


Figura 4. Representação gráfica linear do Quociente Motor Geral e da Idade Motora Geral do participante.

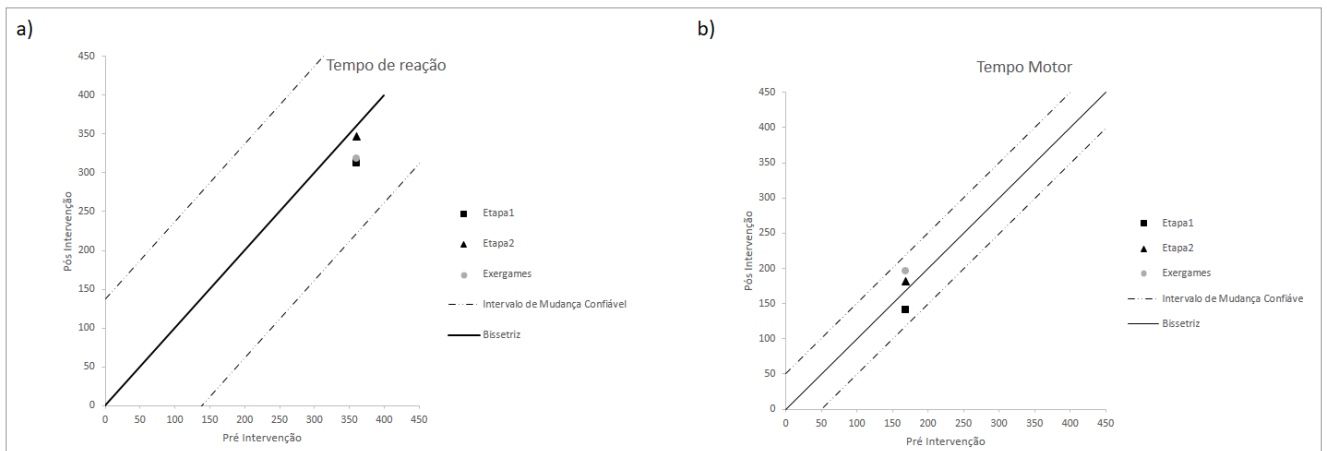


Figura 5. Dispersão das diferenças entre as avaliações pré-programa, etapa 1, etapa 2 e pós programa de Exergames nas variáveis tempo de reação e tempo motor do participante.

DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito do exergames no desenvolvimento motor e no tempo de reação em uma criança com TEA. Os principais resultados observados foram:

- MPC nas variáveis QMG e IMG, sendo o tamanho de efeito forte, mas sem significância clínica;

- o QMG inicial indicou alto escores motores, todavia, o participante apresentou déficits motores;
- MPC no esquema corporal/rapidez e no equilíbrio após a prática de exergames, com tamanho de efeito forte;
- alteração no perfil motor para normal médio ao final das sessões;

Tabela 2. Resultados referente ao tamanho de efeito, erro padrão de medida e diferença mínima detectável das variáveis analisadas no estudo.

Variáveis	Tamanho do Efeito			SEM	DMD
	Etp 1	Etp 2	Exerg		
QMG	0,02	-0,13	1,34	8,69	10,13
QM1	-0,17	-0,33	0,81	3,58	9,93
QM2	-0,10	-0,19	-0,28	10,27	28,47
QM3	1,54	0,66	2,95	5,87	16,29
QM4	-0,15	2,14	3,14	3,88	10,75
QM5	-0,04	-0,08	-0,12	8,19	22,71
QM6	-0,10	-0,68	0,6	10,04	27,85
IMG (m)	0,10	0,10	0,95	6,27	17,52
IM1 (m)	0	0	0,94	4,23	11,74
IM2 (m)	0	0	0	10,79	29,91
IM3 (m)	0,87	0,43	1,74	9,15	25,37
IM4 (m)	0	0,82	1,24	9,65	26,77
IM5 (m)	0	0	0	8,80	24,41
IM6 (m)	-0,44	-0,88	0,44	9,06	25,12
TR _{cog} (ms)	0,19	0,05	0,16	49,80	118,33
TR _{mot} (ms)	0,2	0,08	0,19	18,20	43,25

Etp1: etapa 1; Etp2: etapa 2; SEM: erro padrão de medida; DMD: diferença mínima detectável; QMG: quociente motor geral; QM: quociente motor; IMG: idade motora geral; IM: idade motora; 1: motricidade fina; 2: motricidade grossa; 3: equilíbrio; 4: esquema corporal/rapidez; 5: organização espacial; 6: organização temporal; TR_{cog}: tempo de reação; TR_{mot}: tempo motor; m: meses; ms: milésimos de segundos.

- MPC na variável equilíbrio na etapa 1 de monitoramento;
- o programa de exergames não surtiu efeito no tempo de reação.

O efeito do uso de exergames no desempenho motor em crianças com TEA é controverso no meio acadêmico. Estudos realizados previamente — que avaliaram o impacto do videogame ativo na motricidade dessa população — apresentaram uma variabilidade de resultados. Milajerdi et al. (2021), ao investigarem o efeito de um jogo de tennnis com o uso do Kinect nas habilidades motoras de 20 crianças iranianas com TEA (8,15±1,50 anos), não encontraram melhoras nas variáveis analisadas pela Bateria de Avaliação de Movimento para Crianças (MABC-2) (destreza manual e equilíbrio) após 24 sessões. Resultado semelhante foi obtido no estudo de Edwards, Jeffrey, May, Rinehart e Barnett (2017) ao aplicarem seis sessões com jogos de exergames (Kinect Sports) em 11 crianças australianas com TEA (idade entre 6 e 10 anos), não sendo detectadas melhoras nas habilidades de controle de objetos avaliadas pelo Teste de Desenvolvimento Motor Grosso-3 (TGMD-3).

Todavia, Ghobadi et al. (2019) observaram uma melhora no equilíbrio estático e dinâmico em oito crianças iranianas com TEA (8,60±2,53 anos), após 16 sessões com o Xbox 360 (Kinect Sports 1). Já no estudo de Vukicevic, Dordevic, Glumbic, Bogdanovic & Jovicic (2019), as cinco crianças sérvias com TEA (10,60±1,52 anos) apresentaram melhora nas habilidades motoras grossa e fina após cinco sessões com o jogo Kinect Frutas (desenvolvido para o próprio estudo e específico para pessoas com TEA). Esses achados comprovam a incerteza dos efeitos dos exergames no desempenho motor de crianças com TEA, embora este estudo assinala para um resultado positivo da prática de jogos com uso do Kinect, refletindo uma alteração no QMG e na IMG do participante. Porém, nota-se o uso de diferentes testes para avaliar o efeito do exergames no desenvolvimento motor nos estudos evidenciados, fato que fortalece ainda mais as dificuldades em delimitar os impactos dessa prática de atividade física na população com TEA, uma vez que diferentes instrumentos de coleta de dados refletem variáveis distintas do desempenho motor. Outro fator que pode explicar a inconsistência dos resultados, se refere à pequena diversidade de jogos utilizados nos estudos — considerando que a maioria utilizou somente um tipo de jogo, explorando uma ou duas variáveis da motricidade —, limitando a experiência motora da criança e, conseqüentemente, não contribuindo com uma melhora significativa nas habilidades motoras avaliadas.

Em relação ao QMG e a IMG apresentados pelo participante neste trabalho, destaca-se que a IMG nas fases 1 e 2 confirmaram achados de pesquisas que apoiam os déficits motores na população com TEA comprovados em estudos de revisão sistemática (Ruggeri et al., 2020; Zampella et al., 2021). Fournier et al. (2010) evidenciam alterações significativas e generalizadas no desempenho motor no TEA relacionadas às áreas corticais e subcorticais, incluindo o córtex motor, os gânglios da base e a disfunção cerebelar, contribuindo com os déficits no planejamento motor, na integração sensorio-motora e na execução motora. Ainda enfatizam a existência de um alto grau de heterogeneidade no desempenho motor dentro do espectro, assim como nos demais sintomas. O QMG, curiosamente, apresentou escores altos na pré-avaliação, mas, ainda assim, manteve o participante dentro do grupo com alterações motoras. Contudo, ao comparar as Figuras 2A e 2B, identificou-se os escores altos pré-intervenção e Significância Clínica calculados pelo método JT superiores na IMG devido ao desvio-padrão pré-intervenção também ser maior nessa variável, justificando, assim, a diferença existente e apontando a possível heterogeneidade no desempenho motor relatada por Fournier et al. (2010), que podem ser reflexos das alterações no córtex motor,

favorecendo que não haja um padrão motor consistente para uma mesma tarefa.

Em termos das áreas motoras avaliadas pela EDM, o presente estudo revelou MPC no equilíbrio e no esquema corporal após o programa com exergames. A escolha dos jogos a serem ministrados pode ter contribuído com a melhora do equilíbrio, tendo em vista que a maioria deles exigia um equilíbrio dinâmico, principalmente o *Kinect Adventures*. Pesquisas com o foco em estimular as habilidades motoras em crianças com TEA, têm sido aplicadas com diferentes propostas de intervenção. Recentemente, a revisão de literatura elaborada por Ruggeri et al. (2020), demonstrou que programas de dança, futebol, trampolim, Tai Chi Chuan, ginástica e atividades de habilidades motoras fundamentais contribuem para uma melhora do equilíbrio em crianças com TEA. Porém, nessa revisão não foram encontrados estudos que analisassem o esquema corporal, tendo as pesquisas se concentrado em estudar variáveis relacionadas à coordenação motora dessa população. Russo et al. (2018) realizaram um estudo em 20 crianças com TEA ($5,5 \pm 2,04$ anos) e detectaram um déficit no esquema corporal, associando tal dificuldade à incapacidade das crianças com TEA em usar elementos corporais do outro como uma fonte de informação para a construção do seu próprio esquema corporal. No presente estudo, houve uma melhora detectável no esquema corporal que pode ser atribuída à duas hipóteses: a primeira, seria uma maior facilidade de a criança incorporar o autocohecimento das próprias partes do corpo por meio da projeção do avatar; e a segunda, relacionada ao próprio instrumento de avaliação.

Segundo Fonseca (2008), a noção do corpo (esquema corporal) envolve um plano neurofuncional com integração neurológicas posturais e de programação motora que interage com o ambiente e os objetos, sendo necessário o seu bom desenvolvimento para realizar uma ação. Refere-se à qualidade da assimilação motora relacionada à informação sensorial resultante do movimento e participa na planificação motora, contribuindo para as percepções e aprendizagem do indivíduo. Essa área motora é de extrema importância para crianças com TEA, pois trata-se de um transtorno complexo com presença de vários sintomas para além das manifestações sociais e de comportamento repetitivo, podendo ser observadas dificuldades no contato facial e visual, na imitação, na coordenação motora, na atenção visual (Rotta et al., 2016) e no processamento sensorial (Posar & Visconti, 2018). Considerando esses obstáculos enfrentados por crianças com TEA, constata-se a importância de programas que estimulem o esquema corporal dessas crianças para reduzir os sintomas supracitados.

Nesse sentido, identificou-se a pesquisa de Rodrigues e Vidal (2021), na qual os autores aplicaram 20 sessões de atividades de boxes Chinês em uma criança brasileira com TEA (6 anos) para desenvolver habilidades psicomotoras. Os resultados apresentaram mudanças nos escores gerais da EDM após o programa (QMG (86-91) / IMG (62-66), sendo as áreas motoras: esquema corporal (60-72) e organização temporal (60-72) com maiores pontuações no teste pós-intervenção. Contudo, é necessário ponderar esses dados, pois, a análise do tipo descritiva adotada pelos pesquisadores, não permite conclusões de melhorias em detrimento a intervenção.

Outro fator a ser explorado refere-se às provas motoras estabelecidas na EDM para avaliar o esquema corporal, composta por duas etapas. A primeira, consiste em imitar 20 gestos motores que envolvem posições das mãos e dos braços e, a partir da relação entre a idade cronológica da criança e a quantidade de acertos na prova, é estabelecido o nível em que a criança se encontra, sendo possível atingir do nível 2 ao 5. Se a criança atinge esse último nível, prossegue para a etapa referente à agilidade, exigindo mais coordenação motora fina e atenção do que elementos que compõem o esquema corporal em si. A tarefa consiste em preencher uma folha quadriculada com traços únicos em cada quadrado durante um minuto, sendo imputado o nível motor a partir da quantidade de números de traços realizados corretamente pela criança. O avaliado pode atingir do nível 6 ao nível máximo 11. Desse modo, a melhora no esquema corporal não necessariamente irá refletir uma evolução nos processos do reconhecimento corporal e sua relação interna e externa com o ambiente. Essa reflexão também deve ser aplicada aos resultados encontrados neste estudo, uma vez que o participante atingiu o nível 5 nas duas primeiras avaliações, que equivale à pontuação máxima na primeira tarefa. Na avaliação da etapa 2 de monitoramento, o participante aumentou o seu nível, porém, não foi detectado uma mudança em detrimento à intervenção, mas sim, à erros de medidas. Já na aplicação do teste após o programa de exergames, a criança atingiu o nível 8, sendo observado uma MPC atribuída à intervenção com jogos de videogame ativo; no entanto, questiona-se a origem dessa melhora e se ela realmente reflete uma evolução no esquema corporal, pois a partir do nível 6 utiliza-se apenas uma única tarefa de rapidez, qual seja, preencher os quadradinhos com um risco único o mais rápido possível.

Neste estudo foi observada uma MPC na área motora equilíbrio após a etapa de monitoramento 1, etapa planejada para ser linha de base para a intervenção com exergames e estabelecer um vínculo entre pesquisador e participante. Os encontros semanais parecem ter influenciado o desempenho nas tarefas de equilíbrio da EDM, em razão de uma

maior confiança e afinidade, acredita-se que o participante pode ter se sentido mais seguro para realizar as tarefas. Tal achado reforça a importância de pesquisas com intervenção cogitarem um delineamento em que considerem possíveis influências da relação estabelecida entre o avaliador e o participante, pois, durante a fase de monitoramento, não foram aplicadas atividades que incentivassem o desenvolvimento do equilíbrio. Ruggeri et al. (2020) chamam a atenção para as pesquisas realizadas na área do autismo, que em sua grande maioria apresentam um nível de evidência fraco atribuído a problemas metodológicos.

O programa de exergames não contribuiu com melhorias no tempo de reação neste estudo, uma possível explicação pode ser atribuída ao teste utilizado para avaliar essa variável, tendo em vista que a tarefa parecia ser monótona, exigia muita concentração e não apresentava nenhum atrativo para prender a atenção do participante. Tais fatos, associado às condições já apresentadas de déficits inerentes ao transtorno nas funções cognitivas, podem ter contribuído para esse resultado. Porém, há evidências de que o ambiente virtual interativo favorece o desempenho de crianças com TEA nos testes de tempo de reação. Lima Antão et al. (2020) demonstraram que após a prática do jogo *Moviletrando*, por crianças brasileiras com TEA (11±5 anos), houve uma redução no tempo de reação avaliado pelo Tempo de Reação Total. No estudo de Hilton et al. (2014), foram aplicadas 30 sessões do exergame *fitness Makoto arena* em oito crianças norte-americanas com TEA (idade entre 6,41 e 13,9) e identificaram uma melhora na velocidade de reação dos participantes, com um tamanho de efeito grande ($d=1,8$). Acredita-se não ter sido detectadas alterações significativas no tempo de reação do participante por dois motivos: primeiramente, pelo baixo número de sessões aplicadas, além de uma possível maior variabilidade no tempo de reação de crianças com TEA quando comparada às crianças com desenvolvimento típico que pode ser atribuída às variabilidades neurais existentes e a base fisiológica no transtorno (Magnuson et al., 2019).

Fang, Aiken, Fang e Pan (2019) e Ruggeri et al. (2020), apontam a existência de poucos estudos que verificaram o efeito do exergame no tempo de reação e no desenvolvimento motor de pessoas com TEA, sendo os resultados inconsistentes em relação à contribuição do videogame ativo no desempenho motor. Mas, parece haver uma associação entre a prática dos exergames e consequente melhora nos processos cognitivos e nas valências físicas de crianças com TEA. Além disso, os exergames têm demonstrado favorecer o aumento de nível de atividade física (Jozkowski, Lichtenwalmner, & Cermak, 2016; Golden & Getchell, 2017) e diminuir comportamentos repetitivos nessa população (Lima et al., 2020). Dessa forma,

o exergaming pode ser um complemento atraente e eficaz às intervenções aplicadas às crianças com TEA. Observa-se, por meio dos resultados das revisões apresentadas, que os desfechos encontrados em pesquisas com o uso de exergames necessitam ainda de maiores investigações sobre o seu efeito nos processos cognitivos e motores.

No que se refere às análises de dados aplicadas nos estudos encontrados, a maioria utilizou a estatística inferencial, contudo, a população com TEA apresenta uma diversidade de sintomas — mesmo aquelas com um conjunto de sintomas semelhantes — podendo, assim, o grupo conter uma heterogeneidade, além de na maioria das pesquisas de intervenção, o n amostral ser inferior à 20 indivíduos. Às vezes, a estatística aplicada não favorece uma real interpretação da evolução do participante. Villa et al. (2012) enfatizam a necessidade de as pesquisas de intervenção analisarem a confiabilidade das mudanças e, ao mesmo tempo, investigarem as variabilidades individuais, principalmente em uma população heterogênea, com o intuito de identificar com maior precisão os resultados para o indivíduo participante.

O presente estudo apresenta limitações em seu desenvolvimento, a saber:

- a participação de um único sujeito é uma limitação do estudo, pois não permite a generalização dos dados para a população, embora essa seja uma limitação presente na maioria das pesquisas realizadas no autismo;
- o não registro da intensidade da atividade física durante a prática de exergames impossibilitou a interpretação sobre uma possível influência da intensidade, uma vez que tem sido associada à magnitude do efeito, em alguns casos;
- o uso da EDM para avaliar o desempenho motor, embora o instrumento apresente uma boa confiabilidade e é aplicado em pesquisas com TEA, pode não ter sido o suficiente para identificar as reais alterações no desempenho motor do participante;
- a ausência do acompanhamento de um programa de exercício tradicional em conjunto com o exergames, poderia clarear se os efeitos motores e cognitivos acontecem com forças semelhantes em ambos os tipos de intervenção.

Nesse sentido, novas pesquisas devem ser conduzidas em um grupo maior para replicar e estender as descobertas, para explicar como os componentes do exergames influenciam nos processos cognitivos e motores a médio e longo prazo. Sugere-se, ainda, a aplicação de pesquisas que objetivam avaliar a variabilidade no tempo de reação intrassujeito em crianças com TEA, com intuito de elucidar os mecanismos

que o envolvem e, conseqüentemente, proporcionar planejamentos de intervenções capazes de estimular o tempo de reação adequadamente nessa população.

CONCLUSÕES





Identificou-se uma mudança positiva confiável nos índices gerais do desempenho motor da criança com TEA após a intervenção de oito semanas de exergames, com um tamanho de efeito forte. As maiores influências foram nas áreas motoras: equilíbrio e esquema corporal/rapidez. Não foi observada nenhuma alteração no tempo de reação após o programa aplicado. Sendo assim, pode-se concluir que oito sessões de exergames promoveram alterações efetivas no desempenho motor da criança com TEA, mas não no tempo de reação. Frente aos resultados, entende-se pertinente sugerir algumas aplicações práticas dos exergames no contexto profissional e familiar. No contexto profissional, os exergames poderão ser utilizados para estimular as habilidades motoras de crianças com autismo dentro do contexto clínico ou educacional, ofertando uma forma diferenciada das terapias convencionais. Já no contexto familiar, os pais ou responsáveis, quando possível, adquirir um aparelho similar para realizar o estímulo em casa. Contudo, ressalta-se a importância de obter orientações de profissionais da área sobre a quantidade de estímulo a ser oferecido à criança, bem como quais os jogos a serem empregados.

REFERÊNCIAS

- Aguiar, A. A. R., Aguiar, R. G. & Del Prette, Z. A. P. (2009). *Calculando a significância clínica e o índice de mudança confiável em pesquisa-intervenção*. São Carlos: Edufscar.
- American Psychiatric Association. (2014). *Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais – DSM V* (5ª ed.). Porto Alegre: Artmed.
- Baio, J. E., Wiggins, L., Christensen, L., Maenner M., Daniels, J., Warren, Z., Kurzius-Spencer, M., Zahorodny, W., Rosenberg, C. R., White, T., Durkin, M. S., Imm, P., Nikolaou, L., Yeargin-Allsopp, M., Lee, L.-C., Harrington, R., Lopez, M., Fitzgerald, R. T., Hewitt, A., ... Dowling, N. F. (2018). Prevalence of autism spectrum disorder among children aged 8 years: autism and development disabilities monitoring network, 11 sites, United States, 2014. *MMWR Surveillance Summaries*, 67(6), 1-23. <https://doi.org/10.15585/mmwr.ss6706a1>
- Busch, R. M., Srivastava, S., Hogue, O., Frazier, T. W., Klaas, P., Hardan, A., Martinez-Agosto, J. A., Sahin, M. & Eng, C. (2019). Neurobehavioral phenotype of autism spectrum disorder associated with germline heterozygous mutations in PTEN. *Translational Psychiatry*, 9(253), 1-9. <https://doi.org/10.1038/s41398-019-0588-1>
- Dadalko, O. I. & Travers, B. G. (2018). Evidence for brainstem contributions to autism spectrum disorders. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 12(47), 1-27. <https://doi.org/10.3389/fnint.2018.00047>
- Edwards, L., Jeffrey, S., May, T., Rinehart, N. J. & Barnett, L. M. (2017). Does playing a sports active video game improve object control skills of children with autism spectrum disorder? *Journal of Sport and Health Science*, 6(1), 17-24. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2016.09.004>
- Fang, Q. M. S., Aiken, C. A., Fang, C. & Pan, Z. (2019). Effects exergaming on physical and cognitive functions in individuals with autism spectrum disorder: a systematic review. *Games for Health Journal*, 8(2), 1-11. <https://doi.org/10.1089/g4h.2018.0032>
- Ferraro, F. R. (2016). No evidence of reaction time slowing in autism spectrum disorder. *Autism*, 20(1), 116-122. <https://doi.org/10.1177/1362361314559986>
- Fonseca, V. (2008). *Desenvolvimento psicomotor e aprendizagem*. Porto Alegre: Artmed.
- Fournier, K. A., Hass, C. J., Naik, S. K., Lodha, N. & Cauraugh, J. H. (2010). Motor coordination in autism spectrum disorders: a synthesis and meta-analysis. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 40, 1227-1240. <https://doi.org/10.1007/s10803-010-0981-3>
- Ghobadi, N., Ghadiri, F., Yaali, R. & Movahedi, A. R. (2019). The effect of active video game (Xbox Kinect) on static and dynamic balance in children with autism spectrum disorders. *Journal of Research in Rehabilitation Sciences*, 15(1), 13-19. <https://doi.org/10.22122/jrrs.v15i1.3410>
- Golden, D. & Getchell, N. (2017). Physical activity levels in children with and without autism spectrum disorder when playing active and sedentary xbox kinect videogames. *Games for Health Journal*, 6(2), 97-103. <https://doi.org/10.1089/g4h.2016.0083>
- Gusman, S., Amorim, A. R. A., Pimenta, R. A., Rosa Neto, F., Blascovi-Assis, S. M. & Brumoni, D. (2020). Aplicação da escala de desenvolvimento motor em crianças com transtorno do espectro autista: um estudo exploratório. *Cadernos de Educação, Saúde e Fisioterapia*, 7(15), 507-517. <https://doi.org/10.18310/2358-8306.v7n15.a7>
- Hackford, D., Kilgallen, C. & Hao, L. (2009). The action theory-based mental test and training system (MTTS). In Hung T.-M., Lidor R., & D. Hackfort (Eds.), *Psychology of sport excellence: international perspectives on sport and exercise psychology* (pp. 15-24). Morgantown.
- Hilton, C., L., Cumpata, K., Klohr, C., Gaetke, S., Artner, A., Johnson, H. & Dobs, S. (2014). Effects of exergaming on executive function and motor skills in children with autism spectrum disorder: a pilot study. *American Journal of Occupational Therapy*, 68(1), 57-65. <https://doi.org/10.5014/ajot.2014.008664>
- Jacobson, N. S. & Truax, P. (1991). Clinical significance: A statistical approach to defining meaningful change in psychotherapy research. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 59(1), 12-19. <https://doi.org/10.1037/0022-006X.59.1.12>
- Jiménez-Muñoz, L., Peñuelas-Calvo, I., Calvo-Rivera, P., Díaz-Oliván, I., Moreno, M., Baca-García, E. & Porras-Segovia, A. (2021). Video game for the treatment of autism spectrum disorder: a systematic review. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 52, 169-188. <https://doi.org/10.1007/s10803-021-04934-9>
- Jozkowski, A. C., Lichtenwalmer, M. A. & Cermak, S. A. (2016). Case studies on the feasibility of exergaming to enhance physical activity in youths on the autism spectrum. *Good Autism Practice*, 17(2), 24-36.
- Lima, J. L., Axt, G., Teixeira, D. S., Monteiro, D., Cid, L., Yamamoto, T., Murillo-Rodriguez, E. & Machado, S. (2020). Exergames for children and adolescents with autism spectrum disorder: an overview. *Clinical Practice & Epidemiology in Mental Health*, 16, 1-6. <https://doi.org/10.2174/1745017902016010001>
- Lima Antão, J. Y. F., Abreu, L. C., Barbosa, R. T. A., Crocetta, T. B., Guarnieri, R., Massetti, T., Antunes, T. P. C. & Monteiro, C. B. M. (2020). Use of augmented reality with a motion-controlled game utilizing alphabet letter and number to improve performance and reaction time skills for people with autism spectrum disorder. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 23(1), 16-21. <https://doi.org/10.1089/cyber.2019.0103>

- Lima Antão, J. Y. F., Oliveira, A. S. B., Barbosa, R. T. A., Crocetta, T. B., Guarnieri, R., Arab, C., Massetti, T., Antunes, T. P. C., Silva, A. P., Bezerra, I. M. P., Monteiro, C. B. M. & Abreu, L. C. (2018). Instruments for augmentative and alternative communication for children with autism spectrum disorder: a systematic review. *Clinics*, 73, e497. <https://doi.org/10.6061/clinics/2017/e497>
- Lindenau, J. D. & Guimarães, L. S. P. (2012). Calculando o tamanho de efeito no SPSS. *Clinical & Biomedical Research*, 32(3), 363-381.
- Magnuson, J. R., Iarocci, G., Doesburg, S. M., & Moreno, S. (2019). Increased intra-subject variability of reaction times and single-trial event related potential components in children with autism spectrum disorder. *Autism Research*, 13(2), 221-229. <https://doi.org/10.1002/aur.2210>
- Milajerdi, H. R., Sheikh, M., Najafabadi, M. G., Saghaei, B., Naghdi, N. & Dewey, D. (2021). The effects of physical activity and exergaming on motor skills and executive functions in children with autism spectrum disorder. *Games for Health Journal*, 10(1), 33-42. <https://doi.org/10.1089/g4h.2019.0180>
- Noce, F., Ferreira, T. S., Moreira, C. Z., Andrade, A. G. P., Mello, M. T. & Costa, V. T. (2012). Simple reaction time applied for selecting young talents in tennis. *Revista da Educação Física/UEM*, 23(3), 369-377. <https://doi.org/10.4025/reveducfis.v23i3.16990>
- Paula, C. S., Fombone, E., Gadia, C., Tuchman, R. & Rosanoff, M. (2011). Autism in Brazil: perspectives from science and society. *Revista da Associação Médica Brasileira*, 57(1), 2-5. <https://doi.org/10.1590/S0104-42302011000100002>
- Posar, A. & Visconti, P. (2018). Sensory abnormalities in children with autism spectrum disorder. *Jornal de Pediatria*, 94(4), 342-350. <https://doi.org/10.1016/j.jpæd.2017.08.008>
- Prieler, J. (2005). *Teste de reacções simples e de escolha*. Versão 29.0. Modling.
- Rodrigues, M. & Vidal, R. G. (2021). The influence of Chinese boxing practice on the motor development of an autistic child. *Revista Peruana de Ciências de la Actividad Física y del Deporte*, 8(4), 1226-1234. <https://doi.org/10.53820/rpcafd.v8i4.164>
- Rosa Neto, F. (2015). *Manual de avaliação motora: intervenção na educação infantil, ensino fundamental e educação especial* (3ª ed.). Florianópolis: DIOESC.
- Rosa Neto, F., Santos, A. P. M., Xavier, R. F. C., & Amaro, K. N. (2010). A importância da avaliação motora em escolares: análise da confiabilidade da escala de desenvolvimento motor. *Revista Brasileira Cineantropometria e do Desempenho Humano*, 12(6), 422-427. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2010v12n6p422>
- Rotta, N. T., Ohlweiler, L. & Riesgo, R. S. (2016). *Transtornos da aprendizagem: abordagem neurobiológica e multidisciplinar* (2ª ed.). Porto Alegre: Artmed.
- Ruggeri, A., Dancel, A., Johnson, R. & Sargent, B. (2020). The effect of motor and physical activity intervention on motor outcomes of children with autism spectrum disorder: a systematic review. *Autism*, 24(3), 544-568. <https://doi.org/10.1177/1362361319885215>
- Russo, L., Craig, F., Ruggiero, M., Mancuso, C., Galluzzi, R., Lorenzo, A., Fanizza, I. & Trabacca, A. (2018). Exploring visual perspective taking and body awareness in children with autism spectrum disorder. *Cognitive Neuropsychiatry*, 23(4), 254-265. <https://doi.org/10.1080/13546805.2018.1486182>
- Schuhfried, G. (2011). Cognitrone. In D. Kallweit (Ed.), *Vienna Test System: Psychological assessment* (pp. 57). Mödling: Wolkersdorf.
- Schmidt, R. A. & Wrisberg, C. A. (2001). *Aprendizagem e performance motora: uma abordagem da aprendizagem baseada no problema* (2ª ed.). Porto Alegre: Artmed.
- Teixeira, R. B., Marins, J. C. B., Amorim, P. R. S., Teoldo, I., Cupeiro, R., Andrade, M., Martins, Y. L. X., Castilho, P. R., Magalhães, D. D., Palotás, A. & Lima, L. M. (2017). Evaluating the effects of exercise on cognitive function in hypertensive and diabetic patients using the mental test and training system. *The World Journal of Biological Psychiatry*, 20(3), 209-218. <https://doi.org/10.1080/15622975.2017.1337222>
- Villa, M. B., Aguiar, A. A. R. & Del Prette, Z. A. P. (2012). *Intervenções baseadas em evidências: aplicações do Método JT*. São Carlos: Edufscar.
- Vukicevic, S., Dordevic, M., Glumbic, N., Bogdanovic, Z. & Jovicic, M. D. (2019). A demonstration project for the utility of kinect-based educational games to benefit motor skills of children with ASD. *Perceptual and Motor Skills*, 126(6), 1117-1144. <https://doi.org/10.1177/0031512519867521>
- Zampella, C. J., Wang, L. A., Haley, M., Hutchinson, A. G. & Marchena, A. (2021). Motor skill differences in autism spectrum disorder: a clinically focused review. *Current Psychiatry Reports*, 23, 64. <https://doi.org/10.1007/s11920-021-01280-6>

Visual search strategies of young soccer players according to positional role

Felipe Dambroz¹ , Felipe Cardoso^{1,2,3} , José Afonso⁴ , Israel Teoldo^{1*} 

ABSTRACT

We aimed to compare the visual search strategies of young soccer players with different positional roles. Data was collected with the Mobile Eye Tracking — XG to verify gaze behaviour through visual focus. At the laboratory, an 11-a-side match play video-based soccer simulation from a third-person perspective was presented to the participants. Players were grouped according to their positional roles: defenders ($n=6$), midfielders ($n=6$) and forwards ($n=5$). Visual search strategies were classified according to five fixation locations: “player in possession”, “ball”, “teammates”, “opponents” and “space”. The number of fixations and the fixation duration in each location was assessed. One-way ANOVA was performed to compare mean values. Midfielders and forwards showed significant differences in the number of fixations (15.50 ± 5.85 vs. 27.80 ± 7.36 ; $p=0.023$) and fixation duration (8.00 ± 3.11 secs vs. 20.10 ± 8.47 secs; $p=0.016$) for the category “ball”, as well as in the number of fixations (22.00 ± 5.62 vs. 34.60 ± 1.81 ; $p=0.044$) for “teammates”. No other differences were observed. We concluded that the positional role was not relevant to the visual search strategy adopted by young soccer players. This finding is important for coaches and researchers to understand the cognitive and perceptual skills of young soccer players. It can also help coaches design specific training with appropriate stimuli for the players’ development.

KEYWORDS: football; cognition; youth; decision-making; sports performance.

INTRODUCTION

The unpredictability of soccer demands that the players perceive, interpret and select various stimuli and signals from the game quickly and assertively (Assis, Costa, Casanova, Cardoso, & Teoldo, 2021; Cardoso, Afonso, Roca, & Teoldo, 2021). Greater skill in identifying postural cues, detecting relevant information, recognizing patterns of play and assessing situational probabilities enables players to make better decisions (Machado, González-Víllora, Sarmiento, & Teoldo, 2020; Gonçalves, Noce, Barbosa, Figueiredo, & Teoldo, 2021). In this context, vision plays an important role in providing decision-making information (Klostermann, Vater, Kredel, & Hossner, 2020). Following this, research has explored how soccer players employ visual search strategies to extract information from the game, e.g., movements of teammates and

opponents, ball and playing space (Roca, Ford, McRobert, & Williams, 2011; Assis et al., 2021). It has been shown that players with superior performance (Roca et al., 2011) and tactical behaviour (Assis et al., 2021) obtain information from the environment in less time and using fewer fixations.

In soccer, during a game, the functions of soccer players are determined by the positional roles (e.g., defender, midfielder and forward) requiring specific characteristics of players’ (Machado, Padilha, González-Víllora, Clemente, & Teoldo, 2019; Hands & Jonge, 2020). Thus, some studies have assessed the relationship between playing position/positional role and visual search strategies (Williams, Janelle, & Davids, 2004; Vaeyens, Lenoir, Williams, & Philippaerts, 2007a). These researches showed that forwards employed more selective visual search strategies while defenders performed

¹Department of Physical Education, Centre of Research and Studies in Soccer, Universidade Federal de Viçosa – Viçosa (MG), Brazil.

²Faculdade de Educação Física e Desportos, Universidade Federal de Juiz de Fora – Juiz de Fora (MG), Brazil.

³Faculdade do Futuro – Manhuaçu (MG), Brazil.

⁴Centre for Research, Education, Innovation and Intervention in Sport, Faculty of Sport, University of Porto – Porto, Portugal.

*Corresponding author: Universidade Federal de Viçosa, Department of Physical Education, Avenida PH Rolfs, s/n., Campus Universitário – CEP: 36570-000 – Viçosa (MG), Brazil. E-mail: israel.teoldo@ufv.br

Conflict of interests: nothing to declare. **Funding:** SEESP-MG, FAPEMIG, CNPq, Funarbe, the Academia & Futebol Program; the Dean’s Office for Graduate and Research Studies, and the Centre of Life and Health Sciences from the Universidade Federal de Viçosa, Brazil. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Brasil (CAPES)-Finance Code 001.

Received: 08/01/2021. **Accepted:** 12/12/2021.

more exhaustive searches through the environment. In another study, Williams, Ward, Ward, and Smeeton (2008) showed that defenders displayed superior anticipation skills compared to offensive players. However, the studies on these topics have commonly used groups of experts (Williams et al., 2008) or older age categories (Vaeyens, Lenoir, Williams, Mazyn, & Philippaerts, 2007b).

It has also been demonstrated that the developmental stage of a soccer player influences his perceptual and cognitive skills. For example, U-13 players performed more fixations on the “space” than U-15 and U-17 players (Machado, Cardoso, & Teoldo, 2017). In turn, the development stage and soccer-specific knowledge influence visual search behaviours (Roca, Williams, & Ford, 2012; Américo et al., 2017). At the age of 13, the players are in the mature stage of attention (Sternberg, 2010), producing abstract thoughts and testing hypotheses to make decisions even in scenarios with various alternatives (Teoldo, Guilherme, & Garganta, 2017). This development requires an appropriate stimulus for the age during the learning stage and to progress the player’s specialization over time (Côté, Baker, & Abernethy, 2007; Ford, Ward, Hodges, & Williams, 2009).

Schumacher, Schmidt, Wellmann, and Braumann (2018) observed that perceptual-cognitive skills are dependent on soccer player age category and positional role. However, the authors did not consider the perceptual-cognitive skills according to positional role separate by age category as criteria for comparison. Therefore, considering that initial category soccer players are separated by positional role, it might be interesting to compare their perceptual-cognitive skills according to the positional role. Following the evolution of this research topic in soccer, Andrade, Machado, Gonçalves and Teoldo (2021) observed that U-13 soccer players’ midfielders displayed a greater ability to read the game and make quicker decisions than defenders and forwards. Thus, it might be plausible to assume that underlying mechanisms that support decision-making, such as visual search strategies, could differ between young soccer players according to their positional role.

Thus, the present study aims to compare the visual search strategies of young soccer players based on positional roles. The assessment of players at young ages will provide a better understanding of their developmental stage. Research on this topic may also contribute to endorsing the visual search strategies as important variables in the assessment process in soccer, besides helping to qualify the soccer teaching process. We hypothesized that visual search strategies of young soccer players vary according to the positional role due to earlier findings that indicate that expert soccer players from

different positional roles differ in cognitive performance (Slimani et al., 2016; Schumacher et al., 2018).

METHODS

Sample

The sample comprised seventeen U-13 (12.72 ± 0.46 years) soccer players from a club in the Serie A of the Brazilian National Soccer League, grouped according to their positional roles: defenders ($n=6$); midfielders ($n=6$); and forwards ($n=5$). The G*Power 3.1.9.4[®] software was used to estimate the minimum sample size following the procedures described by Faul, Erdfelder, Lang and Buchner (2007). A priori power analysis deemed a sufficient sample size of 15 players in total, based on $\alpha=95\%$ power ($1-\beta$), an alpha (α) of 0.05, and large effect size (ES) ($f=1.20$) (Faul et al., 2007). As inclusion criteria, players had to be engaged in at least three 90-minute weekly training sessions and play in national or international level competitions. The team was composed of 17 players, all of which were recruited and completed this study.

Participants received a term of agreement containing information on the study’s purpose and characteristics. Players’ legal guardians signed an informed consent, confirming they were aware of the players’ participation in the study. All research procedures were conducted according to the norms established by the National Health Council (Resolution 466/2012) and by the Declaration of Helsinki (1996) for research with human beings. The project was approved by the Human Research Ethics Committee (n° 412.816/2013).

Instrument

Data collection was performed using the Mobile Eye Tracking-XG[®] (*Applied Science Laboratories*, Bedford, MA, EUA). The device tracks the participants’ central vision through a system of cameras mounted on a pair of glasses. It detects the reflection of the pupil and the cornea, determined by the reflection of an infrared light source on the surface of the cornea, displayed on a video image of the eye. The Mobile Eye Tracking[®] performs periodic measurements (every 40 ms), providing the values of the location of the central vision in each measurement. The device was used during the application of the test proposed and validated by Mangas (1999). This test consists of a sequence of 11 video scenes of offensive soccer actions, recorded and watched through a third-person perspective. The edited scenes were obtained from professional matches of European national tournaments and utilized in previous research with young soccer

players (Machado et al., 2017; Cardoso, González-Víllora, Guilherme, & Teoldo, 2019; Cardoso et al., 2021).

Data collection procedures

The tests were conducted in a closed environment without external interference and controlled luminosity (maximum variation of 10 lux). The Mobile Eye Tracking — XG[®] was adjusted and calibrated for each participant. Eye movements were corrected by the ASL RESULTS[®] software (Applied Science Laboratories, Bedford, MA, USA). The video scenes of the test were presented via projection on a retractable projection screen (TES — TRM 150 V with “Matte White” projection surface) with the dimensions of 3.04 × 2.28 m. The scenes were projected using an HD projector (Toshiba[®] TDP-s20 DLP A, Texas), mounted onto the ceiling with an XGA resolution of 2 × 2 m. Participants were standing 2.5 m from the screen. The 12-dot calibration method was employed, superior to the 9-dot calibration recommended by the manufacturer. Before the experimental task, test procedures were explained, and participants performed familiarization trials, in which two test scenes were presented.

An 11-video sequence was presented to the players during the experiment, with each video lasting between 7 and 9 seconds. The videos were paused prior to the end of the action (e.g., when a player in possession was about to perform a pass to a teammate or a forward dribble), and the participants were asked to respond as quickly as possible “what the player in possession should do”. The calibration of the Mobile Eye Tracking — XG[®] was periodically checked to ensure precision. The procedure lasted approximately 30 minutes per player (Figure 1).

Visual search strategies

The visual search rate analysis was performed according to previous research procedures (Williams & Davids, 1998; Roca et al., 2011; Assis et al., 2021). The following dependent variables were assessed: Number and mean fixations per

location. The preferred fixation location refers to the number and duration of fixations employed by the individual in pre-defined locations on the scenes. Fixation was defined as the eye remaining stationary by approximately 1.5 degrees of variation tolerance for a period equal to or greater than 120 ms (Williams & Davids, 1998). Five locations were defined for analysis based on previous studies (Roca et al., 2011; Machado et al., 2017): i) player in possession; ii) ball (ball flight); iii) teammates (forwards); iv) opponents; and v) space (areas of free space in the field, in which none of the players is located).

Statistical analysis

Data distribution was analyzed through the Shapiro-Wilk’s test. One-way ANOVA was performed to compare the means and standard deviation of the number and duration of fixations between the three positional roles. Tukey’s post-hoc was performed to verify significant differences between pairs of positional roles. In addition, the reliability of the observation was calculated with the Cohen’s kappa test. Three trained observers performed this procedure after a 21-day interval to avoid task familiarity issues (Robinson & O’Donoghue, 2007). A total of 10% of the data from the first observation was re-analyzed, as suggested by Tabachnick & Fidell, (2007). The inter-observers’ reliability revealed an agreement coefficient of 86%, and the agreement coefficient for intra-observers was 92%. These values are classified by literature as ‘almost perfect’ (Landis & Koch, 1977).

Statistical procedures were performed using IBM SPSS Statistics for Windows, version 24.0 for Windows[®] (Armonk, NY: IBM Corp.), and for all analyses, the significance level was set to $p < 0.05$.

RESULTS

Number of fixations per location: forwards (27.80 ± 7.36) focused more frequently on the category “ball” when compared

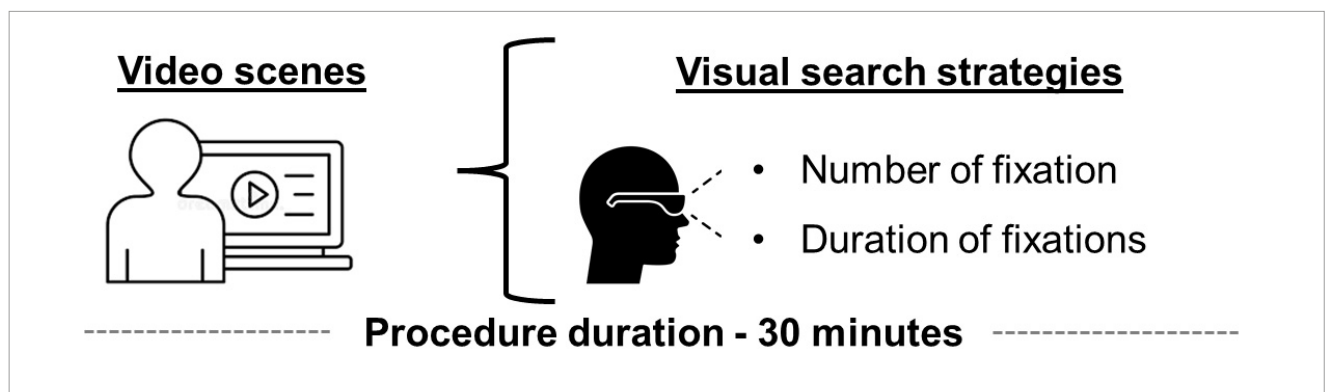


Figure 1. Experimental design.

to midfielders (15.50 ± 5.85) ($F_{(2)} = 4.63$; $p = 0.023$; $\eta^2 = 0.39$), and had a higher number of fixations on the category “teammates” (34.60 ± 1.81 versus 22.00 ± 5.62 , respectively) ($F_{(2)} = 3.71$; $p = 0.044$; $\eta^2 = 0.35$). No further differences were found with respect to the fixations per location (Figure 2).

Fixation duration per location: In relation to the fixation duration on the predefined locations, a difference ($F_{(2)} = 5.69$; $p = 0.016$; $\eta^2 = 0.45$) was observed between midfielders (8.00 ± 3.11 secs) and forwards (20.10 ± 8.47 secs) regarding the category “ball”, with forwards focusing for longer periods on the ball. No further differences were found with respect to the fixation locations (Figure 2).

DISCUSSION

Our purpose was to compare the visual search strategies of young soccer players with different positional roles. Significant differences were found in total fixations in two locations: ball and teammates. Forwards focused more frequently on the ball and teammates when compared to midfielders. Forwards also fixated for longer periods on the ball when compared to midfielders. No further differences were observed. Therefore, the initial hypothesis that visual search strategies of young soccer players vary according to the positional role was partial accepted.

Forwards have been reported to employ a more selective visual search behaviour (Vaeyens et al., 2007a), but our results failed to confirm this for young forward players. Perhaps our sample had insufficient specialization in a single position. Nevertheless, forwards attempted to extract information from locations in which the action took place or where the ensuing action was likely to occur (i.e., ball and teammate). The visual

search strategies employed by the forwards at this age may be related to their need to search for, and to generate, passing lines, aiming to unbalance the opponents’ defensive organization (González-Víllora, García-López, & Contreras-Jordán, 2015).

Midfielders are primarily positioned in the pre-defensive and pre-offensive sectors, as well as in the central corridor (Taylor, Mellalieu, & James, 2005), areas that include a greater number of players and provide reduced space and time for playing actions (Vaz, Gama, Santos, Figueiredo, & Dias, 2014). This requires well developed perceptual and cognitive skills, facilitating anticipation and reducing the response time (Andrade et al., 2021). These behaviours are acquired during the development process through training and matches (Machado et al., 2020). Looking through our results, they suggest that our sample had insufficiently developed perceptual-cognitive skills to characterize a typical visual search pattern influenced by the positional role.

No difference was found between the fixation locations of defenders and the other positional roles, perhaps because the test consisted of offensive scenes (Mann, Farrow, Shuttleworth, & Hopwood, 2009). The test did not display scenarios typically experienced by defenders during the matches, impairing recall and recognition of patterns. Future interventions of the protocol should consider greater representativeness between experimental and game tasks, especially for defenders.

Overall, defenders, midfielders and forwards displayed similar visual search behaviours, focusing more frequently and for longer periods on the player in possession and in spaces. Being at the end of their egocentric phase, players still focus their attention on the locations where the main actions are taking place, including the player in possession (González-Víllora et al., 2015; Teoldo et al., 2017). The players will

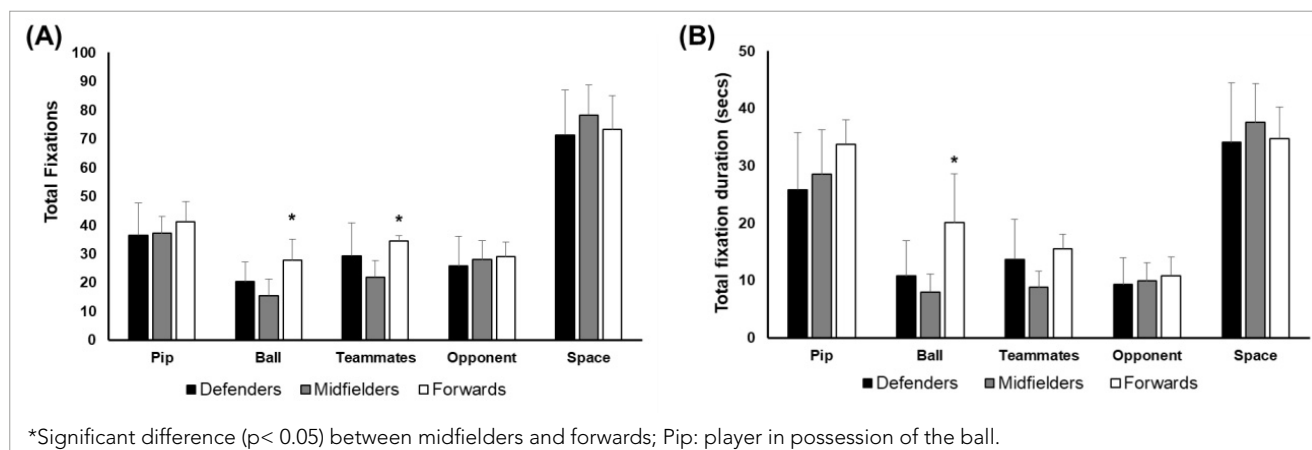


Figure 2. Visual search strategies of young soccer players according to positional role (A) number of fixations made by each group in predefined locations in the video sequences, and (B) time of fixations made by each group in predefined locations in the video sequences.

probably have difficulties in extracting relevant information from the environment, as they will not perceive other stimuli, potentially compromising their decision making (Vaeyens et al., 2007a; Roca et al., 2011).

The findings presented here should be considered with caution due to the study limitations. Analyses performed with a higher number of players could have contributed to reducing the chances of the type II error occurring due to the low sample size. In addition to that, the video-based scenarios only assessed offensive actions. Video-based scenarios should also incorporate defensive actions to avoid biasing the results in favour of midfielders and forwards. Additionally, evaluating defensive actions can lead to differences in the visual search strategies, especially in young soccer players.

To the best of our knowledge, this was the first study that assessed the visual search strategies of young soccer players according to the different positional roles. We recommend expanding the analysis by including other age groups for future studies. Also, it would be interesting to evaluate the players' experience in assessing visual search strategies according to positional roles across different stages of sports development. This suggestion relies on the fact that players' practice time and knowledge are likely to influence their perceptual and cognitive skills (Assis et al., 2021; Machado et al., 2020). At last, future studies should also investigate the tactical and physical performance of young soccer players according to the positional role and their relationship with perceptual-cognitive skills.

From a practical point of view, this study provides important information for coaches and teachers. We recommend that coaches design activities that encourage players to focus more frequently on teammates and free spaces. For example, adjust the training by progressing the level of complexity according to the abilities detected in the group of team players (Côté et al., 2007). Deliberate practice, collective tactics in team practice activities and design of training drills "high decision-making opportunities" in team practice activities may be adopted (O'Connor, Larkin, & Williams, 2017; Machado et al., 2020). These strategies facilitate young soccer players' teaching and learning processes through the development of cognitive and perceptual skills, gradually including specialization to help players reach their top performance (Larkin, Mesagno, Berry, & Spittle, 2018).

CONCLUSIONS

It is concluded that young soccer players with different positional roles displayed overall similar visual search behaviours. Despite the sample being compromised of U-13

soccer players at a highly competitive level and involved in systematic training, the visual search pattern differences between the positional role were observed only in a few variables. This information indicates that the positional role is not a factor that differentiates the perceptual-cognitive skills of the U-13 soccer players. The specialization of the group is a continuing process that occurs gradually through the qualifying soccer teaching process.

PRACTICAL IMPLICATIONS

1. Based on the findings of the present study, coaches will expand their understanding of how young soccer players from different positional roles search information from the ambient, an important skill for the soccer context.
2. Coaches will also be able to design activities according to young soccer players' limitations and potentialities, aiming to enhance their development.
3. This information can be useful for helping coaches to design training situations with specific visual stimuli that require the players' faster decision-making.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to acknowledge the contribution of Mr. Rodrigo de Miranda Monteiro Santos regarding the manuscript's English translation.




REFERENCES

- Américo, H. B., Kowalski, M., Cardoso, F., Kunrath, C. A., González-Villora, S., & Teoldo, I. (2017). Difference in declarative tactical knowledge between U-11 and U-15 soccer players. *Human Movement, 18*(25), 25-30.
- Andrade, L., Machado, G., Gonçalves, E., & Teoldo, I. (2021). Decision making in soccer: Effect of positional role of u-13 soccer players. *Journal of Physical Education and Sport, 21*(3), 1413-1420. <https://doi.org/10.7752/jpes.2021.03180>
- Assis, J. V., Costa, V., Casanova, F., Cardoso, F., & Teoldo, I. (2021). Visual search strategy and anticipation in tactical behavior of young soccer players. *Science and Medicine in Football, 5*(2), 158-164. <https://doi.org/10.1080/24733938.2020.1823462>
- Cardoso, F. S. L., Afonso, J., Roca, A., & Teoldo, I. (2021). The association between perceptual-cognitive processes and response time in decision making in young soccer players. *Journal of Sports Sciences, 39*(8), 926-935. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1851901>
- Cardoso, F. S. L., González-Villora, S., Guilherme, J., & Teoldo, I. (2019). Young soccer players with higher tactical knowledge display lower cognitive effort. *Perceptual and Motor Skills, 126*(3), 499-514. <https://doi.org/10.1177/0031512519826437>
- Côté, J., Baker, J., & Abernethy, B. (2007). Practice and play in the development of sport expertise. In R. Eklund & G. Tenenbaum (Eds.), *Handbook of sport psychology* (3rd ed., pp. 184-202). Hoboken.

- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G., & Buchner, A. (2007). G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Journal of Materials and Environmental Science*, 39(2), 175-191. <https://doi.org/10.3758/bf03193146>
- Ford, P. R., Ward, P., Hodges, N. J., & Williams, A. M. (2009). The role of deliberate practice and play in career progression in sport: the early engagement hypothesis. *High Ability Studies*, 20(1), 65-75. <https://doi.org/10.1080/13598130902860721>
- Gonçalves, E., Noce, F., Barbosa, M. A. M., Figueiredo, A. J., & Teoldo, I. (2021). Maturation, signal detection, and tactical behavior of young soccer players in the game context. *Science and Medicine in Football*, 5(4), 272-279. <https://doi.org/10.1080/24733938.2020.1851043>
- González-Víllora, S., García-López, L. M., & Contreras-Jordán, O. R. (2015). Decision making and skill development in youth football players. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de La Actividad Física y Del Deporte*, 15(59), 467-487. <https://doi.org/10.15366/rimcafd2015.59.005>
- Hands, D. E., & Jonge, X. J. (2020). Current time-motion analyses of professional football matches in top-level domestic leagues: a systematic review. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 20(5), 747-765. <https://doi.org/10.1080/24748668.2020.1780872>
- Klostermann, A., Vater, C., Kredel, R., & Hossner, E.-J. (2020). Perception and action in sports. On the functionality of foveal and peripheral vision. *Frontiers in Sports and Active Living*, 1, 66. <https://doi.org/10.3389/fspor.2019.00066>
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33(1), 159-174. <https://doi.org/10.2307/2529310>
- Larkin, P., Mesagno, C., Berry, J., & Spittle, M. (2018). Exploration of the perceptual-cognitive processes that contribute to in-game decision-making of Australian football umpires. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 16(2), 112-124. <https://doi.org/10.1080/1612197X.2016.1167760>
- Machado, G., Cardoso, F., & Teoldo, I. (2017). Visual search strategy of soccer players according to different age groups. *Motriz*, 23(3), 14-19. <https://doi.org/10.1590/s1980-6574201700030022>
- Machado, G., González-Víllora, S., Sarmiento, H., & Teoldo, I. (2020). Development of tactical decision-making skills in youth soccer players: Macro- and microstructure of soccer developmental activities as a discriminant of different skill levels. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 20(6), 1072-1091. <https://doi.org/10.1080/24748668.2020.1829368>
- Machado, G., Padilha, M. B., González-Villora, S., Clemente, F. M., & Teoldo, I. (2019). The effects of positional role on tactical behaviour in a four-a-side small-sided and conditioned soccer game. *Kinesiology*, 51(2), 261-270. <https://doi.org/10.26582/k.51.2.15>
- Mangas, C. J. (1999). *Conhecimento declarativo no futebol: Estudo comparativo em praticantes federados e não-federados, do escalão de sub-14 (Declarative knowledge in soccer: comparative study in federated and non-federated practitioners, from the u- 14 level)*. Universidade do Porto.
- Mann, D. L., Farrow, D., Shuttleworth, R., & Hopwood, M. (2009). The influence of viewing perspective on decision-making and visual search behaviour in an invasive sport. *International Journal of Sport Psychology*, 40(4), 546-564.
- O'Connor, D., Larkin, P., & Williams, A. M. (2017). What learning environments help improve decision-making? *Physical Education and Sport Pedagogy*, 22(6), 647-660. <https://doi.org/10.1080/17408989.2017.1294678>
- Robinson, G., & O'Donoghue, P. (2007). A weighted kappa statistic for reliability testing in performance analysis of sport. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 7(1), 12-19. <https://doi.org/10.1080/24748668.2007.11868383>
- Roca, A., Ford, P. R., McRobert, A. P., & Williams, A. M. (2011). Identifying the processes underpinning anticipation and decision-making in a dynamic time-constrained task. *Cognitive Processing*, 12(3), 301-310. <https://doi.org/10.1007/s10339-011-0392-1>
- Roca, A., Williams, A. M., & Ford, P. R. (2012). Developmental activities and the acquisition of superior anticipation and decision making in soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 30(15), 1643-1652. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.701761>
- Schumacher, N., Schmidt, M., Wellmann, K., & Braumann, K. M. (2018). General perceptual-cognitive abilities: Age and position in soccer. *PLoS One*, 13(8), e202627. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202627>
- Slimani, M., Bragazzi, N. L., Tod, D., Dellal, A., Hue, O., Cheour, F., Taylor, L., & Chamari, K. (2016). Do cognitive training strategies improve motor and positive psychological skills development in soccer players? Insights from a systematic review. *Journal of Sports Sciences*, 34(24), 2338-2349. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1254809>
- Sternberg, R. J. (2010). *Psicologia cognitiva*. Cengage Learning.
- Tabachnick, B., & Fidell, L. (2007). *Using multivariate statistics* (5th ed.). Harper and Row.
- Taylor, B. J., Mellalieu, D. S., & James, N. (2005). A comparison of individual and unit tactical behaviour and team strategy in professional soccer. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 5(2), 87-101. <https://doi.org/10.1080/24748668.2005.11868329>
- Teoldo, I., Guilherme, J., & Garganta, J. (2017). *Training football for smart playing: on tactical performance of teams and players*. Appris.
- Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A. M., & Philippaerts, R. M. (2007a). Mechanisms underpinning successful decision making in skilled youth soccer players: An analysis of visual search behaviors. *Journal of Motor Behavior*, 39(5), 395-408. <https://doi.org/10.3200/JMBR.39.5.395-408>
- Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A. M., Mazyn, L., & Philippaerts, R. M. (2007b). The effects of task constraints on visual search behavior and decision-making skill in youth soccer players. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29(2), 147-169. <https://doi.org/10.1123/jsep.29.2.147>
- Vaz, P. S. V., Gama, J. V., Santos, J. V., Figueiredo, A. J., & Dias, F. G. (2014). Network-Análise da interação e dinâmica. *Revista Portuguesa de Ciências Do Desporto*, 14(1), 12-25. <https://doi.org/10.5628/rpcd.14.01.12>
- Williams, A. M., & Davids, K. (1998). Visual search strategy, selective attention, and expertise in soccer. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 69(2), 111-128. <https://doi.org/10.1080/02701367.1998.10607677>
- Williams, A. M., Janelle, C. M., & Davids, K. (2004). Constraints on the search for visual information in sport. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 2(3), 301-318. <https://doi.org/10.1080/1612197x.2004.9671747>
- Williams, M. A., Ward, J. D., Ward, P., & Smeeton, N. J. (2008). Domain specificity, task specificity, and expert performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 79(3), 428-433. <https://doi.org/10.1080/02701367.2008.10599509>

Estimativa da especialização esportiva precoce em adolescentes de uma cidade brasileira

Estimation of early sports specialization in adolescents in a Brazilian city

Gracielle Costa Reis^{1*} , Lucio Marques Vieira-Souza^{1,2} , Deborah Lima Ramos de Melo¹ , Layanne de Oliveira Barros¹ , Márcio Getirana-Mota¹ , Afrânio de Andrade Bastos¹ 

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi de estimar a chance de especialização esportiva precoce em uma população escolar. Foi elaborado um questionário Sobre Especialização precoce e dados demográficos respondidos por 830 praticantes de modalidades distintas. Os participantes foram recrutados de escolas públicas e particulares. A classificação da especialização precoce foi baseada nos métodos de autoclassificação e no sistema de três pontos. A análise dos dados foi realizada através da estatística descritiva, teste qui-quadrado e análise de regressão logística multinomial. Os resultados mostraram que a chance para a especialização esportiva por tipo de escola é duas vezes mais para escola pública na categoria moderada (OR= 2,06; IC95% 1,46–2,74) e alta (OR= 1,96; IC95% 1,19–3,26) que escolas particulares. O sistema de pontos classificou os adolescentes em níveis: baixa, média e alta especialização, mostrando 61,8% (n= 495), 29,5% (n= 235), 8,7% (n= 70) respectivamente. Os participantes se classificaram como praticantes de um único (n= 405, 50,6%), ou vários esportes (n= 396, 49,4%) através do sistema de autoclassificação. Portanto, a chance de um escolar ser especializado precocemente é baixa, e a variável idade não foi determinante para influenciar na especialização dos escolares. Contudo, a especialização esportiva parece ser influenciada pelo sexo e tipo de escola.

PALAVRAS-CHAVE: desempenho esportivo; adolescente; esporte.

ABSTRACT

The aim of the present study was to estimate the chance of early sports specialization in a school population. A questionnaire on Early Specialization was prepared, and 830 practitioners of different modalities answered demographic data. Participants were recruited from public and private schools. The classification of early specialization was based on self-rating methods and the three-point system. Data analysis was performed using descriptive statistics, chi-square test and multinomial logistic regression analysis. The results showed that the chance for sports specialization by type of school is twice as high for public schools in the moderate (OR= 2.06; 95%CI 1.46–2.74) and high (OR= 1.96; 95%CI 1.19–3.26) than private schools. The points system classified adolescents into levels: low, medium and high specialization, showing 61.8% (n= 495), 29.5% (n= 235), 8.7% (n= 70) respectively. Participants classified themselves as practicing a single (n= 405, 50.6%), or multiple sports (n= 396, 49.4%) through the self-classification system. Therefore, the chance of a student being specialized early is low, and the age variable was not determinant in influencing the specialization of students. However, sports specialization seems to be influenced by gender and school type.

KEYWORDS: athletic performance; adolescent; sport.

¹Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Universidade Federal de Sergipe – São Cristóvão (SE), Brasil.

²Curso de Educação Física, Universidade do Estado de Minas Gerais – Passos (MG), Brasil.

***Autor correspondente:** Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Sergipe, Cidade Universitária “Prof. José Aloísio de Campos”. Av. Marechal Rondon, s/n., Jardim Rosa Elze – CEP 49100-000 – São Cristóvão (SE), Brasil. E-mail: gracist@gmail.com

Conflito de interesses: nada a declarar. **Financiamento:** nada a declarar.

Recebido: 01/10/2021. **Aceite:** 08/12/2021.

INTRODUÇÃO

Já é consenso do papel fundamental do esporte no processo de desenvolvimento e ampliação de diversas capacidades motoras, além da relevância no tocante da construção de valores e atitudes, tais como a cidadania que vão além somente da prática esportiva (Maciel, Folle, Souza, Vaz, & Salles, 2017).

Neste cenário, a formação esportiva tem como principal objetivo a orientação dos processos a serem seguidos, consistindo em uma fase de motivação que se pode optar pelo direcionamento do indivíduo em idades jovens (Popkin, Bayomy, & Ahmad, 2019).

Porém, de forma independente do potencial dos indivíduos, esse processo deve se preocupar com uma iniciação básica geral que procure desenvolver todas as capacidades e habilidades motoras básicas, priorizando um trabalho multilateral e variado (Bompa, 2002).

Dessa forma, a iniciação esportiva é o momento no qual a criança começa a aprender, de forma específica, regular e orientada a prática de uma ou mais modalidades esportivas. O objetivo imediato é dar continuidade ao desenvolvimento da criança de forma integral, não implicando na participação em competições regulares (Marques, Lima, Moraes, Nunomora, & Simões, 2014).

Em um momento posterior, a fase de especialização esportiva enfatiza a modalidade escolhida, por meio do aperfeiçoamento técnico e tático, desenvolvendo comportamentos táticos de alto nível competitivo com aumento da participação em competições, tendo como finalidade adquirir gestos motores gradualmente mais consistentes e a busca por resultados (Capranica, & Millard-Stafford, 2011; Dahab, Potter, Provance, Albright, & Howell, 2019).

Entende-se como especialização esportiva precoce o processo pautado em um volume de treinamento elevado durante todo o ano em uma única modalidade e associado a uma idade precoce ou prematura, tendo a não há participação em outros esportes, levando à dedicação única, em tempo integral, com finalidade de melhorar o desempenho (Angel & Post, 2021).

O número de adolescentes praticantes de um único esporte, com características de alto volume e intensidade de treinamento, tendo início antes da conclusão do ensino fundamental, cresce cada vez mais (Jayanthi, Post, Laury, & Fabricant, 2019). De acordo com as diretrizes americanas de especialização precoce (AMSSM Collaborative Research Network Youth Early Sport Specialization Summit et al., 2022), pode-se ressaltar que ser competitivo em alto nível requer regimes de treinamento para as crianças que poderiam ser considerados extremos mesmo para os adultos.

Posicionamentos como os de Brenner et al. (2016) e Laprade et al. (2016) concluíram que a especialização precoce pode não significar uma ferramenta para a criança tornar-se um atleta de sucesso, além desencadear problemas de lesões, overtraining e síndrome de burnout. Essa tendência em relação à especialização esportiva e ao treinamento suscita preocupação, pois esses fatores podem aumentar os riscos a prejuízos físicos e mentais nos envolvidos.

Dos Santos e Menezes (2019), ao analisarem a iniciação desportiva dos jovens brasileiros, descreveu que a grande maioria das crianças iniciam sua formação em “escolinhas” desportivas com foco para uma modalidade, elas têm promovido uma formação especializada, logo nos anos iniciais de contato desportivo. Fazendo com que sejam minimizados os benefícios de atividades diversificadas. Desta forma, surge a seguinte problematização: os escolares praticantes de modalidades esportivas residentes na cidade de Aracaju estão expostos a atividades que levem a à especialização precoce?

No Brasil a estrutura esportiva tem peculiaridades que fazem com que em parte dele, o esporte tenha nos clubes sua base de formação esportiva. Em outros locais, a escola é quem tem o papel preponderante nessa formação.

Nesse sentido a região de abrangência desse estudo é caracterizada por uma participação ativa de escolares em competições esportivas. Como em toda região nordeste do Brasil, na cidade de Aracaju, estado de Sergipe, o desporto escolar é a principal manifestação atlética. Portanto, o objetivo do presente estudo foi de estimar a chance de especialização esportiva precoce em uma população escolar. Acredita-se que escolares sejam especializados precocemente.

MÉTODOS

Este trabalho caracteriza-se como estudo descritivo com abordagem quantitativa e transversal. O presente estudo respeitou as normas da Declaração de Helsinki de 1964 alterada em 2013 e as Diretrizes e Normas Regulamentadoras da Pesquisa em Seres Humanos (Resolução nº 510/16 do Conselho Nacional de Saúde/ Ministério da Saúde — CNS/MS), e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos (CEP) da Universidade Federal de Sergipe-UFS com parecer nº 2.256.757.

Para caracterizar os indivíduos como adolescente o parâmetro utilizado foi da Organização Mundial da Saúde (WHO Expert Committee, 2010), que diz que a adolescência é o período de transição entre a infância e a vida adulta, compreendido entre os 10 e os 19 anos de idade, em que ocorrem alterações somáticas, psicológicas e sociais, podendo acontecer em ritmos e proporções diferentes entre os indivíduos.

Participaram da pesquisa os escolares em que os responsáveis assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), e que atenderam aos seguintes critérios: Ter entre 10 a 14 anos de idade, estar regularmente matriculado em uma instituição de ensino, ser praticante de alguma modalidade esportiva e estar em regime de treinamento dos esportes em nível de competição. Foram excluídos da pesquisa os indivíduos que não preencheram adequadamente algum item do questionário.

Para determinação do tamanho amostral (n) foi utilizada a Equação 1 (Santos, 2011):

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}{Z^2 \cdot p \cdot (1-p) + e^2 \cdot (N-1)} \quad (1)$$

n= amostra calculada;

N= população;

Z= variável normal padronizada associada ao nível de confiança;

p= verdadeira probabilidade do evento;

e= erro amostral.

Amostra

A população desse estudo foi composta por escolares praticantes de esportes ($\cong 10.000$). O n amostral calculado foi de 380 adolescentes, porém, a amostra selecionada abrangeu 830 praticantes de modalidades distintas (atletismo, basquete, badminton, futsal, ginástica rítmica, handebol, judô, natação, tênis de mesa e voleibol) com idade compreendida entre 10 a 14 anos. Com uma perda de 29 indivíduos, que deixaram de responder algum item do questionário. Os participantes foram recrutados de escolas públicas (15) e particulares (18), escolhidas com base no trabalho de diversificadas modalidades esportivas (por conveniência). A seleção foi realizada de forma aleatória simples entre os adolescentes que praticavam esportes de forma estruturada.

Instrumentos

Foi utilizado um questionário individualizado composto por informações demográficas (sexo, idade, escola e esporte praticado) e três perguntas fechadas que tinham como finalidade identificar o grau de especialização esportiva em adolescentes, baseado no sistema de pontos proposto por Jayanthi, LaBella, Fischer, Pasulka, e Dugas (2015), utilizado por Dahab et al. (2019) e baseado no método de autoclassificação utilizado por Hall, Barber Foss, Hewett e Meyer (2015). No questionário, a primeira pergunta era utilizada para a autoclassificação de um único esporte ou de vários esportes, seguido das perguntas para o sistema de pontos. Para a classificação no sistema de pontos, essas três questões baseiam-se na definição de especialização esportiva como “treinamento intenso

durante todo o ano, em um único esporte, excluindo outros esportes” (Jayanthi et al., 2019).

O sistema de classificação categórico foi utilizado para avaliar as questões de especialização esportiva (sim= 1, não= 0), com uma pontuação de três foi considerada alta especialização, uma pontuação de dois foi considerada especialização moderada e uma pontuação de zero ou um foi considerada baixa especialização.

Para ser considerada especialização precoce, foi adotado no presente estudo o que algumas instituições, como a *American Orthopaedic Society for Sports Medicine* (Laprade et al., 2016), propuseram em um posicionamento de consenso definindo que a participação em formação intensiva ou em esportes organizados e em um único esporte com exclusão de outros, maiores que oito meses por ano, envolvendo pré-púberes podem ser caracterizadas especializadas precocemente.

Para a classificação da especialização precoce foi utilizado o modelo de Bompa (2002), que estabelece uma adequação para o início da carreira atlética do indivíduo, onde diz que se o aluno for especializado antes dessa fase é possível que ele esteja sendo especializado precocemente (Quadro 1).

Procedimentos

A pesquisa foi realizada na cidade de Aracaju-SE, Brasil, nas próprias instituições de ensino em que os adolescentes estavam matriculados regularmente. A coleta de dados ocorreu entre os meses de setembro a novembro do ano de 2017. Os avaliadores, compostos por professores e alunos de graduação e pós-graduação, foram previamente treinados para a aplicação dos instrumentos a fim de padronizar todos os procedimentos referentes à obtenção dos dados.

Quadro 1. Diretrizes para o caminho rumo a especialização.

Modalidade	Idade para iniciar (anos)	Idade para especializar (anos)	Idade para alcançar o alto rendimento (anos)
Atletismo	10 a 12	14 a 16	22 a 26
Badminton	10 a 12	14 a 16	20 a 25
Basquetebol	10 a 12	15 a 16	22 a 28
Ciclismo	12 a 15	16 a 16	22 a 28
Handebol	10 a 12	14 a 16	22 a 26
Judô	8 a 10	15 a 16	22 a 26
Natação	Feminino	7 a 9	11 a 13
	Masculino	7 a 8	13 a 15
Futebol	10 a 12	14 a 16	22 a 26
Voleibol	10 a 12	15 a 16	22 a 26

Inicialmente foi feito o contato com o Departamento de Educação Física do Estado de Sergipe (SEED/DEF), apresentando o projeto de pesquisa para que fosse liberada o acesso à relação de escolas e alunos que participaram dos Jogos Escolares no ano anterior.

A caracterização das escolas foi feita de forma arbitrária, de acordo com a quantidade de alunos, sendo caracterizada uma escola de pequeno porte a possuía até 1.000 alunos e de grande porte mais de 1.000 alunos.

Em seguida foi realizado o contato com as direções das instituições de ensino escolhidas para apresentação da proposta do estudo, incluindo seus riscos e benefícios: a participação seria voluntária, prezando pelo sigilo e respeitando a autonomia do indivíduo; antes de participar da pesquisa os voluntários receberiam as informações sobre os objetivos e procedimentos metodológicos, aceitando a participação, com seus responsáveis legais assinariam o TCLE; a identificação dos sujeitos, nos questionários, foi opcional para que não houvesse constrangimentos e/ou comprometimento na realização da pesquisa; os benefícios resultantes do estudo objetivaram gerar conhecimento acerca da especialização esportiva precoce de escolares, diminuição dos problemas relacionados ao Burnout e abandono esportivo (Figura 1).

Após a adesão das escolas à pesquisa, foi acertado/definido com os responsáveis pelas equipes os dias e horários em que poderia ser realizada a coleta dos dados.

Análise estatística

A análise estatística foi realizada em três partes: a. estatística descritiva através da qual calculamos as frequências relativas e absolutas da amostra; b. em seguida o teste de qui-quadrado, para realizar a associação das categorias de classificação da variável dependente (baixa, moderada e alta) e para a associação entre os métodos de sistema de três pontos e autoclassificação; c. por fim, análise de regressão logística

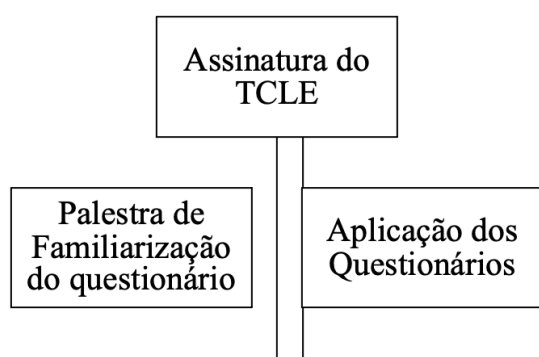


Figura 1. Desenho experimental.

multinomial, modelo único, para estimar a razão de chance entre sexo (masculino e feminino), idade (10 a 14), tamanho da escola (grande e pequena), tipo de escola (pública e particular), tipo de esporte (coletivo e individual). A variável de desfecho consistiu na especialização esportiva, na qual o valor de especialização baixa foi a referência. Todas as variáveis foram incluídas no modelo. Por fim, o tamanho do efeito (d de Cohen). Foi utilizado o software SPSS 22.0 (IBM, EUA) para todo tratamento estatístico, assim como foi considerado significativo o $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

De um total de 830 adolescentes que receberam o questionário, 801 destas (96,5%) foram incluídas na população estudada (Tabela 1). As análises dos processos de seleção mostraram que a maior parte da população estudada é do sexo masculino 68,9% e apenas 31,1% do sexo feminino. As perdas foram de 3,5% ($n = 29$), relativas a alunos que não responderam ao questionário por completo.

Na Tabela 1 é apresentada a análise inicial das características gerais das variáveis de acordo com os valores absolutos e relativos. Com relação à idade encontramos valores médios de $12,9 \pm 1,1$ anos, sendo a maioria adolescentes, classificados como baixa especialização em sua maioria.

Podem ser observadas na Tabela 2, que quando utilizado o sistema de pontos nas três faixas, adolescentes do sexo masculino pontuaram mais (68,9%) que as do sexo feminino (31,1%).

Tabela 1. Características sociodemográficas da amostra ($n = 801$)*.

Variáveis	n	%	
Sexo	Feminino	249	31,1
	Masculino	552	68,9
Classificação da Especialização	Baixa	495	61,8
	Moderada	236	29,5
	Alta	70	8,7
Tipo de Escola	Pública	376	46,9
	Particular	425	53,1
Tipo de Esporte	Individual	332	41,4
	Coletivo	469	58,6
Tamanho da Escola	Pequena	464	57,9
	Grande	337	42,1
Idade	10	32	4
	11	62	7,7
	12	163	20,3
	13	272	34
	14	272	34
Total	801	100	

*Valores apresentados: absolutos (n) e relativos (%).

Já na Tabela 3, refere-se ao sistema de autoclassificação, adolescentes do sexo masculino tendem a escolher vários esportes (36,5%). Já quando observada as adolescentes do sexo feminino, um percentual maior tende a se auto classificar como praticante de um único esporte (18,1%).

Tabela 2. Resultados encontrados para o Sistema de classificação 3 pontos*.

Sexo	Baixa (%)	Moderada (%)	Alta (%)	Total (%)
Masculino	324 (40,4)	177 (22,1)	51 (6,4)	68,9
Feminino	171 (21,3)	59 (7,4)	19 (2,5)	31,1
Total	495 (61,8)	236 (29,5)	70 (8,7)	100

*Valores apresentados: absolutos (n) e relativos (%).

Tabela 3. Resultados encontrados para o Sistema de Autoclassificação*.

Sexo	Único Esporte (%)	Vários Esportes (%)	Total (%)
Masculino	260 (32,5)	292 (36,5)	69
Feminino	145 (18,1)	104 (13)	31
Total	405 (50,6)	396 (49,4)	100

*Valores apresentados: absolutos (n) e relativos (%).

Tabela 4. Análise de regressão multinomial para estimativa de especialização precoce no esporte com fatores demográficos e socioeconômicos em adolescentes.

Classificação	β	OR	limite inferior/superior	Valor p
Moderada	-,845			0,421
Idade	0,001	1,001	0,854–1,173	0,993
Sexo=Feminino	-,460	0,632	0,446–0,895	0,010
Sexo=Masculino		1	1	1
Tipo de escola= Pública	0,696	2,006	1,465–2,747	0,000
Tipo de escola= Particular		1	1	1
Tamanho da Escola= Pequena	0,116	1,122	0,807–1,561	0,493
Tamanho da Escola= Grande		1	1	1
Tipo de esporte= Individual	-0,039	0,962	0,702–1,319	0,962
Tipo de esporte= Coletivo		1	1	1
Alta	-2,891			0,089
Idade	0,072	1,074	0,830–1,390	0,585
Sexo= Feminino	-0,348	0,706	0,404–1,234	0,222
Sexo= Masculino		1	1	1
Tipo de escola= Pública	0,676	1,967	1,185–3,263	0,009
Tipo de escola= Particular		1	1	1
Tamanho da Escola= Pequena	-0,307	0,735	0,437–1,238	0,247
Tamanho da Escola= Grande		1	1	1
Tipo de esporte= Individual	0,051	1,052	0,634–1,745	0,844
Tipo de esporte= Coletivo		1	1	1

β : beta (efeitos da variável independente); OR: odds ratios; $p \leq 0,05$.

A associação entre os métodos sistema de 3 pontos e autoclassificação, mostrou-se significativa estatisticamente ($p \leq 0,001$). Encontramos para essa análise um tamanho de efeito grande, sendo $r = 0,553$. Quando observamos a chance para os tipos de escola, a especialização esportiva foi significativa. Verificamos que os adolescentes da escola pública apresentaram duas vezes mais chances de especialização na categoria moderada (OR= 2,06; IC95% 1,46–2,74) e alta (OR= 1,96; IC95% 1,19–3,26) em comparação aos adolescentes da escola particular (Tabela 4). As outras variáveis idade, tamanho da escola e tipos de esporte não se mostraram significativas

DISCUSSÃO

A pesquisa teve como finalidade estimar a chance de especialização esportiva precoce em escolares. O principal achado obtido nesse estudo foi que a especialização é baixa. Quando o sistema de autoclassificação foi utilizado, uma proporção maior de adolescentes se autoclassificaram como praticantes de um único esporte. Utilizando a escala de três pontos aplicada à mesma amostra, foi observada uma maior parcela de participantes sendo especializados de forma baixa,

sendo, alguns resultados, influenciados pelas variáveis sexo e tipo de escola.

Estudos anteriormente realizados, utilizaram o método de autoclassificação (Fransen et al., 2012; Hall et al., 2015), contudo ainda não está claro que este método seja o ideal para classificar a especialização. Já o sistema de três pontos tem como objetivo classificar mais especificamente a especialização e vem sendo utilizado em diversos estudos (Bell et al., 2016; Pasulka, Jayanthi, McCann, Dugas, & LaBella, 2017; Dahab et al., 2019). No presente estudo foram utilizados os dois tipos de métodos para dar mais consistência aos dados.

Considerando a ideia de observar a frequência da especialização, o estudo Wilhelm, Choi e Deitch (2017) demonstrou que 49% dos jogadores de beisebol dos Estados Unidos foram especializados precocemente, enquanto que no presente estudo os valores chegaram a 38%. Isto pode ter ocorrido em razão de ambos utilizarem a mesma definição para especialização precoce, apesar de terem questionários distintos e uma característica amostral diferente.

Ainda que alguns estudos (Güllich & Emrich, 2006; Güllich, 2014), relatem que os atletas de elite intensificam seus regimes de treinamento em uma idade mais avançada do que seus colegas de quase elite. No presente estudo em adolescentes foi demonstrado que a especialização parece não ser influenciada pela idade.

Da mesma forma a maioria (50,6%) dos participantes se classificaram como praticantes de um único esporte. Estudo congênere de Buckley et al. (2017), fornece uma base para a compreensão das tendências atuais em especialização em um único esporte em todos os níveis atléticos, além disso, atletas do ensino médio se especializaram em média 2 anos antes dos atletas universitários e profissionais pesquisados. Nesse sentido, tais dados confrontam a ideia de que o sucesso na elite exige que os atletas se especializem em um esporte, em uma idade prematura e muitas vezes sem poder lidar com as exigências do treinamento.

Ainda sobre a autoclassificação, no presente estudo as meninas relataram serem praticantes de um único esporte. Post et al. (2017), destacaram em seu estudo que existe uma teoria de risco aumentado entre atletas do sexo feminino. O crescente aumento de meninas participando em um único esporte e fazendo especialização esportiva intensa durante todo o ano. Desta forma o aumento da participação em único esporte propicia ao risco de especialização.

Por outro lado, os resultados encontrados do presente estudo mostram que uma parcela significativa (49,4%) de praticantes, são de vários esportes. Güllich (2014) destacou que atletas olímpicos relataram participar em mais de

um esporte quando criança. Synder (2014) encontrou que esportistas profissionais acreditavam que ser um atleta eclético foi benéfico para se alcançar o alto nível. Já Güllich e Emrich (2006) que avaliaram atletas olímpicos alemães, concluíram que ter um ótimo volume de treinamento não é o principal fator associado a uma boa performance em esportes de alto desempenho.

Os achados do presente estudo mostram uma baixa especialização esportiva precoce (60,8%), com valores intermediários para especialização moderada (29,5%) e uma pouca prevalência de alta especialização (8,7%) em ambos os sexos. Os adolescentes do sexo masculino tiveram maior tendência a serem especializados precocemente de forma moderada (22,1%) e altamente especializados (6,4%), quando comparadas com as adolescentes do sexo feminino que apresentaram uma especialização moderada (7,4%) e altamente especializadas (2,5%). Essas informações levam a perceber que, de modo geral, a atividade esportiva desenvolvida nas escolas parece estar dentro dos limites adequados para as faixas etárias estudadas.

Bell et al. (2016) mostraram que o tamanho da escola pode desempenhar um papel decisivo na especialização em um esporte. Atletas em escolas maiores enfrentam muito mais competições esportivas do que aqueles de pequenas escolas e, portanto, podem ser forçados a escolher um esporte com a exclusão de outros. Entretanto, ainda que os autores supracitados tenham encontrado resultados que justifiquem a importância do tamanho da escola, no presente estudo não parece haver diferença quando comparadas as escolas de pequeno e grande porte. Essa afirmação encontra respaldo em Whatman, van den Berg, Palacios-Derflinger, e Emery (2021), que não verificaram diferença em relação ao tamanho da escola.

A chance quanto o tipo de escola aumenta a exposição de adolescentes em relação à especialização esportiva precoce foi verificada. Os adolescentes da escola pública apresentaram (OR= 2,06) duas vezes mais chances de especialização na categoria moderada e alta. Isso pode significar que, os adolescentes das escolas públicas apresentam mais chances de estarem sendo especializados precocemente quando comparados aos de escolas particulares.

Ainda que não tenhamos encontrado na literatura estudos de outros países que atentem à classificação das escolas entre pública e particular, no Brasil este dado é um fator relevante, principalmente em nosso estado que tem como principal manifestação esportiva o desporto escolar. Dessa forma, os dados mostram que o tipo da escola pode desempenhar um papel decisivo na especialização esportiva. Atletas vinculados a escolas particulares dispõem de

um leque mais amplo de modalidades esportivas do que os ligados a escolas públicas e, portanto, podem diversificar sua prática. Por outro lado, a oferta de uma gama de opções de prática em escolas públicas é limitada, forçando o aluno a praticar apenas o que está disponível, levando-o a especializar-se precocemente.

A chance de a especialização esportiva precoce acontecer por conta do sexo, não apresentou diferença no grau de especialização alta. Já quando observado na especialização moderada, verificamos que as adolescentes têm menos chances de serem especializadas quando comparadas aos adolescentes do sexo masculino. Isso pode estar relacionado a nossa cultura onde a sociedade entende que a prática esportiva está mais relacionada ao sexo masculino. Contudo, Bell et al. (2016) e Post et al. (2017) em seus resultados também verificaram que atletas femininas eram mais propensas a se especializar do que os atletas do sexo masculino. Todavia isso pode ter ocorrido por conta de os estudos serem realizados com atletas do ensino médio.

Estas informações são confirmadas por Pasulka et al. (2017) que encontraram uma maior proporção de atletas com um baixo índice de especialização entre os praticantes de esportes coletivos, enquanto havia uma maior proporção de atletas altamente especializados entre aqueles praticantes de esportes individuais. Esta discrepância pode estar relacionada ao tipo da amostra visto que, no presente estudo, os sujeitos eram escolares praticantes de esportes e com uma faixa etária reduzida.

O presente estudo apresenta algumas limitações, como por exemplo não foi comparada a chance de especialização em diferentes esportes. No entanto, a classificação em esportes coletivos e individuais é representativa em nossa área geográfica. Também não foram examinados outros fatores potenciais que influenciam a especialização neste estudo, como o interesse pessoal do atleta jovem e a influência dos pais ou treinadores. Pesquisas futuras devem examinar o efeito desses fatores sobre a especialização. Finalmente, enquanto os desenhos de estudos transversais podem revelar associações, estes estudos não podem provar a causalidade.

CONCLUSÕES

Conclui-se que a chance de um adolescente ser especializado precocemente no presente estudo é baixa. A variável sexo parece interferir na caracterização da especialização esportiva precoce, já a idade parece não influenciar. A especialização esportiva precoce parece ser influenciada pelo tipo de escola. Adolescentes de escolas públicas têm mais chances de serem especializados. Por outro lado, o tamanho da escola

não foi determinante para influenciar na especialização dos mesmos, assim como o tipo de esporte. Os autores sugerem novas pesquisas que abordem análises longitudinais sobre o tema é que possam analisar a frequência semanal de treinamento destes adolescentes.

REFERÊNCIAS

- AMSSM Collaborative Research Network Youth Early Sport Specialization Summit, Herman, D. C., Nelson, V. R., Montalvo, A. M., Myer, G. D., Brenner, J. S., DiFiori, J. P., Jayanthi, N. A., Marshall, S. W., Kliethermes, S. A., Beutler, A. I., Tenforde, A. S. (2021). Systematic Review of Health Organization Guidelines Following the AMSSM 2019 Youth Early Sport Specialization Summit. *Sports Health*, 14(1), 127-134. <https://doi.org/10.1177/19417381211051371>
- Angel, J., Post, E. (2021). Early sport specialization. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 103(20), 1948-1957. <https://doi.org/10.2106/JBJS.21.00018>
- Bell, D. R., Post, E. G., Trigsted, S. M., Hetzel, S., McGuine, T. A., & Brooks, M. A. (2016). Prevalence of Sport Specialization in High School Athletics: A 1-Year Observational Study. *American Journal of Sports Medicine*, 44(6), 1469-1474. <https://doi.org/10.1177/0363546516629943>
- Bompa, T. (2002). *Periodização: teoria e metodologia do treinamento*. Phorte.
- Brenner, J. S., & Council on Sports Medicine and Fitness, LaBella, C. R., Brookes, M. A., Diamond, A., Henrikus, W., Kelly, A. K. W., LaBatz, M., Logan, K., Loud, K. J., Moffatt, K. A., Nemeth, B., Pengel, B. (2016). Sports specialization and intensive training in young athletes. *Pediatrics*, 138(3), e20162148. <https://doi.org/10.1542/peds.2016-2148>
- Buckley, P. S., Bishop, M., Kane, P., Ciccotti, M. C., Selverian, S., Exume, D., Emper, W., Freedman, K. B., Hammoud, S., Cohen, S. B., & Ciccotti, M. G. (2017). Early single-sport specialization: a survey of 3090 high school, collegiate, and professional athletes. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 5(7), 1-7. <https://doi.org/10.1177/2325967117703944>
- Capranica, L., & Millard-Stafford, M. L. (2011). Youth sport specialization: how to manage competition and training? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(4), 572-579. <https://doi.org/10.1123/ijsp.6.4.572>
- Dahab, K., Potter, M. N., Provance, A., Albright, J., Howell, D. R. (2019). Sport specialization, club sport participation, quality of life, and injury history among high school athletes. *Journal of Athletic Training*, 54(10), 1061-1066. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-361-18>
- Dos Santos, W. R., & Menezes, R. P. (2019). Especialização de jogadores de handebol a partir dos discursos de treinadores. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 19(3), 47-61. <https://doi.org/10.6018/cpd.360471>
- Fransen, J., Pion, J., Vandendriessche, J., Vandorpe, B., Vaeyens, R., Lenoir, M., & Philippaerts, R. M. (2012). Differences in physical fitness and gross motor coordination in boys aged 6-12 years specializing in one versus sampling more than one sport. *Journal of Sports Sciences*, 30(4), 379-386. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.642808>
- Güllich, A. (2014). Selection, de-selection and progression in German football talent promotion. *European Journal of Sport Science*, 14(6), 530-537. <https://doi.org/10.1080/17461391.2013.858371>
- Güllich, A., Emrich, E. (2006). Evaluation of the support of young athletes in the elite sports system. *European Journal for Sport and Society*, 3(2), 85-108. <https://doi.org/10.1080/16138171.2006.11687783>

- Hall, R., Barber Foss, K., Hewett, T. E., & Myer, G. D. (2015). Sport specialization's association with an increased risk of developing anterior knee pain in adolescent female athletes. *Journal of Sport Rehabilitation, 24*(1), 31-35. <https://doi.org/10.1123/jsr.2013-0101>
- Jayanthi, N. A., LaBella, C. R., Fischer, D., Pasulka, J., & Dugas, L. R. (2015). Sports-specialized intensive training and the risk of injury in young athletes: a clinical case-control study. *American Journal of Sports Medicine, 43*(4), 794-801. <https://doi.org/10.1177/0363546514567298>
- Jayanthi, N. A., Post, E. G., Laury, T. C., Fabricant, P. D. (2019). Health consequences of youth sport specialization. *Journal of Athletic Training, 54*(10), 1040-1049. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-380-18>
- LaPrade, R. F., Agel, J., Baker, J., Brenner, J. S., Cordasco, F. A., Côté, J., Engebretsen, L., Feeley, B. T., Gould, D., Hainline, B., Hewett, T., Jayanthi, N., Kocher, M. S., Myer, G. D., Nissen, C. W., Philippon, M. J., & Provencher, M. T. (2016). AOSSM Early Sport Specialization Consensus Statement. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine, 4*(4), 1-8. <https://doi.org/10.1177/2325967116644241>
- Maciel, L. F. P., Folle, A., Souza, P. H. X., Vaz, G., & Salles, W. N. (2017). Envolvimento esportivo e escolar: percepções de alunos-atletas do programa "Basquetebol Para Todos". *Revista Brasileira de Ciência e Movimento, 25*(4), 92-103. <https://doi.org/10.31501/rbcm.v25i4.7776>
- Marques, R. F., Lima, C. P., Moraes, C. de, Nunomora, M., & Simões, E. C. (2014). Formação de jogadores profissionais de voleibol: relações entre atletas de elite e a especialização precoce. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte, 28*(2), 293-304. <https://doi.org/10.1590/1807-55092014000200293>
- Pasulka, J., Jayanthi, N., McCann, A., Dugas, L. R., & LaBella, C. (2017). Specialization patterns across various youth sports and relationship to injury risk. *The Physician and Sportsmedicine, 45*(3), 344-352. <https://doi.org/10.1080/00913847.2017.1313077>
- Popkin, C. A., Bayomy, A. F., Ahmad, C. S. (2019). Early sport specialization. *Journal of American Academy of Orthopaedic Surgeons, 27*(22), e995-e1000. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-18-00187>
- Post, E. G., Bell, D. R., Trigsted, S. M., Pfaller, A. Y., Hetzel, S. J., Brooks, M. A., & McGuine, T. A. (2017). Association of competition volume, club sports, and sport specialization with sex and lower extremity injury history in high school athletes. *Sports Health, 9*(6), 518-523. <https://doi.org/10.1177/1941738117714160>
- Santos, G. E. O. (2011). Cálculo amostral: calculadora on-line. Retirado em: <https://calculareconverter.com.br/calculo-amostal/>
- Snyder C. (2014). *The path to excellence: A view on the athletic development of U.S. Olympians who competed from 2000–2012*. USA: Sport Performance and Coach Education Divisions.
- Whatman, C., van den Berg, C., Palacios-Derflinger, L., & Emery, C. (2021). Sport specialization, physical performance and injury history in canadian junior high school students. *International Journal of Sports Physical Therapy, 16*(6), 1566-1574. <https://doi.org/10.26603/001c.29590>
- Wilhelm, A., Choi, C., & Deitch, J. (2017). Early sport specialization: effectiveness and risk of injury in professional baseball players. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine, 5*(9), 2325967117728922. <https://doi.org/10.1177%2F2325967117728922>
- WHO Expert Committee. (2010). *Physical status: the use and interpretation of anthropometry*. World Health Organization.



Infrared thermography detects soccer-induced residual fatigue: a single-case study

Alisson Gomes da Silva^{1,2*} , Maicon Rodrigues Albuquerque³ , Hamilton Henrique Teixeira Reis¹ ,
Fabrícia Geralda Ferreira^{2,4} , João Carlos Bouzas Marins¹ 

ABSTRACT

We analysed the effect of different volumes of a soccer simulation protocol (SSP) on skin temperature (Tsk), muscle damage, and inflammation to investigate whether thermography can detect residual fatigue. We conducted this single-case study with a 17-year-old soccer player in a military boarding school. The participant performed an SSP twice with different duration (45 min and 90 min). At 24 h pre, 24 h post, and 48 h post each condition, thermograms were taken to measure Tsk overlying quadriceps, hip adductors, hamstrings, and gastrocnemius. Also, blood samples were obtained to quantify both creatine kinase (CK) and C-Reactive Protein (CRP) concentrations. Following the 90-min SSP, Tsk increased during the recovery period in all analysed regions; CK peaked after 24 h (336 U·L⁻¹) with values 273.3% higher than baseline (90 U·L⁻¹), remaining elevated 48 h post-match (185.6%) (257 U·L⁻¹); CRP increased 182.5% after 24 h (1.13 mg·L⁻¹) when compared to baseline (0.40 mg·L⁻¹) and peaked at 48 h post (432.5%) (2.13 mg·L⁻¹). However, following the 45-min SSP, there was no increase in Tsk, CRP, and the CK values did not indicate muscle damage. Thermography is capable of detecting soccer-induced residual fatigue in a young military player. Monitoring Tsk changes via thermography can be a promising non-invasive approach to monitoring muscle recovery status.

KEYWORDS: muscle fatigue; skin temperature; soccer; sports medicine.

INTRODUCTION

Soccer players commonly compete with insufficient time for complete recovery between matches (Silva et al., 2018). This can result in exacerbated residual fatigue, manifested by an increase in indicators of exercise-induced muscle damage (EIMD) and inflammation, impaired performance, and delayed onset muscle soreness (DOMS) (Silva et al., 2018). Assessing residual fatigue markers provides valuable information about the muscle recovery status, allowing practitioners to analyse the athlete's readiness to train and compete (Kellmann et al., 2018). Moreover, manipulating the training load according to the athlete's recovery status is pivotal to preventing injuries, illness, and non-functional overreaching (Kellmann et al., 2018).

Infrared thermography (IRT) generates thermal images (thermograms) based on the infrared radiation emitted from

objects, allowing us to quantify the skin temperature (Tsk) safely, contact-free, and non-invasively (Moreira et al., 2017). Tsk was suggested as a marker of residual fatigue, hypothesising that the inflammation in response to EIMD would increase the local Tsk across days following physical exercise (Fernandes et al., 2017). However, Tsk monitoring via IRT to detect residual fatigue in athletes remains unclear in the literature since the results of different studies on this topic are contradictory. For example, some authors have reported Tsk increments in the subsequent days following exercise (Uchôa et al., 2018; Priego-Quesada, Oficial-Casado, Gandia-Soriano, & Carpes, 2019; Rojas-Valverde, Gutiérrez-Vargas, Sánchez-Ureña, Gutiérrez-Vargas, & Priego-Quesada, 2021), whereas others have failed to find Tsk changes after EIMD (Pérez-Guarner et al., 2019; Barboza et al., 2021; Ferreira-Júnior et al., 2021).

¹Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Viçosa – Viçosa (MG), Brazil.

²Seção de Educação Física, Escola Preparatória de Cadetes do Ar – Barbacena (MG), Brazil.

³Departamento de Educação Física e Esportes, Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte (MG), Brazil.

⁴Programa de Pós-Graduação em Desempenho Humano Operacional, Universidade da Força Aérea – Rio de Janeiro (RJ), Brazil.

*Corresponding author: Department of Physical Education, Universidade Federal de Viçosa, Campus University – CEP: 36570-000 – Viçosa (MG), Brazil. E-mail: alisson.gomes@ufv.br

Conflict of interests: nothing to declare. **Funding:** Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (grant numbers APQ-02948-16).

Received: 07/07/2021. **Accepted:** 11/21/2021.

Therefore, to date, evidence is lacking to support the use of Tsk measurements to infer muscle recovery status. Research studies conducted with rigorous control of intervening factors on Tsk are necessary to address this question, although they are scarce (Fernandes et al., 2017; Priego-Quesada et al., 2019). Investigating the Tsk response to exercise in an athlete following a standardised daily routine in a military base could provide an appropriate experimental control, helping us understand the impact of exercise-induced fatigue on Tsk. Thus, the purpose of this study was to analyse the effect of different volumes of a soccer simulation protocol (SSP) on Tsk, muscle damage, and inflammation in a military player in a boarding school. We hypothesise that a 90-min SSP would induce muscle damage and inflammation, which would result in Tsk increases during the post-exercise recovery period.

METHODS

This single-case study involved a reversal design, which allows for rigorous experimental evaluation of intervention effects and a strong basis for establishing causal inferences (Lobo, Moeyaert, Baraldi Cunha, & Babik, 2017). Single-case research design aims to observe one or a few subjects' outcomes as a dependent variable at different moments and to compare the changes for assessing the impact of interventions (Kinugasa, Cerin, & Hooper, 2004; Lobo et al., 2017).

We analysed the effects of two sessions of an SSP (45 min vs 90 min) on the lower limbs' Tsk in a young soccer player to investigate whether IRT would detect residual fatigue. Residual fatigue was characterised through perceptual measures (DOMS) and blood biomarkers of muscle damage (creatine kinase [CK]) and inflammation (C-reactive protein [CRP]), which have been suggested to study soccer-induced fatigue

(Silva et al., 2018; Souglis, Bogdanis, Chryssanthopoulos, Apostolidis, & Geladas, 2018; Rodrigues Júnior et al., 2021). We analysed a military participant since the standardised routine in a military base contributes to strict control of confounding factors on Tsk, which is a differential of our study. Moreover, the SSP applied has been demonstrated to be effective in inducing residual fatigue, providing us with internal validity and experimental control (Da Silva & Lovell, 2020).

A 90-min SSP session was applied to induce residual fatigue, and a 45-min session was considered a control condition. Temperature and relative humidity during the interventions were similar: $22.5 \pm 0.1^\circ\text{C}$, $55.3 \pm 1.5\%$ (45-min SSP); $23.3 \pm 0.9^\circ\text{C}$, $42.7 \pm 1.1\%$ (90-min SSP) (Davis, Vantage Vue, Hayward, CA, USA). The two SSP trials were conducted on a natural grass soccer pitch, from 4 to 6 PM, separated by 7 days. Measures of Tsk, DOMS, and blood samples to quantify biochemical markers were collected at 6 moments: 24 h pre (baseline), 24 h (Post_{24h}), and 48 h (Post_{48h}) post the beginning of each experimental condition (recovery period).

Throughout the study, the participant followed a standardised routine. He abstained from any physical exercise for four days before the beginning of the study and during the whole data collection period. No strategy for enhancing recovery from EIMD and inflammation was applied. Figure 1 represents the study design, data collection, and intervention timeline, and Table 1 shows the participant's routine.

Participant

The participant is a right-handed midfielder, non-smoker, and member of a soccer team at an Air Force Academy Preparatory School (age, 17 years old; height, 179 cm; body mass, 68.1 kg; $\Sigma 3$ skinfolds, 21 mm; VO_2max , $54.5 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$). His futsal and soccer experience was 5 years and 2.6 years, respectively.

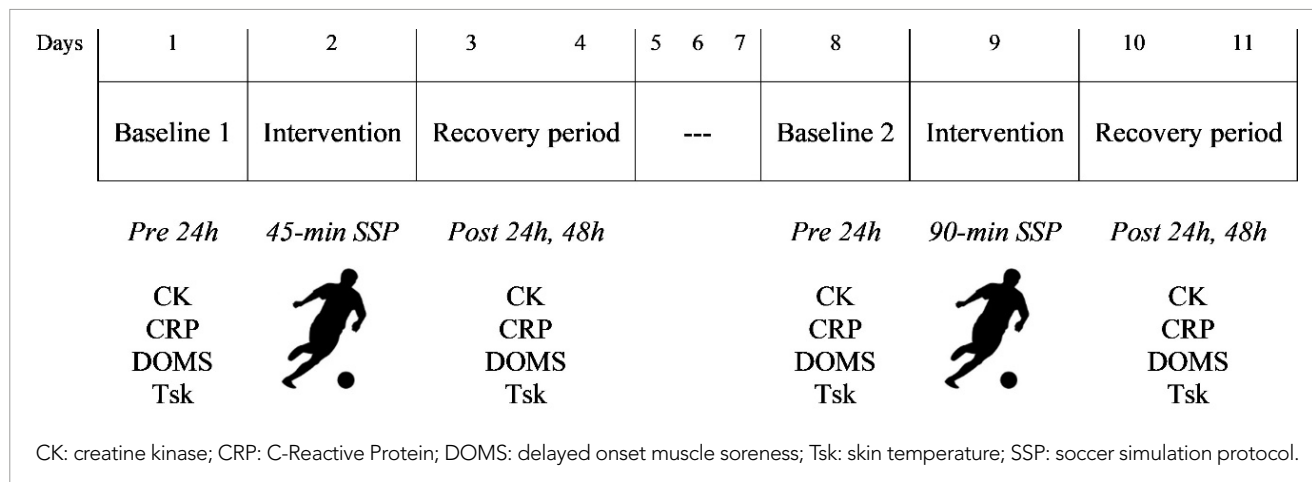


Figure 1. Schematic representation of the study design.

Four weeks before the intervention, the participant's health condition was attested through a medical check-up; then, he was familiarised with an SSP (Da Silva & Lovell, 2020), and his VO_2max was predicted through Yo-Yo intermittent recovery test level 1 (Bangsbo, Iaia, & Krstrup, 2008). He regularly participated in 4-5 training sessions a week (1 h 45 min) and played 6 friendly matches during the season (during the last 4 months). No recent history of musculoskeletal injury was reported, and no consumption of aid supplements or medications for 6 months before and during the study. The participant and his guardians were informed about the study procedures and risks involved before giving written consent to participate. This study is part of a larger study approved by the local Research Ethics Committee (no. 3.303.938).

Procedures

The participant completed two sessions (45 and 90 min) of an SSP played from audio commands. This protocol includes technical and jumping activities, and its external validity to mimic the external load and physiological responses to soccer-match play has been previously demonstrated (Da Silva & Lovell, 2020). Both sessions were preceded by a 10-min standardised warm-up consisting of jogging, running drills, and stretching. Heart rate (HR) was monitored every 5 min (FT1, Polar, Kempele, OULU, Finland) and rating of perceived exertion (RPE) every 15 min on a 0-10 scale (Foster et al., 2001). Moreover, the internal load was quantified through the session RPE method (Foster et al., 2001), multiplying the protocol duration (in minutes) by the RPE score acquired 30 minutes post-SSP.

Table 1. Participant's daily routine*.

Time	Activity
6:00	Waking up
6:00 - 6:45	Breakfast
7:00 - 9:25	Theoretical classes
9:25 - 9:50	Class interval and snack
9:50 - 12:15	Theoretical classes
12:25 - 13:50	Lunch
13:50 - 15:35	Theoretical classes
16:00 - 18:00	Data collection and intervention)
18:00 - 19:00	Dinner
19:00 - 21:00	Accommodation (resting or studying)
21:00	Supper
22:00	End of the routine (turn the lights off and sleep time)

*When there was no data collection, the participant could rest or study at the accommodation or be engaged in non-fatiguing activities in a leisure room (e.g., playing video games, snooker, or watching tv).

Data collection was conducted at the same time of the day to minimise circadian variation (Fernández-Cuevas et al., 2015). Previously, the participant was asked to avoid sun exposure, alcoholic beverages, caffeine, ointments, cosmetics, and showering for 4 h before the assessment. Moreover, urine specific gravity was assessed daily on a refractometer (a300, Atago, Ribeirão Preto, SP, Brazil) to ensure an appropriate hydration status ($< 1.020 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$) (Barley, Chapman, & Abbiss, 2020).

First, a venous blood sample was collected for analysis of creatine kinase (CK) (UV Kinetic) and high-sensitivity C-Reactive Protein (CRP) (Immunoturbidimetry). The samples were centrifugated at 3,500 rpm for 10 min, and aliquots were stored at -20°C until further analysis. After the blood collection, the participant was acclimated for 10 min (Marins et al., 2014), wearing a swimming suit, in a thermo-neutral room (temperature: $20.5 \pm 0.4^\circ\text{C}$; humidity: $60.5 \pm 4.2\%$) controlled by an air-conditioning system (Split, Consul, São Bernardo do Campo, SP, Brasil). There was no ventilation directed to the participant. After that, two thermograms of the participant's front and rear lower limbs were obtained through a T420 imager (FLIR Systems, Stockholm, Sweden) with 2% accuracy, at $7.5\text{--}13 \mu\text{m}$ infrared spectral band, 60 Hz refresh rate, autofocus, and 320×240 pixels. The precision of detecting a temperature change was $\leq 0.05^\circ\text{C}$. The camera was turned on 30 minutes before the measurements to allow sensor stabilisation. It was positioned on a tripod 2.4 meters from the volunteer, perpendicular to the regions of interest (ROIs). Emissivity for human skin was set at 0.98. The procedures for recording the thermograms followed the Thermographic Imaging of Sport and Exercise Medicine consensus statement recommendations (Moreira et al., 2017). Thermograms were analysed using the KELVIN+[®] software (Radsquare *Tecnologia*, São Paulo, SP, Brazil), version 1.0; mean Tsk was automatically quantified for quadriceps, hamstrings, hip adductors, and gastrocnemius. Figure 2 presents two thermograms indicating the ROIs analysed. Finally, the participant rated his perception of DOMS for quadriceps, hamstring, and gastrocnemius on a visual analogue scale ranging from 0 (absence of soreness) to 10 cm (very intense soreness).

Data analysis

Differences relative to baseline values were expressed as percentage changes for CK and CRP data and absolute changes for mean Tsk. Pixels with temperatures higher than 33°C were quantified (Excel, Microsoft, Redmond, WA, USA) as a percentage related to the total of lower limbs' pixels (excluding the background pixels). This Tsk threshold ($> 33^\circ\text{C}$) was established according to a previous study (Rodrigues Júnior et al., 2021). Moreover, percentage changes for these pixels over time were calculated.

RESULTS

Heart rate, rating of perceived exertion, and internal load (session rating of perceived exertion × time)

During the SSP sessions, the average HR was similar between conditions (90-min SSP: 155± 7.6 bpm vs 45-min SSP: 158± 5.3 bpm). Relative to peak HR, the protocols' intensity was 85.9% and 84.7% for the 90-min and 45-min SSP conditions, respectively. During protocols, the average RPE was 5.5± 1.6 (90-min SSP) and 5.3± 1.1 (45-min SSP). As intended, the internal load was 2.1 folds higher for the 90-min vs 45-min SSP (690 vs 330 arbitrary units, respectively).

Biochemical markers

The CK and CRP values are presented in Table 2.

CK appeared to be similar at baseline (Pre_{24h}) between conditions. CK peaked 24 h post the 90-min SSP, with values 3.7 folds (273.3%) higher than baseline, remaining elevated

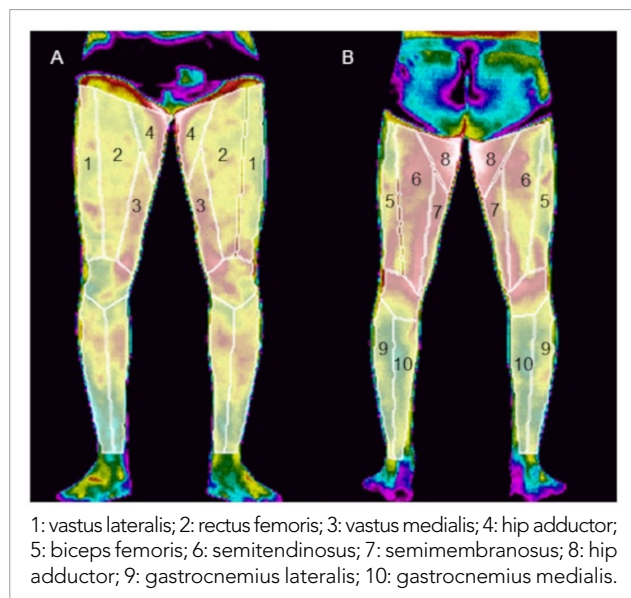


Figure 2. Thermograms with regions of interest analyzed: (A) front lower limbs; (B) rear lower limbs.

Table 2. Changes in Creatine Kinase and C-Reactive Protein in response to different volumes of a soccer match simulation protocol.

Variable	Protocol (min)	Time-point of measurement		
		Pre 24 h	Post 24 h	Post 48 h
Creatine Kinase (U·L ⁻¹)	90	90	336	257
	45	98	157	149
C-Reactive Protein (mg·L ⁻¹)	90	0.40	1.13	2.13
	45	0.70	0.50	0.42

48 h post (2.8 folds, 185.6%). Although CK increased 24 h (1.6 folds, 60.2%) and 48 h (1.5 folds, 52%) post the 45-min SSP, its values were not consistent with EIMD. Regarding CRP, its values increased 2.8 folds (182.5%) 24 h post and peaked 48 h post the 90-min SSP (5.3 folds, 432.5%). There was no increase in CRP following the 45-min SSP.

Perceptual response

The participant only reported DOMS (0-10) for quadriceps (1 point) 24 h post the 90-min SSP and for gastrocnemius 24 h (4 points) and 48 h (2 points) post the 90-min SSP.

Skin temperature

Table 3 presents the Tsk values and the differences relative to baseline (Δ) following the SSP sessions.

When comparing the basal Tsk between conditions (Pre_{24h}), only small differences were observed (vastus lateralis: 0.16°C; rectus femoris: 0.39°C; vastus medialis: 0.13°C; hip adductor in the anterior view: 0.51°C; biceps femoris: 0.13°C; semitendinosus: 0.05°C; semimembranosus: 0.12°C; hip adductor in the posterior view: 0.03°C; gastrocnemius medialis: 0.47°C; gastrocnemius lateralis: 0.19°C). Following the 45-min SSP, Tsk reduced in all analysed ROIs both 24 h and 48 h post protocol. On the other hand, when the participant underwent the 90-min SSP, Tsk increased 24 h and 48 h post protocol in all ROIs.

Figure 3 shows the thermal changes over time referent to the pixels with temperatures higher than 33°C (highlighted in red). Figure 4 presents these pixels quantified as a percentage of the total number of pixels overlying the lower limbs.

At baseline (Pre_{24h}), thermograms appear to be very similar. Following the 90-min SSP, red pixels (> 33°C) increased 196.88% (Post_{24h}) and 285.94% (Post_{48h}) over the front lower limbs, and 35.93% (Post_{24h}) and 58.87% (Post_{48h}) over the rear lower limbs when compared to Pre_{24h} (Figure 4A). Oppositely, following the 45-min SSP, red pixels were reduced by 67.92% (Post_{24h}) and 37.74% (Post_{48h}) on the front lower limbs, and 37.74% (Post_{24h}) and 20.32% (Post_{48h}) on the rear lower limbs (Figure 4B).

DISCUSSION

This study analysed the effect of different volumes of an SSP on the lower limbs' Tsk in a young player to investigate whether IRT can detect residual fatigue. We found similar Tsk values before the two interventions (Pre_{24h}), with differences of < 0.2°C in 7 ROIs and ≤ 0.5°C in 3 ROIs. This demonstrates that the participant's standardised routine and compliance with the previous instructions for the

Table 3. Tsk changes in response to different volumes of a soccer match simulation protocol.

Region of interest	SSP (min)	Time-points of measurement			Difference to baseline (Δ)	
		Pre 24 h	Post 24 h	Post 48 h	Δ 24 h	Δ 48 h
Skin temperature ($^{\circ}\text{C}$)						
Vastus lateralis	90	32	32.84	32.55	0.84	0.55
	45	32.16	31.81	30.46	-0.36	-1.70
Rectus femoris	90	32.43	32.96	32.84	0.53	0.41
	45	32.82	32.18	31.42	-0.64	-1.39
Vastus medialis	90	32.75	33.12	33.26	0.37	0.51
	45	32.88	32.32	31.76	-0.56	-1.12
Hip adductor (anterior view)	90	32.67	33.20	33.09	0.53	0.42
	45	33.18	32.57	31.84	-0.61	-1.33
Biceps femoris	90	32.23	32.84	32.96	0.61	0.73
	45	32.36	32.06	31.69	-0.30	-0.67
Semitendinosus	90	32.87	33.09	33.04	0.22	0.17
	45	32.92	32.31	32.25	-0.60	-0.67
Semimembranosus	90	32.96	33.35	33.26	0.39	0.30
	45	33.08	32.36	32.33	-0.72	-0.75
Hip adductor (posterior view)	90	33.50	33.99	33.79	0.50	0.30
	45	33.53	33.20	32.93	-0.33	-0.61
Gastrocnemius lateralis	90	30.78	31.74	31.26	0.96	0.48
	45	30.97	30.23	30.94	-0.73	-0.02
Gastrocnemius medialis	90	30.48	31.75	31.22	1.27	0.74
	45	30.95	30.03	30.85	-0.93	-0.10

SSP: soccer simulation protocol.

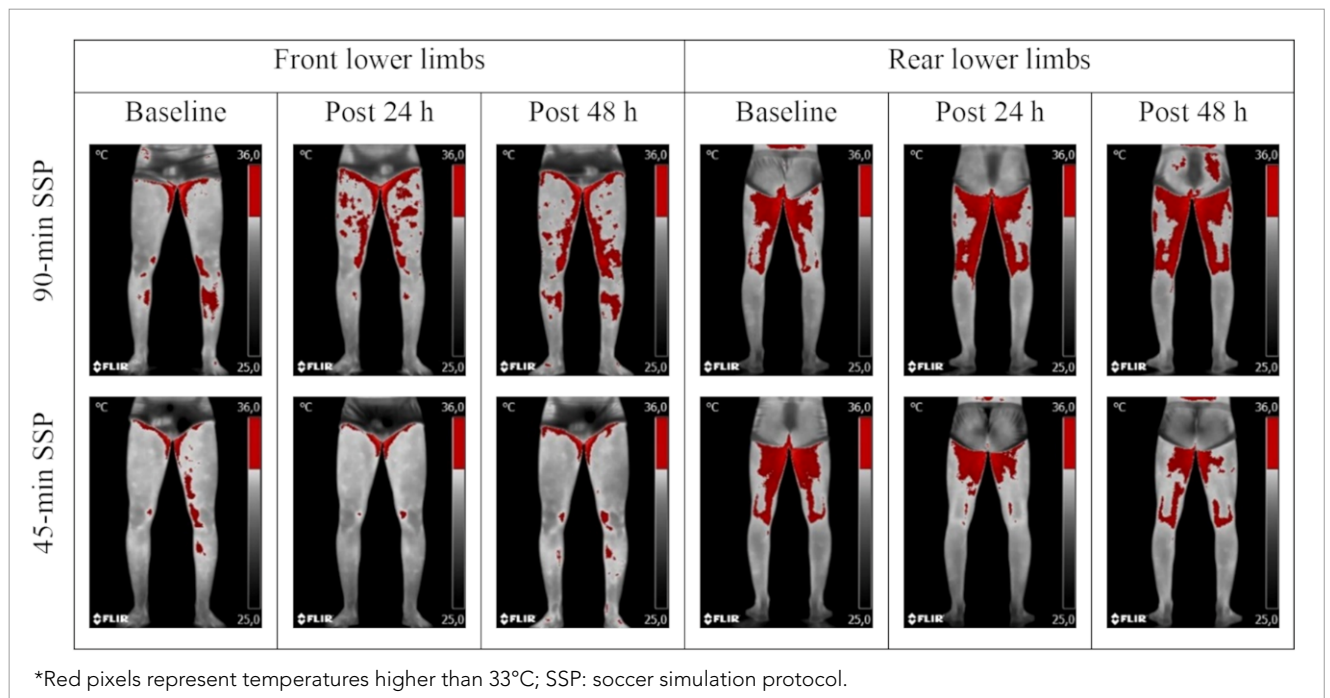


Figure 3. Participant's thermograms at moments 24 h pre (baseline), 24 h post, and 48 h post the experimental conditions*.

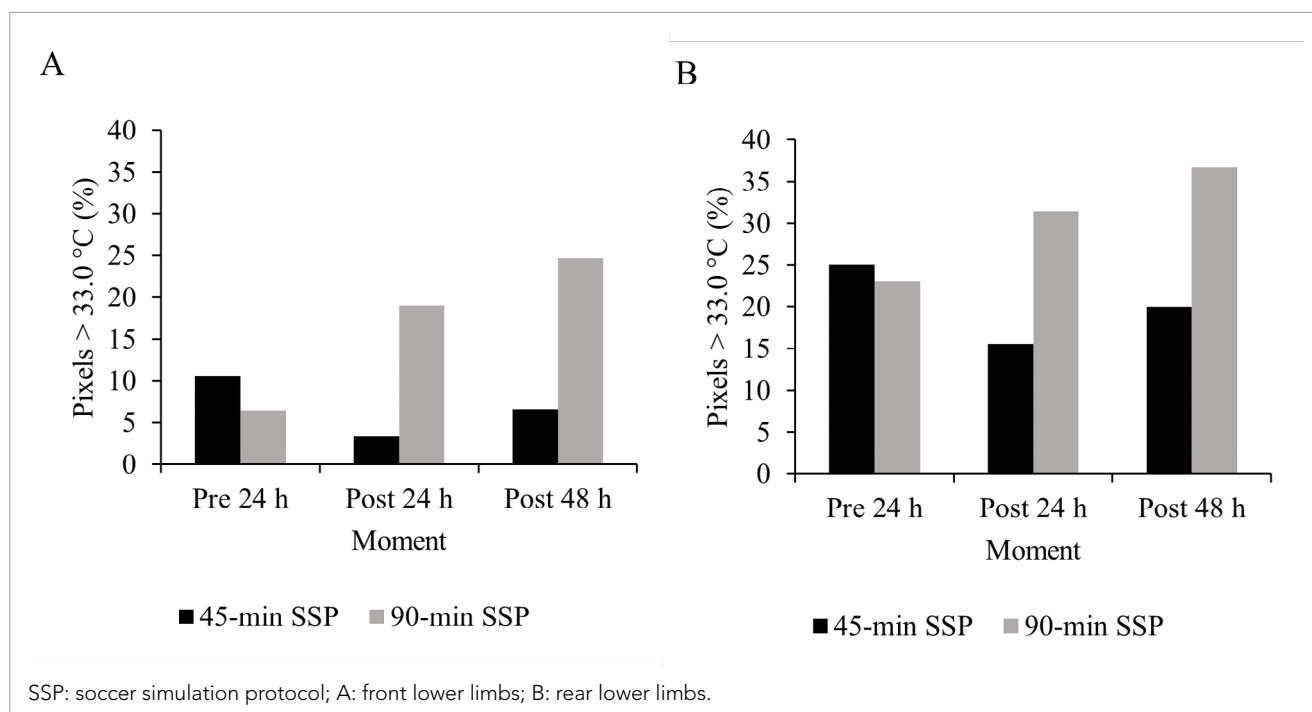


Figure 4. Percentage of pixels with temperatures higher than 33°C in the participant's thermograms.

thermographic evaluation mitigated interferences of confounding factors on Tsk. The two SSP sessions reproduced the physiological response of an official soccer match, as observed by the similar average HR during interventions (~85% of the peak HR). Moreover, as expected, the 90-min SSP induced residual fatigue, which is in line with a previous study (Da Silva & Lovell, 2020).

Our results indicate that IRT can be potentially sensitive to detect soccer-induced residual fatigue. We observed a marked increase in the lower limbs' Tsk 24 h and 48 h post the 90-min SSP. The most remarkable changes occurred on gastrocnemius lateralis and medialis 24 h post-SSP, increasing 1.3 and 1°C, respectively (Table 3). This thermal response was accompanied by DOMS in the quadriceps and gastrocnemius and increases in muscle damage and inflammation blood biomarkers, suggesting that the participant was not completely recovered 48 h after the 90-min SSP. Conversely, Tsk reduced after the 45-min SSP in all ROIs, when no sign of DOMS, muscle damage, or inflammation was observed.

These findings support the effect of residual fatigue on Tsk and suggest that inflammation may partly explain our results. The high demands of soccer matches induce muscle damage due to intense activities that require eccentric work, such as sprints, acceleration, deceleration, changes of direction, jumps, and kicks (Silva et al., 2018; Souglis et al., 2018). EIMD triggers a mandatory inflammatory response

for proper muscle repair and regeneration (Peake, Neubauer, Gatta, & Nosaka, 2017; Chazaud, 2020). During inflammation, physiological processes such as muscle vasodilation, increased blood flow, and high local metabolism generate heat (Scott, Khan, Roberts, Cook, & Duronio, 2004; Peake et al., 2017; Chazaud, 2020), which could impact the local Tsk.

Our study reinforces the findings of Rodrigues Júnior et al. (2021), who reported higher Tsk values, CK, and CRP levels after a competitive season in professional soccer players, and Fernandes et al. (2017), who reported Tsk and CK increases following two consecutive official soccer matches, separated by 3 days, in elite under-20 players. The Tsk increment was of lower magnitude in our study since SSP induces a lower magnitude of inflammation when compared to official matches (Silva et al., 2018). However, applying this SSP allowed us a better experimental control due to the standardised actions and absence of collision and fall, common in official matches.

Although it appears plausible that exercise-induced inflammation increase Tsk, some authors have observed no Tsk change after resistance exercise (Ferreira-Júnior et al., 2021), eccentric exercise-induced muscle damage (Barboza et al., 2021), or long-distance running (Pérez-Guarner et al., 2019). Moreover, the Tsk response to marathon running has not been associated with indirect markers of muscle damage (Rojas-Valverde et al., 2021). Therefore, more studies are needed to understand the

impact of muscle damage and inflammation on Tsk and which mechanisms interfere with the thermal response following exercise.

A limitation of the study is that we analysed only a single basal Tsk measurement before the intervention. Since many factors affect Tsk (Fernández-Cuevas et al., 2015), it is interesting that further studies record additional measures of basal Tsk to calculate the typical error of the measurement, especially when the control of intervening factors is impaired. This can help researchers and coaches to establish a normal range of thermal variability and monitor Tsk changes individually in response to training/competition. Another limitation is that we did not evaluate muscle function and performance parameters, which would have helped us better characterise the magnitude of SSP-induced fatigue.

Further group-based studies should analyse the Tsk response to simulated soccer matches, including a control group (no exercise), and investigate if intensified periods of training or competition (e.g., preseason, congested matches schedule) induce cumulative Tsk increases during the recovery period. This would allow analysing the impact of greater magnitudes of residual fatigue on Tsk. Finally, it is interesting to study the association between the Tsk response to exercise and a set of markers of recovery, including psychological, physiological, muscle function, and performance parameters. Muscle function measured as maximal voluntary contraction torque deserves attention in this context since it has been appointed as the main EIMD indirect marker (Damas, Nosaka, Libardi, Chen, & Urinowitsch, 2016).

CONCLUSIONS

IRT detects residual fatigue induced by a simulated soccer match in a young military player. Monitoring Tsk changes via IRT can be a promising alternative to monitoring the individual state of muscle recovery. As a practical application, we suggest IRT could be regarded as a multivariate approach for monitoring residual fatigue in soccer players. IRT can help coaches and support staff analyse the individual muscle recovery state objectively, quickly, and non-invasively by contrasting Tsk changes with the individual thermal profile.

ACKNOWLEDGMENTS

We would like to thank the Brazilian Air Force for allowing us to conduct this research in its facilities and the Company Radsquare *Tecnologia* for providing access to the Kelvin+ software for the thermograms analysis.

REFERENCES







- Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo intermittent recovery test: a useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Medicine*, 38, 37-51. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838010-00004>
- Barboza, J. A. M., Ferreira, J. J. A., Cerqueira, M. S., Maciel, D. G., Barros, A. C. M., Leite, E. C., Matias, M. G., Lemos, T. M., Nonato, R. D., Vieira, W. H. B. (2021). Can skin temperature be altered after different magnitudes of eccentric exercise-induced muscle damage? *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 1-8. <https://doi.org/10.1080/02701367.2021.1909693>
- Barley, O. R., Chapman, D. W., & Abbiss, C. R. (2020). Reviewing the current methods of assessing hydration in athletes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s12970-020-00381-6>
- Chazaud, B. (2020). Inflammation and skeletal muscle regeneration: leave it to the macrophages! *Trends in Immunology*, 41(6), 481-492. <https://doi.org/10.1016/j.it.2020.04.006>
- Damas, F., Nosaka, K., Libardi, C. A., Chen, T. C., & Ugrinowitsch, C. (2016). Susceptibility to exercise-induced muscle damage: a cluster analysis with a large sample. *International Journal of Sports Medicine*, 37(8), 633-640. <https://doi.org/10.1055/s-0042-100281>
- Da Silva, C. D., & Lovell, R. (2020). External validity of the T-SAFT90: a soccer simulation including technical and jumping activities. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(8), 1074-1080. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0057>
- Fernandes, A. A., Pimenta, E. M., Moreira, D. G., Sillero-Quintana, M., Marins, J. C. B., Morandi, R. F., Kanope, T., Garcia, E. S. (2017). Skin temperature changes of under-20 soccer players after two consecutive matches. *Sport Sciences for Health*, 13(3), 635-643. <https://doi.org/10.1007/s11332-017-0394-1>
- Fernández-Cuevas, I., Bouzas Marins, J. C., Arnáiz Lastras, J., Gómez Carmona, P. M., Piñonosa Cano, S., García-Concepción, M. Á., & Sillero-Quintana, M. (2015). Classification of factors influencing the use of infrared thermography in humans: A review. *Infrared Physics & Technology*, 71, 28-55. <https://doi.org/10.1016/j.infrared.2015.02.007>
- Ferreira-Júnior, J. B., Chaves, S. F. N., Pinheiro, M. H. A., Rezende, V. H. S., Freitas, E. D. S., Marins, J. C. B., Bara-Filho, M. G., Vieira, A., Bottaro, M., Costa, C. M. A. (2021). Is skin temperature associated with muscle recovery status following a single bout of leg press? *Physiological Measurement*, 42(3), 034002. <https://doi.org/10.1088/1361-6579/abe9fe>
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., Doleshal, P., Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength Conditioning & Research*, 15(1), 109-115.
- Kellmann, M., Bertollo, M., Bosquet, L., Brink, M., Coutts, A. J., Duffield, R., Erlacher, D., Halson, S. L., Hecksteden, A., Heidari, J., Kallus, K. W., Meeusen, R., Mujika, I., Robazza, C., Skorski, S., Venter, R., Beckmann, J. (2018). Recovery and performance in sport: Consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(2), 240-245. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0759>
- Kinugasa, T., Cerin, E., & Hooper, S. (2004). Single-subject research designs and data analyses for assessing elite athletes' conditioning. *Sports Medicine*, 34(15), 1035-1050. <https://doi.org/10.2165/00007256-200434150-00003>
- Lobo, M. A., Moeyaert, M., Baraldi Cunha, A., & Babik, I. (2017). Single-case design, analysis, and quality assessment for intervention research. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 41(3), 187-197. <https://doi.org/10.1097/npt.0000000000000187>
- Marins, J. C. B., Moreira, D. G., Cano, S. P., Quintana, M. S., Soares, D. D., Fernandes, A. A., Silva, F. S., Costa, C. M. A., Amorim, P. R. S. (2014). Time required to stabilize thermographic images at rest. *Infrared Physics & Technology*, 65, 30-35. <https://doi.org/10.1016/j.infrared.2014.02.008>

- Moreira, D. G., Costello, J. T., Brito, C. J., Adamczyk, J. G., Ammer, K., Bach, A. J. E., Costa, C. M. A., Eglin, C., Fernandes, A. A., Fernández-Cuevas, I., Ferreira, J. J. A., Formenti, D., Fournet, D., Havenith, G., Howell, K., Jung, A., Kenny, G. P., Kolosovas-Machuca, E. S., ..., Sillero-Quintana, M. (2017). Thermographic imaging in sports and exercise medicine: a Delphi study and consensus statement on the measurement of human skin temperature. *Journal of Thermal Biology*, 69, 155-162. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2017.07.006>
- Peake, J. M., Neubauer, O., Della Gatta, P. A., & Nosaka, K. (2017). Muscle damage and inflammation during recovery from exercise. *Journal of Applied Physiology*, 122(3), 559-570. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00971.2016>
- Pérez-Guarner, A., Priego-Quesada, J. I., Oficial-Casado, F., Cibrián Ortiz de Anda, R. M., Carpes, F. P., & Palmer, R. S. (2019). Association between physiological stress and skin temperature response after a half marathon. *Physiological Measurement*, 40(3), 034009. <https://doi.org/10.1088/1361-6579/ab0fdc>
- Priego-Quesada, J. I., Oficial-Casado, F., Gandia-Soriano, A., & Carpes, F. P. (2019). A preliminary investigation about the observation of regional skin temperatures following cumulative training loads in triathletes during training camp. *Journal of Thermal Biology*, 84, 431-438. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2019.07.035>
- Rodrigues Júnior, J. L., Duarte, W., Falqueto, H., Andrade, A. G. P., Morandi, R. F., Albuquerque, M. R., Assis, M. G., Serpa, T. K. F., Pimenta, E. M. (2021). Correlation between strength and skin temperature asymmetries in the lower limbs of Brazilian elite soccer players before and after a competitive season. *Journal of Thermal Biology*, 99, 102919. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2021.102919>
- Rojas-Valverde, D., Gutiérrez-Vargas, R., Sánchez-Ureña, B., Gutiérrez-Vargas, J. C., & Priego-Quesada, J. I. (2021). Relationship between skin temperature variation and muscle damage markers after a marathon performed in a hot environmental condition. *Life*, 11(8), 725. <https://doi.org/10.3390/life11080725>
- Scott, A., Khan, K. M., Roberts, C. R., Cook, J. L., & Duronio, V. (2004). What do we mean by the term "inflammation"? A contemporary basic science update for sports medicine. *British Journal of Sports Medicine*, 38(3), 372-380. <https://doi.org/10.1136/bjism.2004.011312>
- Silva, J. R., Rumpf, M. C., Hertzog, M., Castagna, C., Farooq, A., Girard, O., & Hader, K. (2018). Acute and residual soccer match-related fatigue: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 48(3), 539-583. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0798-8>
- Souglis, A., Bogdanis, G. C., Chryssanthopoulos, C., Apostolidis, N., & Geladas, N. D. (2018). Time course of oxidative stress, inflammation, and muscle damage markers for 5 days after a soccer match: effects of sex and playing position. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(7), 2045-2054. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002436>
- Uchôa, P., Matos, F., Neves, E. B., Saavedra, F., Rosa, C., Reis, V. M., & Vilaça-Alves, J. (2018). Evaluation of two different resistance training volumes on the skin surface temperature of the elbow flexors assessed by thermography. *Infrared Physics & Technology*, 93, 178-183. <https://doi.org/10.1016/j.infrared.2018.07.038>



Estratégias de *pacing* na Maratona de Berlim de 2004 a 2019

Pacing strategies in Berlin Marathon from 2004 to 2019

João Vitor da Silva Oliveira¹ , Josária Ferraz Amaral¹ , Jorge Luis da Silva² ,
Renata de Faria Leão² , Cristiano Diniz da Silva¹ , Marcus Vinicius da Silva^{1*} 

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo investigar as estratégias de *pacing* utilizadas por homens e mulheres na Maratona de Berlim entre os anos de 2004 e 2019. Foram analisados os registros dos 20 primeiros atletas no masculino e feminino. A amostra foi dividida em sete grupos: recorde mundial, grupo dos campeões (masculino e feminino), grupo do 2º ao 5º colocado (masculino e feminino) e grupo do 6º ao 20º colocado (masculino e feminino). O tempo realizado nas oito parciais de 5 km e na parcial de 2.195 km foram convertidos em segundos para cálculo de velocidade em metros por segundos. Para análise da estratégia de *pacing* a velocidade em cada parcial foi normalizada pela velocidade média na prova. Utilizou-se ANOVA de um fator para verificar possíveis diferenças entre os grupos em cada parcial, e para a análise da estratégia de *pacing* de cada grupo, foi utilizada a ANOVA de medidas repetidas intra-grupo. Os homens recordistas mundiais utilizaram estratégia de *pacing* constante ($p = 0.98$). Os grupos de campeões, masculino e feminino, também utilizaram estratégia de *pacing* constante ($p > 0.108$). Os grupos do 2º ao 5º colocados, de ambos os sexos, apresentaram estratégia de *pacing* positiva (homens $p = 0.001-0.007$; mulheres $p = 0.001-0.04$). Do mesmo modo, os atletas dos grupos do 6º à 20º colocados masculino e feminino também apresentaram estratégia de *pacing* positiva (homens $p < 0.001$; mulheres $p < 0.001$). Não foram encontradas diferenças na estratégia de *pacing* entre homens e mulheres vencedores. Conclui-se que a estratégia de *pacing* constante é aquela que possibilitou melhor êxito na Maratona de Berlim, tanto os recordistas quanto os campeões a utilizaram.

PALAVRAS-CHAVE: estratégias de *pacing* ; corredores de alto nível; maratona.

ABSTRACT

This study aimed to investigate the pacing strategies used by men and women in the Berlin Marathon between 2004 and 2019. The records of the first 20 male and female athletes were analysed. The sample was divided into seven groups: world record, champions group (men and woman), 2nd to 5th place group (men and woman) and 6th to 20th place group (men and woman). The time taken in the eight partials of 5 km and the partial of 2,195 km were converted into seconds to calculate the speed in meters per second. To analyse the pacing strategy, the speed in each partial was normalised by the average speed in the test. One-way ANOVA was used to verify possible differences between the groups in each partial. For the analysis of the pacing strategy of each group, the intra-group repeated measures ANOVA was used. World record men used a constant pacing strategy ($p = 0.98$). The champions groups, male and female, also used a constant pacing strategy ($p > 0.108$). The 2nd to 5th placed groups of both sexes presented a positive pacing strategy (men $p = 0.001-0.007$; women $p = 0.001-0.04$). Likewise, the athletes from the 6th to 20th place male and female groups also presented a positive pacing strategy (men $p < 0.001$; women $p < 0.001$). No differences were found in the pacing strategy between winning men and women. We conclude that the constant pacing strategy is the reason that made possible the best success in the Berlin Marathon; both the record holders and the champions used it.

KEYWORDS: pacing strategies; high-level runners; marathon.

¹Universidade Federal de Juiz de Fora – Governador Valadares (MG), Brasil.

²Universidade Federal de Juiz de Fora – Juiz de Fora (MG), Brasil.

*Autor correspondente: Rua São Paulo, 745, Centro – CEP: 35010-180 – Governador Valadares (MG), Brasil. E-mail: marcus.silva@ufjf.br

Conflito de interesses: nada a declarar. **Financiamento:** nada a declarar.

Recebido: 01/07/2021. **Aceite:** 14/12/2021.

INTRODUÇÃO

Diversos fatores contribuem para o ótimo rendimento dos corredores de alto nível que competem em maratonas, tais como: a potência aeróbia máxima, o elevado limiar anaeróbio e a economia de corrida (Conley, Krahenbuhl, & Burkett, 1981). No entanto, mesmo com altos valores das capacidades supracitadas, se o atleta não gerenciar os esforços ao longo da prova, possivelmente não terá êxito. Nesse sentido, destacamos outra variável importante para o rendimento em corridas de fundo, a estratégia de *pacing* , que é entendido como a capacidade do atleta em distribuir o esforço momento a momento para que ele gaste energia afetivamente prevenindo a fadiga antes da conclusão do evento (Abbiss & Laursen, 2008; Nikolaidis & Knechtle, 2017; Skorski & Abbiss, 2017).

Na maratona, alguns perfis de *pacing* já demonstraram serem mais utilizados pelos atletas: o perfil constante, que é caracterizado pela manutenção da velocidade durante toda a prova; no perfil de *pacing* positivo o corredor apresenta a velocidade na parte inicial da prova superior a velocidade da parte final; o perfil de *pacing* negativo a velocidade na parte inicial da prova é inferior a velocidade da parte final; e no perfil variável, há alterações da velocidade ao longo de toda prova, que podem ser influenciadas pelas características do percurso e/ou ação dos adversários (Casado, Hanley, Jiménez-Reyes & Renfree, 2021; Pryor, Johnson, Yoder & Looney, 2020).

Conhecer as mudanças observadas no padrão de velocidade de corredores durante competições tem sido apontado como relevante para a preparação desses atletas (De Koning et al., 2011), pois, a capacidade de gerenciar de forma adequada a energia, pode ser decisiva para o resultado final na prova (Skorski & Abbiss, 2017; Abbiss & Laursen, 2008). No entanto, temos que levar em consideração que diversos fatores podem influenciar a estratégia de *pacing* adotada, tais como: as regras, o perfil altimétrico (aclives e declives), as condições climáticas (vento, precipitação, temperatura e umidade relativa do ar) e principalmente o objetivo do atleta, que pode ser melhorar marcas ou apenas vencer a prova (Díaz, Fernández-Ozcorta, Torres & Santos-Concejero, 2019; Pryor et al., 2020; Casado et al., 2021).

A literatura tem apontado que existem diferenças entre as provas em que há obtenção de recorde mundial quando comparadas com as provas em que o objetivo do atleta é apenas boa colocação. Geralmente nas provas em que ocorrem a obtenção de recorde, os atletas adotam a estratégia de *pacing* constante (Thiel, Foster, Banzer, & de Koning, 2012). Nesse sentido, Sousa, Sales, Nikolaidis, Rosemann e Knechtle (2018) fizeram o prognóstico de que para quebrar barreira

das duas horas da na maratona masculina, além de diversos outros fatores, seria necessário a utilização da estratégia de *pacing* constante. Por outro lado, em provas que não há quebra de recorde, os atletas utilizam diversas estratégias de *pacing* , que muitas das vezes são moduladas pelas estratégias dos adversários (Renfree, Crivoi do Carmo, Martin & Peters, 2015; Hettinga, Konings, & Pepping, 2017; Hanley, 2018).

Diante do apresentado, faz-se necessário investigar, quais estratégias de *pacing* foram utilizadas por diferentes grupos de rendimento masculino e feminino em várias edições da Maratona de Berlim. Nessa prova, a maioria dos records mundiais da maratona masculina, são superados, pois ela reúne diversos fatores favoráveis para isso, tais como: perfil altimétrico, clima, elevada premiação em dinheiro e atletas que correm boa parte da prova no ritmo do recorde, conhecidos como “coelhos” ou *pacemakers* . Sendo assim, o presente estudo pretendeu analisar as estratégias de *pacing* utilizadas pelos atletas de elite masculino e feminino (vinte primeiros colocados) da Maratona de Berlim entre os anos de 2004 a 2019.

MÉTODO

O estudo possuiu dispensa do termo de consentimento livre e esclarecido, pois não houve intervenção direta aos atletas, utilizando dados de acesso público. Todos esses procedimentos seguiram as diretrizes da resolução nº510 de 2016, que versa sobre a dispensa de aprovação de comitê de ética, entre outras questões, para estudos com esse desenho metodológico de recolha de dados.

Participantes

Foram incluídos na pesquisa os registros dos 20 primeiros colocados no masculino e no feminino (637 registros), participantes da Maratona de Berlim, entre os anos de 2004 a 2019. Foram excluídos os registros atípicos, ou dados faltantes nos resultados parciais.

Procedimentos

Os tempos executados pelos atletas nas provas foram recolhidos no site oficial da Maratona de Berlim (www.bmw-berlin-marathon.com), que são de acesso público. O acesso ocorreu entre os meses de abril a maio de 2021. O tempo parcial da prova de cada atleta foi reportado no site a cada 5 km (8 segmentos) e os últimos 2,195 km. O tempo em minutos de cada parcial foi convertido em segundos para o cálculo da velocidade em metros por segundo. Os atletas analisados foram divididos em sete grupos: grupo de recorde mundial (masculino), grupo dos campeões (masculino e feminino),

grupo do 2º ao 5º colocados (masculino e feminino) e grupo do 6º ao 20º colocados (masculino e feminino).

Análise estatística

Os dados descritivos foram apresentados como média e desvio padrão. Para estatística inferencial, a velocidade média em cada parcial na prova foi normalizada pela média intra-sujeito. Os valores superiores a 100% determinam que o tempo parcial foi mais rápido do que tempo médio. Ao mesmo tempo, valor abaixo de 100% significa o ritmo parcial mais lento que velocidade média na prova.

Para verificar a normalidade da distribuição de todas as variáveis analisadas, utilizou-se o teste de *Shapiro-Wilk*. Além disso, também foi verificado o pressuposto de homogeneidade de variância pelo teste de *Lèvene*. Para analisar as diferenças entre os grupos foi utilizado a ANOVA de um fator, e para as alterações nas parciais ao longo do tempo foi utilizada a ANOVA de medidas repetidas intra-grupo. Os dados foram analisados no software SPSS (SPSS 21.0; IBM Corporation, Armonk, NY, EUA) e a significância estabelecida foi $p < 0.05$.

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta os recordes mundiais masculino estabelecidos na Maratona de 2004 a 2019. Todos estes recordes no masculino aconteceram na maratona de Berlim.

A Tabela 2 apresenta os tempos médios, mínimos e máximos dos 20 primeiros atletas masculino e feminino da maratona de Berlim nas edições de 2004 a 2019. Os atletas foram divididos em seis grupos, sendo estes, grupo de campeões, 2 ao 5º colocados e 6 ao 20º colocado masculino e feminino.

O Gráfico 1 apresenta as estratégias de *pacing* adotadas pelos 20 primeiros colocados. Os grupo de recordes mundiais e campeões apresentaram estratégia de *pacing* constante, pois não foi observado nenhuma diferença na velocidade normalizada entre as parciais ($p = 1$ e $p = 0.108 - 1$, respectivamente). O grupo do 2º ao 5º, apresentou perfil de *pacing*

positivo, parte final da prova (parciais 35 a 42.195 km) com velocidade normalizada inferior a parte inicial 5 a 30 km ($p = 0.001 - 0.007$). O grupo do 6º ao 20º colocado também apresentou a estratégia de *pacing* positiva, segunda metade da prova (parciais 25 ao 42.195 km) com a velocidade normalizada inferior ($p < 0.001$) a parte inicial (parciais 5 a 20 km).

O grupo de recordes mundiais apresentou a velocidade normalizada nas parciais 10, 15 e 20 km inferior se comparado ao grupo do 6º ao 20º ($p = 0.01$) e superior na parcial de 40 km ($p = 0.03$). Os campeões também apresentaram velocidade média inferior nas parciais do 5 ao 20 km se comparado com o grupo 6º ao 20º ($p = 0.00 - 0.01$) e velocidade superior nas parciais de 35 a 42.195 km ($p = 0.02$). O grupo dos campeões também apresentou velocidade inferior (parciais 10, 15 e 20 km) se comparado com o grupo do 2º ao 5º ($p = 0.02 - 0.03$), porém, a velocidade foi superior na parcial 40 km, quando comparado com a mesma parcial no grupo do 2º ao 5º ($p = 0.05$).

O Gráfico 2 apresenta a estratégia de *pacing* adotada pelos homens na maratona de Berlim nas edições em que houve quebra de recorde mundial (2007, 2008, 2011, 2013, 2014, 2018). O grupo de recorde mundial apresentou estratégia de *pacing* constante, pois não foi observada diferença na velocidade média normalizada entre as parciais ($p = 0.98$). O grupo do 2º ao 5º apresentou estratégia de *pacing* positiva, sendo caracterizada pela parte final (parciais 40 a 42.195 km) da prova com a velocidade normalizada inferior as parciais 5 a

Tabela 2. Tempos médios, mínimos e máximos dos atletas masculino e feminino participantes da Maratona de Berlim nas edições de 2004 a 2019.

	Masculino (n= 320)	Feminino (n= 317)
Campeões	2:04:16 (n= 16) [2:01:39–2:07:41]	2:20:45 (n= 16) [2:18:11–2:24:51]
2º ao 5º	2:07:45 (n= 64) [2:02:48–2:15:29]	2:25:19 (n= 64) [2:18:34–2:35:32]
6º ao 20º	2:14:20 (n= 240) [2:07:35–2:23:23]	2:38:40 (n= 237) [2:22:48–2:57:09]

Tabela 1. Recordes mundiais da Maratona masculina estabelecidos entre 2004 a 2019.

ANO	ATLETA	Idade (anos)	NACIONALIDADE	TEMPO	VELOCIDADE (km/h)
2007	Haile Gebresellasie	35	Etiópia	2:04:26	20.34
2008	Haile Gebresellasie	36	Etiópia	2:03:59	20.45
2011	Patrick Makau	26	Quênia	2:03:38	20.47
2013	Wilson Kipsang	31	Quênia	2:03:23	20.57
2014	Denis Kimeto	30	Quênia	2:02:57	20.62
2018	Eliud Kipchoge	34	Quênia	2:01:39	20.80

35 km ($p= 0.001- 0.017$). O grupo do 6º ao 20º apresentou estratégia de *pacing* positiva, sendo observado maior velocidade nas parciais 5 a 20 km quando comparado com as parciais de 30 a 42.195 km ($p < 0.001$).

Ao comparar os grupos, o recordistas mundiais apresentaram velocidade normalizada inferior ao grupo 6º ao 20º nas parciais de 5, 10 e 15 km ($p= 0.02- 0.04$) e superior na parcial de 40 km ($p= 0.04$).

O Gráfico 3 apresenta a estratégia de *pacing do* feminino nas edições de 2004 a 2019 da maratona de Berlim. As campeãs apresentaram estratégia de *pacing* constante, pois não foi observada nenhuma alteração da velocidade média normalizada entre as parciais ($p= 1$). O grupo de atletas 2ª a 5ª colocadas apresentou estratégia de *pacing* positiva, pois as parciais do 35 ao 42 km apresentaram velocidade normalizada inferior a parte inicial e intermediária da prova

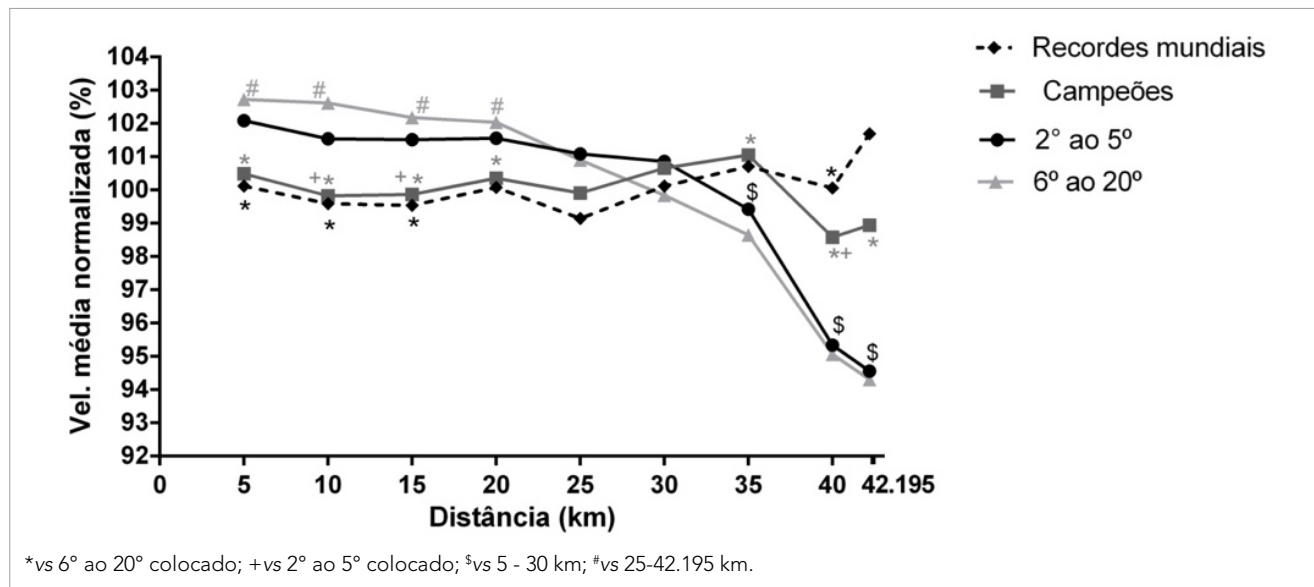


Gráfico 1. Estratégias de *pacing* adotadas pelos homens na Maratona de Berlim entre os anos de 2004 e 2019.

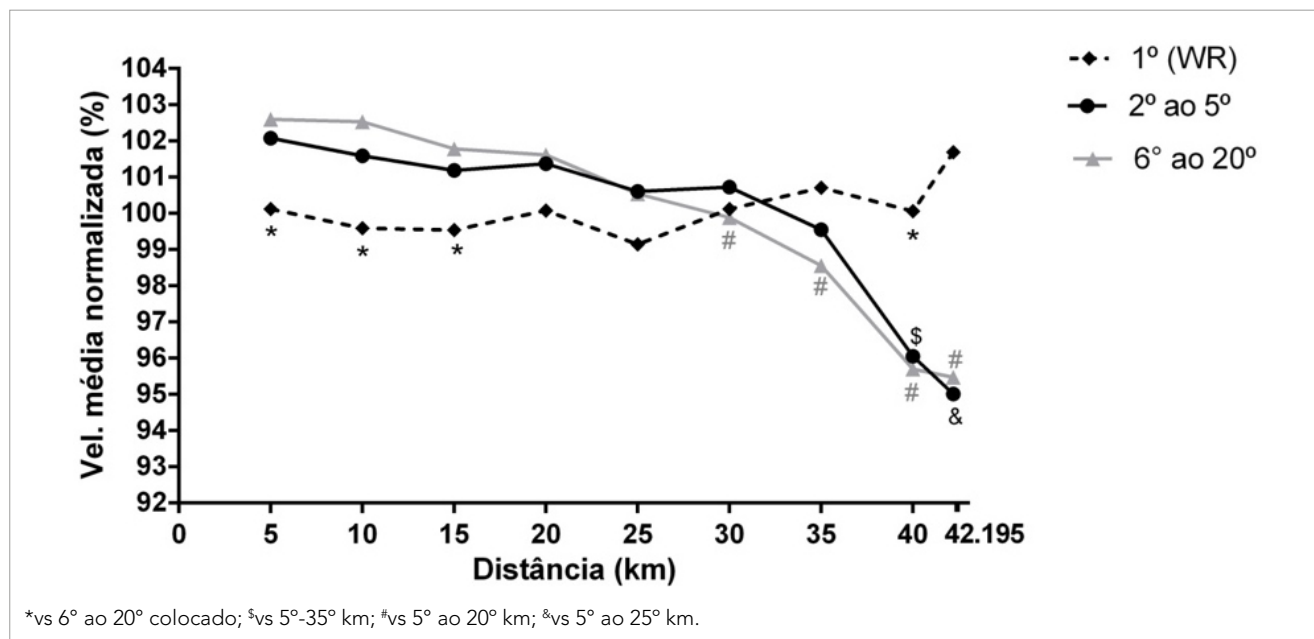


Gráfico 2. Estratégias de *pacing* adotadas pelos homens na Maratona de Berlim nas edições em que os recordes mundiais foram estabelecidos.

($p= 0.001- 0.04$). O grupo 6ª a 20ª colocadas também apresentou estratégia de *pacing* positiva, a segunda metade da prova (parciais de 25 a 42.195 km) foi realizada em velocidade inferior a primeira metade (parciais 5 a 20 km) ($p < 0.001$).

Ao comparar os grupos, as campeãs apresentaram velocidade normalizada superior na parcial de 40 km ($p= 0.03$). As campeãs apresentaram velocidade normalizada inferior em relação ao grupo 6ª a 20ª, nas parciais de 5 km ($p= 0.04$)

e velocidade superior nas parciais de 35 km ($p= 0.04$) e 40 km ($p= 0.02$). O grupo 2ª ao 5ª colocado teve velocidade superior ao grupo 6ª a 20ª colocada na parcial de 25 km ($p= 0.001$).

O Gráfico 4 apresenta a estratégia de *pacing* adotada pelos campeões no masculino e feminino na maratona de Berlim nos anos de 2004 a 2019. Os homens e as mulheres campeãs apresentaram perfil de *pacing* constante.

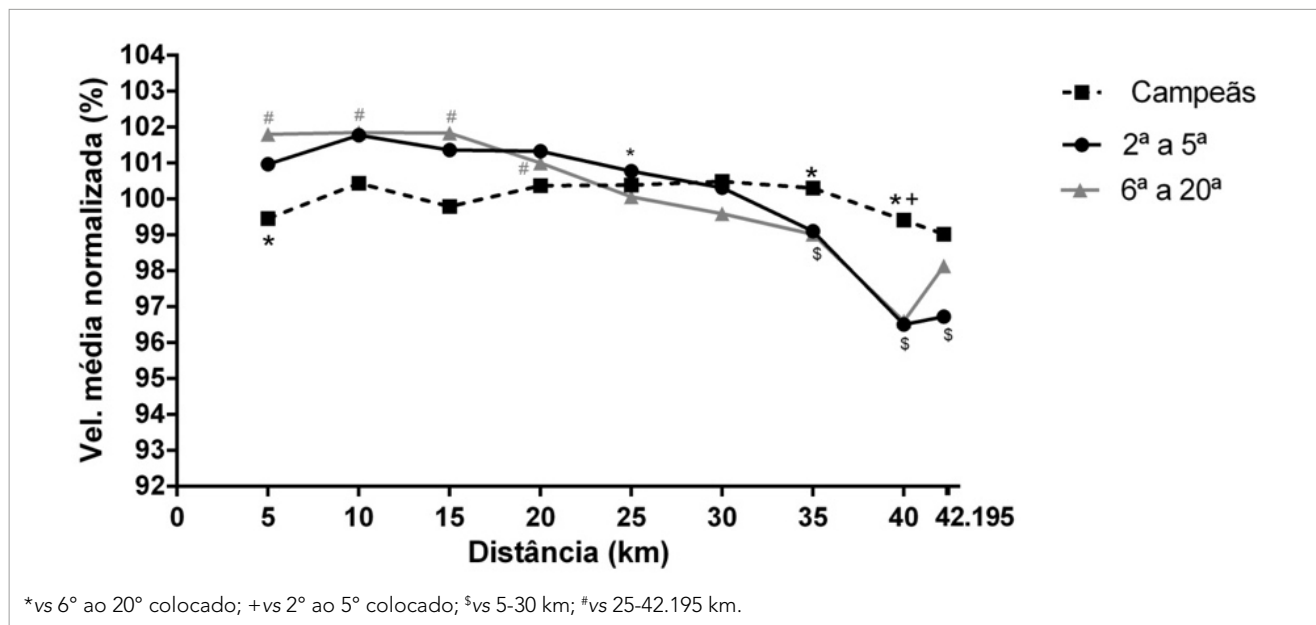


Gráfico 3. Estratégias de *pacing* adotadas pelas mulheres na Maratona de Berlim entre os anos de 2004 e 2019.

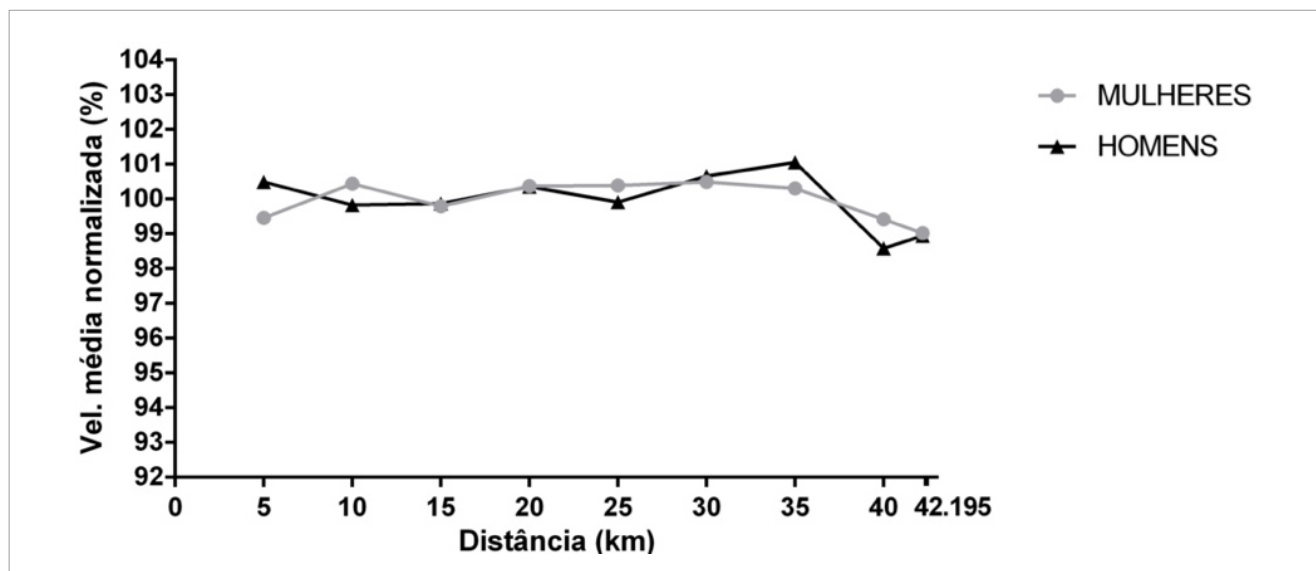


Gráfico 4. Estratégias de *pacing* adotadas pelos campeões no masculino e feminino na Maratona de Berlim entre os anos de 2004 e 2019.

DISCUSSÃO

Este estudo analisou as estratégias de *pacing* adotadas pelos vinte primeiros atletas homens e mulheres concluintes da Maratona de Berlim entre os anos de 2004 a 2019. Foi observado que os vencedores tanto no masculino quanto no feminino, inclusive nas edições de obtenção do recorde mundial no masculino, utilizaram a estratégia de *pacing* constante. Já os demais grupos, no masculino e no feminino utilizaram a estratégia de *pacing* positiva.

A Maratona de Berlim apresenta diversas características propícias para a quebra de recordes. De fato, Díaz, Renfree, Fernández-Ozcorta, Torres e Santos-Concejero (2019), analisaram a estratégia de *pacing* nas seis maiores maratonas mundiais (Nova York, Londres, Berlim, Boston, Tokyo e Chicago). Segundo os autores supracitados, Berlim apresenta um perfil altimétrico muito propício a estratégia de *pacing* constante, pois o início da prova tem elevação de 38 m acima do nível do mar e não ultrapassa 53 m, e ainda apresenta declive ao longo dos 15 km finais. Não só o perfil altimétrico pode exercer influência na performance dos atletas em maratonas, de fato, Scheer et al. (2021) analisou a influência das condições ambientais para o recorde mundial na maratona de Berlim de 1974 a 2019, e encontrou que nos anos de quebra de recorde (1998, 2003, 2007, 2008, 2011, 2013, 2014 e 2018) no masculino, a temperatura média foi de $13.07 \pm 4.01^\circ\text{C}$. A soma dessas condições propícias motivam os atletas a se preparem para uma possível quebra de recorde mundial ou obtenção de melhor marca pessoal.

No presente estudo os homens vencedores das edições, inclusive nas que houveram a quebra de recorde, adotaram a estratégia de *pacing* constante, apoiando esse achado, o estudo de Hanley (2016) demonstrou que os homens medalhistas do campeonato mundial 2007 a 2011 utilizaram estratégia de *pacing* constante. Do mesmo modo, Muñoz-Pérez et al. (2020), observaram a estratégia de *pacing* constante na maratona de Berlim (2017) tanto dos maratonistas treinados ($\leq 2:19:00$) quanto dos bem treinados ($\leq 3:00:00$).

O estudo de Díaz, Fernández-Ozcorta e Santos-Concejero (2018) observou que as estratégias de *pacing* passaram por transformações nos últimos 50 anos (1967 a 2014). Nos anos de 1967 a 1988, os atletas começavam mais rápido do que a velocidade necessária para a quebra de recorde, porém, não sustentavam até o fim, e a partir de 1988, a estratégia mudou para negativa (ritmo mais estável no início e aceleração no final).

Atualmente, parece que correr de forma constante é de fato o melhor para bons resultados e quebras de recordes em provas de resistência (Thiel et al., 2012). De fato, estudo conduzido por de García-Manso, Martínez-Patiño, de la Paz Arencibia

e Valverde-Esteve (2021), ao analisar os melhores corredores da maratona de Frankfurt (2008 a 2018), os recordes mundiais masculinos no século 21, os projetos Nike Breaking2 e INEOS, encontraram a estratégia de *pacing* constante como dominante entre os corredores de alto nível. Nos desafios Breaking 2 e INEOS, por exemplo, carros com luzes iluminando a rua foram posicionados na frente dos corredores, eles trafegaram de forma constante em todo o percurso, na velocidade para a realização dos 42.195 km abaixo de duas horas. No primeiro desafio Eliud Kipchoge ficou a 26 segundos de quebrar a barreiras das 2 horas, já no segundo, ele realizou a marca de 1h59min40s (García-Manso et al., 2021).

Esses achados corroboram resultados da presente pesquisa, tanto os homens quanto as mulheres vencedores utilizaram a estratégia de *pacing* constante. Parece que a utilização da estratégia constante, garante ao atleta a não fadiga prematura e utilização equilibrada dos substratos energéticos e ativação das vias metabólicas corretamente ao longo de toda a prova.

No presente estudo, as mulheres vencedoras utilizaram estratégia de *pacing* constante, assim como a pesquisa de Renfree e Gibson (2013), que analisou o campeonato mundial de maratona em Berlim 2009. Da mesma forma, o estudo de Hanley (2016) também demonstrou que as medalhistas dos campeonatos mundiais de atletismo entre 2001 a 2015 e dos Jogos Olímpicos de 2012 apresentaram estratégia de *pacing* constante. Dentre as edições estudadas no presente estudo não aconteceu quebra de recorde no feminino, e isso pode não estar relacionado a estratégia de *pacing* desfavorável, mas possivelmente pelas condições climáticas para o desempenho das mulheres. De fato, o estudo de Scheer et al. (2021) que analisou a influência das condições ambientais para o recorde mundial em maratonas (masculino e feminino), constatou que nos anos de obtenção de recorde feminino (1977, 1999 e 2001) as condições climáticas foi de temperaturas mais baixas em torno de $13.07 \pm 4.01^\circ\text{C}$, chuva com média de 5,63 mm, cobertura de nuvens e nenhum sol. Para os homens a temperatura média em quebra de recorde era em torno de $18.61 \pm 2.59^\circ\text{C}$, em dias predominantemente secos, ensolarados, com pouca chuva (1,22 mm). De fato, o atual recorde feminino da Maratona foi obtido em baixas temperaturas ($4-8^\circ\text{C}$) em Chicago 2019 pela queniana Brigid Kosgei (2:14.04) (Bannon, 2021).

Nos grupos masculino e feminino do 2º ao 5º colocados, ambos apresentaram estratégia de *pacing* positiva. Esses atletas podem ter optado por desacelerarem para se pouparem, tendo em vista que entre os quilômetros 20 e 30 já verificaram a impossibilidade de vitória e/ou recorde mundial nessa prova. E ainda, muitas das vezes esses atletas ficam distantes dos líderes, e não se beneficiam dos atletas que atuam como

“coelhos”. Esses coelhos são atletas de alto nível que correm cerca de 30 a 35 km na velocidade do recorde mundial.

Outro fator que poderia explicar essa estratégia de *paceing* positiva é uma possível fadiga antecipada, levando em consideração a elevada velocidade no início da prova e redução da mesma do meio para o fim, sendo assim, essa estratégia parece ineficaz para atletas de alto rendimento Sousa et al. (2018). Os homens desse grupo iniciaram com velocidade normalizada em torno de 102%, com velocidade normalizada superior a dos vencedores, que iniciaram a prova por volta de 100,5% da velocidade normalizada. As corredoras desse grupo iniciaram a prova em torno de 101% da velocidade normalizada até o km 20, ou seja, podem ter saído em uma velocidade incondizente com o nível de preparação atual, as campeãs correram essa mesma parte em torno de 99,5% da velocidade média normalizada. Esses achados tornam claro a importância do bom gerenciamento do ritmo de corrida para obtenção de êxito na maratona, principalmente na parte inicial, para o bom resultado na maratona (Abbiss & Laursen, 2008; Skorski & Abbiss, 2017).

Observou-se nos grupos 6º ao 20º colocados tanto no masculino quanto no feminino utilizaram estratégia de *paceing* positiva, demonstrando queda de velocidade ao longo da prova. Do mesmo modo, Hanley (2016) analisando a Maratona do campeonato mundial de 2007 a 2011, encontrou que os corredores que não obtiveram medalhas realizaram a estratégia de *paceing* constante até o meio da prova, entretanto, da metade até a parte final diminuíram a velocidade. Nos grupos de 6º ao 20º colocados, os homens saíram a 103% da velocidade média normalizada e as mulheres saíram a 102%. Assim como nos grupos de 5º ao 20º colocado, a elevada velocidade inicial pode ter afetado a possibilidade de se manter uma estratégia constante e consequentemente um bom resultado.

Conhecer as estratégias de *paceing* em provas com quebra de recorde mundial pode auxiliar melhor o planejamento dos treinadores e consequentemente desempenho dos corredores de alto rendimento. Por meio dos resultados podemos observar que a estratégia de *paceing* constante tende a ser a mais apropriada para a vitória ou quebra de recorde. Sugere-se para os treinadores e atletas de alto rendimento com objetivo de quebra de recordes em Maratonas, que os treinamentos proporcionem estímulos para o aprimoramento da capacidade psicofísica, para conseguirem correr essa longas distâncias em alta intensidade e de forma constante.

Como limitação desse estudo, destacamos a não realização de intervenção pré e pós com os atletas, para tentarmos identificar as impressões deles sobre o motivo de terem utilizado determinada estratégia, e também não foi analisado o *sprint*

final na prova (últimos 1000 m), pois esses dados não são mensurados e/ou disponibilizados pela organização da prova.

CONCLUSÕES

Concluimos que o êxito na Maratona de Berlim está relacionado a estratégia constante de *paceing* adotado e também aos diversos fatores favoráveis. Observou-se também que os recordes femininos não foram quebrados na Maratona de Berlim nessas 16 edições analisadas, possivelmente por fatores que não estão relacionados com a estratégia de *paceing* adotada. Diante disso, a utilização de metodologias de treinamento que aprimorem a capacidade do atleta em correr em ritmo constante, por um período prolongado (distâncias superiores a 30 km) e próximo a intensidade da prova, são necessárias para os Maratonistas que anseiam a quebra do recorde mundial.

REFERÊNCIAS

- Abbiss, C. R., & Laursen, P. B. (2008). Describing and understanding pacing strategies during athletic competition. *Sports Medicine*, 38(3), 239-252. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838030-00004>
- Bannon, T. (2021). The forecast for Sunday's Chicago Marathon calls for cooler temperatures — but is that good for runners? *Chicago Tribune*.
- Casado, A., Hanley, B., Jiménez-Reyes, P., & Renfree, A. (2021). Pacing profiles and tactical behaviors of elite runners. *Journal of Sport and Health Science*, 10(5), 537-549. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.06.011>
- Conley, D. L., Krahenbuhl, G. S., & Burkett, L. N. (1981). Training for aerobic capacity and running economy. *The Physician and Sportsmedicine*, 9(4), 107-146. <https://doi.org/10.1080/00913847.1981.11711060>
- De Koning, J. J., Foster, C., Bakum, A., Kloppenburg, S., Thiel, C., Joseph, T., & Porcari, J. P. (2011). Regulation of pacing strategy during athletic competition. *PLoS One*, 6(1), e15863. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0015863>
- Díaz, J. J., Fernández-Ozcorta, E. J., & Santos-Concejero, J. (2018). The influence of pacing strategy on marathon world records. *European Journal of Sport Science*, 18(6), 781-786. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1450899>
- Díaz, J. J., Fernández-Ozcorta, E. J., Torres, M., & Santos-Concejero, J. (2019). Men vs. women world marathon records' pacing strategies from 1998 to 2018. *European Journal of Sport Science*, 19(10), 1297-1302. <https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1596165>
- Díaz, J. J., Renfree, A., Fernández-Ozcorta, E. J., Torres, M., & Santos-Concejero, J. (2019). Pacing and Performance in the 6 World Marathon Majors. *Frontiers in Sports and Active Living*, 1, 54. <https://doi.org/10.3389/fspor.2019.00054>
- García-Manso, J. M., Martínez-Patiño, M. J., de la Paz Arencibia, L., & Valverde-Esteve, T. (2021). Tactical behavior of high-level male marathon runners. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 31(3), 521-528. <https://doi.org/10.1111/sms.13873>
- Hanley, B. (2016). Pacing, packing and sex-based differences in Olympic and IAAF World Championship marathons. *Journal of Sports Sciences*, 34(17), 1675-1681. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1132841>

- Hanley, B. (2018). Pacing profiles of senior men and women at the 2017 IAAF World Cross Country Championships. *Journal of Sports Sciences*, 36(12), 1402-1406. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1389102>
- Hettinga, F. J., Konings, M. J., & Pepping, G. J. (2017). The science of racing against opponents: affordance competition and the regulation of exercise intensity in head-to-head competition. *Frontiers in Physiology*, 8, 118. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00118>
- Muñoz-Pérez, I., Mecías-Calvo, M., Crespo-Álvarez, J., Sámano-Celorio, M. L., Agudo-Toyos, P., & Lago-Fuentes, C. (2020). Different race pacing strategies among runners covering the 2017 Berlin Marathon under 3 hours and 30 minutes. *PLoS One*, 15(7), e0236658. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236658>
- Nikolaidis, P. T., & Knechtle, B. (2017). Effect of age and performance on pacing of marathon runners. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 2017, 171-180. <https://doi.org/10.2147/oajsm.s141649>
- Pryor, J. L., Johnson, E. C., Yoder, H. A., & Looney, D. P. (2020). Keeping pace: a practitioner-focused review of pacing strategies in running. *Strength & Conditioning Journal*, 42(1), 67-75. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000505>
- Renfree, A., Crivoi do Carmo, E., Martin, L., & Peters, D. M. (2015). The influence of collective behavior on pacing in endurance competitions. *Frontiers in Physiology*, 6, 373. <https://doi.org/10.3389/fphys.2015.00373>
- Renfree, A., & Gibson, A. S. C. (2013). Influence of different performance levels on pacing strategy during the Women's World Championship marathon race. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(3), 279-285. <https://doi.org/10.1123/ijspp.8.3.279>
- Scheer, V., Valero, D., Villiger, E., Alvero Cruz, J. R., Rosemann, T., & Knechtle, B. (2021). The optimal ambient conditions for world record and world class performances at the Berlin Marathon. *Frontiers in Physiology*, 12, 654860. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.654860>
- Skorski, S., & Abbiss, C. R. (2017). The manipulation of pace within endurance sport. *Frontiers in Physiology*, 8, 102. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00102>
- Sousa, C. V., Sales, M. M., Nikolaidis, P. T., Rosemann, T., & Knechtle, B. (2018). How much further for the sub-2-hour marathon? *Open Access Journal of Sports Medicine*, 2018, 139-145. <https://doi.org/10.2147/oajsm.s169758>
- Thiel, C., Foster, C., Banzer, W., & De Koning, J. (2012). Pacing in Olympic track races: competitive tactics versus best performance strategy. *Journal of Sports Sciences*, 30(11), 1107-1115. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.701759>



Individual predictors of overweight in children from the Zona da Mata of Minas Gerais

Elenice de Sousa Pereira¹ , Mariana Calábria Lopes¹ , Maicon Rodrigues Albuquerque² ,
Thayse Natacha Queiroz Ferreira Gomes³ , Fernanda Karina dos Santos¹ 

ABSTRACT

The study aimed to estimate sex differences in body mass index (BMI), motor competence (MC), health-related physical fitness (HRPF), perceived motor competence (PMC), and physical activity (PA) and to identify individual predictors associated with overweight in Brazilian children. A cross-sectional study was conducted, sampling 217 Brazilian children aged between 6-10 years old. PA was measured through pedometers. MC and PMC were estimated, respectively, by the Test of Gross Motor Development (2nd edition) battery and the Pictographic Scale of Perceived Competence Assessment in Motor Skills, while the HRPF was estimated through the curl up, push up, horizontal jump, sit and reach, and 6-minute walk/run tests. Height and weight were measured, and BMI was computed. Statistical analyses involved the use of the Mann Whitney U test and multiple logistic regression. Sex differences were observed for HRPF score, mean of weekend steps and total steps/week, favouring boys ($p < 0.05$). Multiple logistic regression analysis revealed that MC (OR = 0.97; 95%CI 0.92–0.98) and HRPF (OR = 0.78; 95%CI 0.66–0.93) were significantly associated with overweight, while any significant association were observed for PA and PMC. Results highlight that increases in MC and HRPF reduced the chances of children being overweight.

KEYWORDS: body mass index; motor skills; physical fitness; exercise; perceived motor competence.

INTRODUCTION

In the last years, the prevalence of overweight and obesity in children has increased worldwide (Koning et al., 2016; World Health Organization, 2020; Ferreira et al., 2021). In Brazil, between the 1990s and 2010s, the prevalence rate of overweight and obesity in children increased at about 12%, achieving the highest rates in the south (10.1%) and south-east (10.6%) regions (NCD Risk Factor Collaboration, 2017; Ferreira et al., 2021). From the set of health problems associated with being overweight during childhood, it has been highlighted that obese children are more prone to become obese adults (World Health Organization, 2020); in addition, high body fat percentage during childhood is associated with an increased risk of chronic diseases development (such as type II diabetes mellitus, hypertension, hypercholesterolemia, coronary heart disease and respiratory disease),

which can be observed still during childhood/adolescence, but with health consequences during later life (NCD Risk Factor Collaboration, 2017).

Obesity is a multifactorial trait, influenced by both environmental factors (social, physical, and built) and individual characteristics (such as lifestyle and biological factors), meaning that the mutual relationship between these variables would imply differences in the prevalence of overweight around the world, and also the development of strategies aiming to reduce its incidence should be thought taking into account these factors (NCD Risk Factor Collaboration, 2017; Blüher, 2019).

The health-related behaviours, as well as disease risk factors, tend to track from childhood to adulthood (Koning et al., 2016; NCD Risk Factor Collaboration, 2017). In this context, providing opportunities for physical activity

¹Universidade Federal de Viçosa – Viçosa (MG), Brazil.

²Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte (MG), Brazil.

³Universidade Federal de Sergipe – Sergipe (SE), Brazil.

*Corresponding author: Rua Luiz Bhering, 44, Santo Antônio – CEP: 36576-010 – Viçosa (MG), Brazil. E-mail: elenice.sousa@ufv.br

Conflict of interests: nothing to declare. **Funding:** Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – financial code: 001.

Received: 07/13/2021. **Accepted:** 12/02/2021.

(PA) is relevant to increasing health benefits (Malina, Cumming, & Coelho e Silva, 2016). The health benefits of PA have been largely studied, which involve improvement of self-esteem and self-efficacy, social benefits, decrease in risk for development of chronic diseases, and also controlling and reducing overweight at a population level (NCD Risk Factor Collaboration, 2017; Ferrari, Matsudo, Katzmarzyk, & Fisberg, 2017). However, despite its benefits, a marked reduction in PA levels has been observed among the pediatric population (Koning et al., 2016). Furthermore, in association with the decrease in PA levels, it is observed a reduction in motor competence (MC), health-related physical fitness (HRPF) and perceived motor competence (PMC) levels (Stodden et al., 2008). These factors play a relevant role in child development and can also be relevant in the reduction of the risk of obesity (Ferreira et al., 2021), highlighting that they need to be properly developed during childhood (Estevan, García-Massó, García, & Barnett, 2019; Yuksel, Şahin, Maksimovic, Drid, & Bianco, 2020). The stimulus for the practice of different types of PA should be emphasised, aiming to contribute to physical development. In addition, the improvement of MC and HRPF favour the involvement in a large number of sports practices and PA's. Thus, motor experiences acquired during childhood tend to contribute to an increase in muscle strength, endurance, flexibility and maintaining healthy weight status (Barnett et al., 2016; Utesch, Bardid, Büsch, & Bernd, 2019).

Previous studies that investigated individual predictors of childhood overweight (especially in the second childhood) (Ferrari et al., 2017), suggested that MC (Cattuzzo et al., 2016; Laukkanen, Pesola, Finni, & Sääkslahti, 2017; Herrmann, Heim, & Seelig, 2019), HRPF (Cattuzzo et al., 2016; Lima et al., 2017; Tyler, Mackintosh, Spacey, & Stratton, 2020), PA (Freire, Pope, & Coyle, 2019), and PMC (Lopes, Saraiva, Gonçalves, & Rodrigues, 2017; Meester et al., 2017) can be related to childhood overweight/obesity in children and adolescents of both sexes. In addition, the associations between MC, HRPF and PMC at this stage of life seem to be associated with health-related markers (Barnett et al., 2016; Cattuzzo et al., 2016; Yuksel et al., 2020). Furthermore, sex differences regarding PA and physical fitness are reported, and studies show that boys are usually more physically active and present higher physical fitness levels than girls (Katzmarzyk et al., 2016; Zaqout et al., 2016; Meester et al., 2017), which may lead to differences in the prevalence of excess weight between sexes (Oliveira, Ferrari, Araújo, & Matsudo, 2017). Thus, low PA and physical fitness levels are largely reported as associated with increases in the risk of overweight and obesity (Katzmarzyk et al., 2016; Lima et al., 2017).

In the Brazilian context, more than six million children aged between five and nine years old are overweight (Abeso, 2021), highlighting the relevance of understanding which variables are associated with overweight and obesity in this age group in order to provide information to be used during intervention programs aiming to reduce health risks in later life (Di Cesare et al., 2019). Thus, the present study aimed to estimate sex differences in BMI, MC, HRPF, PMC, and PA; and identify individual predictors associated with overweight in Brazilian children from the Zona da Mata of Minas Gerais. Hence, based on the literature, we hypothesised that boys would have better results in health variables compared to girls; and a significant association would be observed between MC, HRPF, PMC, and PA with overweight in children.

METHOD

This is a cross-sectional epidemiological study, which is part of the “Relationship between physical activity, motor competence, cognitive abilities and school performance in children aged 3 to 12 years”. The research project was approved by the Ethics Committee on Research with Human Beings of the Universidade Federal de Viçosa, under protocol No. 1.888.177. To participate in the research, children's parents/legal guardians signed the consent form. Figure 1 shows the sampling process.

Participants

A total of 231 children (125 boys and 106 girls) were evaluated, of which 14 children were excluded during the data analysis process due to missing information. Thus, the final sample comprised 217 children (100 girls, 117 boys), aged six to 10 years old, enrolled in public municipal schools from Viçosa and Santo Antônio do Gramma, MG, Brazil. A preliminary analysis was performed to estimate differences in variables studied between children from both cities, and no statistically significant differences were observed. To be included in the study, children must be aged between six to 10 years old, and present the consent form signed by their legal guardian; children who presented some physical/cognitive impairment that prevented regular physical activity, and who had missing information were not included in the study.

Measures

Height was assessed using a high-precision portable stadiometer (Sanny, São Paulo, Brazil, precision of 0.1 cm) and body mass was measured using a digital scale (TEC-117, Tech Line, São Paulo, Brazil, with a precision of 0.1kg). Both measures followed standard procedures described by Lohman,

Roche and Martorell (1988) and BMI was computed using the standardised formula [BMI= body mass (kg) / height (m²)]. The children's nutritional status was determined according to the WHO cut-off point, and children were classified as low weight, eutrophic, overweight, and obese (De Onis et al., 2007). For further analysis, children were regrouped into two groups, namely "eutrophic" (included low weight and eutrophic) and "overweight" (overweight and obese).

The pedometer (Yamax, Digi-Walker, Model SW 200, Japan) was used to estimate the number of children's daily steps, being a valid and reliable instrument for measuring PA in children (McNamara, Hudson, & Taylor, 2010). Children were taught to use the device during their awake time for seven consecutive days, including at least two weekend days. Children with valid pedometer information for at least four days (with at least one weekend day) were considered "eligible" to be included in the study, of which at least

one day should refer to a weekend day (Duncan, Al-Nakeeb, Woodfield, & Lyons, 2007).

A total of five tests were used to estimate the HRPF: abdominal strength (curl up), upper limb strength (push up) and flexibility (sit-and-reach) from the FITNESSGRAM test battery (Plowman & Meredith, 2013); lower limb strength (horizontal jump) and cardiorespiratory fitness (6-minute walk/run), from the PROESP-BR test battery (Gaya & Gaya, 2016). The HRPF test scores were converted to "z values", and summed to compute an "HRPF total score", which was later used during the analyses, as performed in previous studies (Lima et al., 2017; Jaakkola et al., 2019; Tyler et al., 2020).

MC was evaluated by the use of the Test of Gross Motor Development 2nd Edition (TGMD-2) (Ulrich, 2000), which evaluates twelve fundamental motor skills, divided into locomotion and object control skills. This test battery provides scores for each of these skills, and the sum of them allows

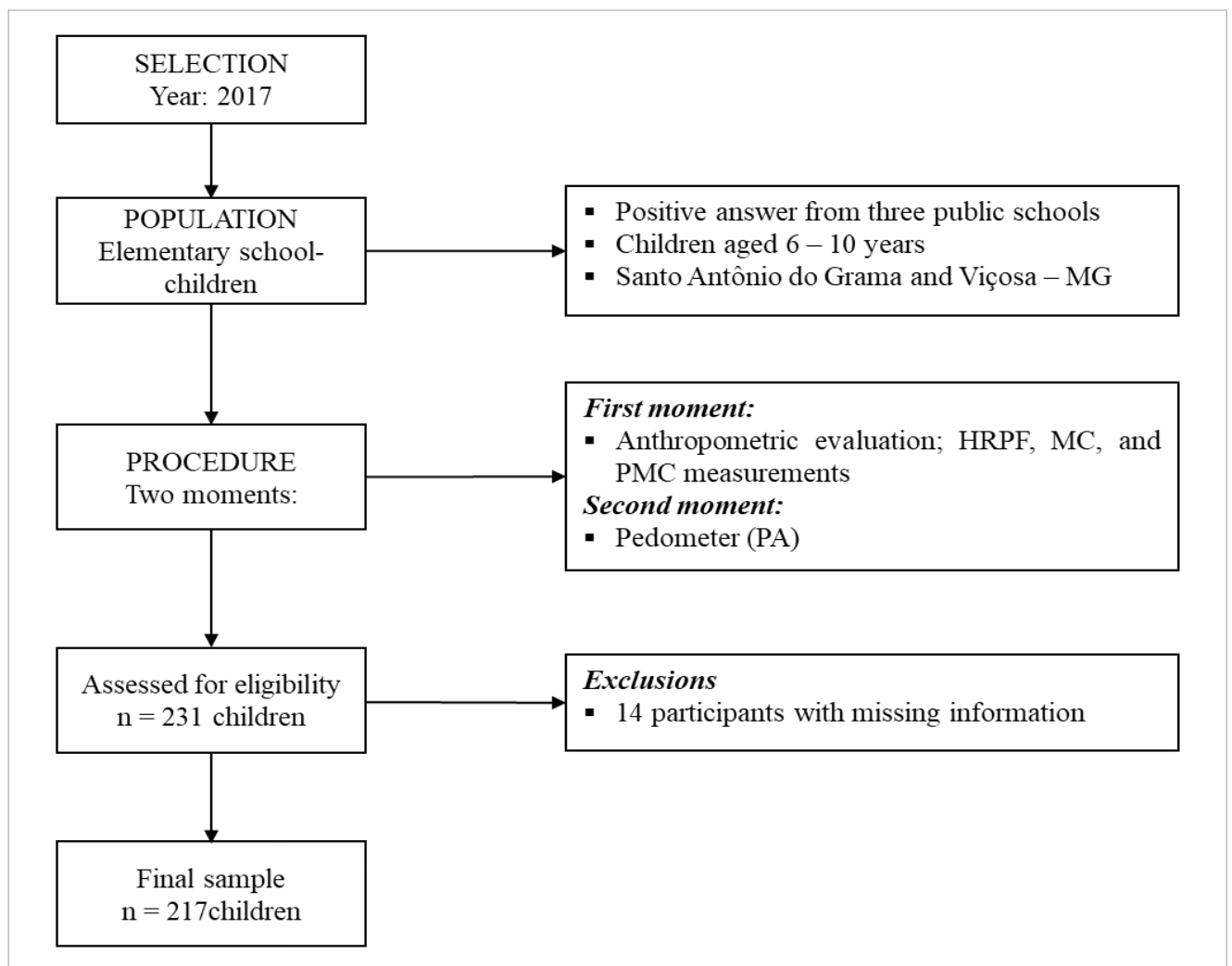


Figure 1. Fluxogram of sample selection process.

the estimation of a motor quotient (MQ) properly adjusted for age and sex. In the present study, values of the total MQ achieved by the child were used.

The PMC was evaluated using the Pictographic Evaluation Scale of Perceived Competence in Motor Skills (Barnett, Robinson, Webster, & Ridgers, 2015). This scale aims to measure the children's perception of motor competence in the same skills evaluated by the TGMD-2 test battery, with both, female and male versions. The results for each item in each subscale range from one (low competence) to four (high competence), resulting in four possible levels of PMC for each skill. In the analyses, the mean values from the twelve questions of the scale were used, according to the amplitude of the answers on the Likert scale.

Procedure

Data collection occurred in two moments (between February and March of 2017). In the first moment, anthropometric evaluation, as well as HRPF, MC, and PMC measurements were performed. In the second moment, after the conclusion of all evaluations previous cited, children were asked to wear the pedometer to estimate their PA. Data collection was performed by a research team (professors, undergraduate and master students from the Universidade Federal de Viçosa), trained to perform the procedures.

Statistical analysis

The analysis was conducted for the total sample, as well as by sex, through the statistical software IBM SPSS STATISTIC®

version 22 (IBM Corporation, Armonk, New York, United States). Descriptive statistics information (mean, median, standard deviation, interquartile ranges and frequencies) was used to characterise variables. The assumptions of normality distribution were tested (Kolmogorov-Smirnov test), and the Mann Whitney U test for independent samples was used to test differences between sexes for all variables.

Multiple logistic regression analysis was performed to identify predictors of overweight in children. The model was adjusted by sex and age. All independent variables were introduced at the same time into the model, according to the forced entry method "enter". The quality of fit of the model was evaluated by the log-likelihood test, and odds ratios (OR) and associated 95% confidence intervals (95%CI) were calculated to determine the strength of the model (Hair, Black, Babin, & Anderson, 2009). For all analyses, the significance was set at $p < 0.05$.

RESULTS

In the present sample, 87.1% of the children were classified as normal weight, while 12.9% were classified as overweight. Table 1 presents descriptive information and a comparison by sex. The sample showed a mean age of 8.34 ± 1.59 years. The results showed that boys presented a better performance in the HRPF total score ($U = 4,295, p = 0.001$), and had higher average daily steps on weekend days ($U = 4,872.50, p = 0.034$) and in the whole week ($U = 4,854, p = 0.031$) when compared to girls. No statistically significant differences were observed for other variables ($p > 0.05$).

Table 1. Descriptive sample information and comparison by sex.

Variables	Girls		Boys		Total		p-value
	Mean± SD	Median (IQR)	Mean± SD	Median (IQR)	Mean± SD	Median (IQR)	
N	100		117		217		
Age (years)	8.35± 1.71	8.25 (3.70)	8.13± 1.47	8.11 (2.30)	8.34± 1.59	8.20 (3.20)	0.310
Height (cm)	130.66± 11.44	131 (16)	130.83± 9.59	131 (12)	130.75± 10.46	131 (15)	0.775
BM (kg)	28.86± 7.70	27.10 (10.75)	29.12± 8.23	27.70 (9.77)	29.00± 7.97	27.45(10.47)	0.806
BMI (kg/m ²)	16.65± 2.39	16.22 (3.36)	16.77± 3.00	16.05 (2.98)	16.71± 2.73	16.15 (3.15)	0.834
MC	80.50±12.06	79 (18.)	77.54± 10.74	76 (15)	78.89± 11.45	79 (18)	0.080
HRPF (score z)	0.66± 2.67	- 0.71 (2.93)	0.56± 2.73	0.42 (3.69)	0.00± 2.77	- 0.29 (3.61)	0.001
PMC	3.26± 0.51	3.33 (0.87)	3.40± 0.42	3.41 (0.67)	3.33± 0.47	3.33 (0.75)	0.060
PA - Week days (steps)	7,109.3± 3,525.59	6735.00 (4761.00)	8,804.30± 4,022.40	7,638.00 (5,377.00)	7,635.02± 3,824.07	7,045.75 (4,877)	0.138
PA - Weekend days (steps)	6,820.5± 4,363.66	6,462.11 (5,288)	8,029.30± 4,600.20	7,521.50 (7,162.00)	7,635.02± 3,824.07	7,045.75 (4,877)	0.034
Total PA (steps)	7,042.1± 3,519.25	6,371.75 (4,705.25)	8,066.00± 3,683.80	7,416.66 (4,786.75)	7,635.02± 3,824.07	7,045.75 (4,877)	0.031

N: sample size; SD, standard deviation; IQR, interquartile range; BM: Body Mass; BMI: Body Mass Index; HRPF: Health-related Physical Fitness; MC: Motor Competence; PA: Physical Activity; PMC: Perceived Motor Competence. Bold indicates significant results ($p < 0.05$); Mann Whitney U test.

Multiple logistic regression analysis revealed that MC (OR= 0.97; 95%CI 0.92– 0.98; $p= 0.043$) and HRPF (OR= 0.78; 95%CI 0.66– 0.93; $p= 0.007$) were significantly associated with overweight. Further, PA and PMC were not statistically significant associated with overweight (Table 2).

Results showed a negative association between MC and HRPF with overweight, meaning that high levels of MC ($\beta= -0.02$) and HRPF ($\beta= -0.23$) decrease the odds of children being overweight.

DISCUSSION

This study aimed to estimate sex differences in BMI, MC, HRPF, PMC, and PA and describe the individual predictors associated with overweight in Brazilian children aged six to 10 years. Sex differences were observed in HRPF and PA, with boys presenting higher physical fitness scores, and also being more physically active. In addition, regarding the predictors of overweight, MC and HRPF were significantly associated with overweight in children. Finally, our hypothesis was partially confirmed, since boys showed better health indicators when compared to girls, in some variables (HRPF and PA), and some of the predictors were associated with overweight in children.

Regarding sex differences for PA and HRPF, the results of the present study are similar to previous studies, in which boys tend to perform better than girls (Oliveira et al., 2017; Tyler et al., 2020), suggesting that these differences may be associated with the type of PA and/or motor activity boys and girls take part in their daily routine (Freire et al., 2019). Such differences can be related to social values and practices, where during childhood, girls are encouraged to play static games while boys are motivated to get engaged in dynamic and vigorous activities (Yuksel et al., 2020). At this point, it is possible that cultural aspects lead boys to be more physically

active than girls, and this fact may lead to higher improvement in HRPF compared to girls, given that the relationship between physical fitness and PA is complex and apparently bidirectional (Katzmarzyk et al., 2016; Slykerman, Ridgers, Stevenson, & Barnett, 2016; Meester et al., 2017).

In the present study, no statistically significant differences were observed in the comparison between sexes for MC, similarly to studies conducted by Herrmann et al. (2019) and Slykerman et al. (2016) where authors suggested that habits and activities that require motor tasks may offer greater opportunities for practice for both sexes. Furthermore, the lack of a significant difference between sexes may be due to the fact that the total MC score comes from the sum of all the subtests (locomotion and object control). Where boys performed better in the object control subtest, while girls showed better results in the locomotion subtest (data not shown), but these differences were mitigated when considering all the tests together (total MC score), indicating the absence of sex differences. Similarly, for the PMC variable, no statistically significant differences were observed between sexes, and this is in agreement with some previous studies (Lopes et al., 2017; Meester et al., 2017). In general, age has been pointed out as a factor that influences the PMC (Meester et al., 2017; Jaakkola et al., 2019), where the youngest children often do not have a PMC that matches their MC. In the present study, when analysing each item of the pictographic scale, we did not observe significant differences in mean values; however, girls presented higher mean values in items related to locomotion skills, while boys presented higher mean values for object control skills (data not shown). Similar to results observed for total MC, these findings can be related to the absence of significant sex differences in this variable.

Multiple logistic regression analysis showed that MC and HRPF were associated with overweight in the studied sample, meaning that by increasing MC and HRPF, children were less likely to be overweight. These results highlight the relevance of stimulating and developing the motor skills in children, in order to subsidise their involvement in different physical activities, which can improve HRPF (Estevan et al., 2019; Utesch et al., 2019). It should be noted that the results of this study corroborate results reported in previous studies that found that MC and HRPF are negatively associated with weight status (Zaqout et al., 2016; Laukkanen et al., 2017). As children remain engaged in a range of activities, health-associated benefits may be observed. It's known that the negative association found may represent a reciprocal relationship of the interactions of predictors with overweight, in other words, children who develop adequate

Table 2. Multiple logistic regression analysis for individual predictors of overweight, adjusted by sex and age.

Predictors	β	OR (95%CI)	p-value
Motor competence	- 0.02	0.97 (0.92– 0.98)	0.043
Health-related physical fitness	- 0.23	0.78 (0.66– 0.93)	0.007
Physical activity	0.01	1.00 (0.99– 1.01)	0.893
Perceived motor competence	0.03	1.03 (0.95– 1.12)	0.443
Constant	- 6.10	--	0.081

95%CI: 95% confidence intervals; OR: odds ratios. Bold indicates significant results ($p < 0.05$).

levels of MC and HRPF may present healthy weight status in childhood. This mechanism acts over time, showing the highest strength of association between variables alongside child development (Cattuzzo et al., 2016). However, it was not possible to verify the strength of the associations due to the cross-sectional design of our research. We believe and support that the strength of the associations between the variables becomes more intense with the growth and development of children (Lima et al., 2017).

On the other hand, no significant association was observed between PA and PMC with overweight in children. Eventually, these results, regarding PA, can be due to the fact that the sample of the present study may experience similar PA opportunities and environments to be active, regarding the characteristics of the cities they are from. As an example, from the set of possible activities performed by children, most of them reported to be involved in football, karate, dance, and swimming (data not shown), highlighting the similarities regarding the activities they were involved in, which can explain the absence of significant association between PA and overweight, since they must have similar PA levels. We support future research, that can help to better understand this variable (measuring the type and intensity of PA) and its association with childhood overweight. Although PA was not associated with overweight in our study, we support and encourage the regular practice of PA in children. PA maintenance during the growth and development processes seems to be an important factor not only in increasing body weight control but also in the structural and functional integrity of skeletal muscle tissue (Malina et al., 2016), in addition to the benefits (physical, psychological and social) associated with this practice, especially in this age group (Bull et al., 2020).

The PMC predictor showed no significant association with overweight. In addition, as proposed by Stodden et al. (2008) younger children seem to show limited accuracy of PMC, usually overestimating it. In the present study, when the sample was stratified by age groups, those aged 6-7 years (representing about 40% of the total sample), it was observed that this group showed high levels of PMC (data not shown), similar to that suggested by Stodden et al. (2008). This fact can have led to the absence of significant results regarding its association with overweight, given these children may have reported their PMC higher than their real MC. In addition to the age factor, other aspects such as the instrument used, cultural, social, and geographical characteristics of the environment, may have influenced the PMC, however, the importance of this construct in childhood, as well as its relationship with overweight, is emphasised.

Results of the present study are of relevance due to the fact that investigated, at the same time, different predictors of overweight in children, which can allow a better understanding of its expression. We believe that the development and improvement of motor skills, and consequently the MC, aligned with PMC, as well as good levels of HRPF, may contribute to a healthy body weight status. In addition, even though PA and PMC were not significant predictors of overweight in the present study, we suggest and encourage children to practice and engage in different PA's, free play, play, and other expressions of human movement, which can be important strategies to children healthy weight status over time.

The use of objective measures and/or techniques to assess BMI, MC, HRPF and PA, is one of the strengths of our study. In addition, we investigated predictors associated with overweight in a sample with unique characteristics (both in economic and cultural aspects). On the other hand, we recognise the limitations of our study and they may contribute to future studies. We support that other methods of body composition analysis are more reliable than BMI, currently employed. The pedometer, even though it is a valid and reliable instrument for measuring children's PA, does not evaluate the intensity of the activity, which limited the understanding of our findings. The sample of our study is not representative of the state, or even the country, which limits the generalisation of the results. We suggest future studies can address predictors of childhood overweight through follow-up and/or interventions throughout childhood.

CONCLUSION

The present study analysed individual predictors associated with overweight in children aged six to 10 years old. In general, boys had a better HRPF profile as well as a higher PA level than girls. Furthermore, results indicated that MC and HRPF were significantly associated with overweight in children.

Such results point to the relevance of investigating and evaluating the set of individual predictors from an early age, especially in understanding their association with childhood overweight. Promoting physical activities that stimulate and challenge children to perform them, can be one strategy to improve their MC and HRPF, increasing the chances of maintaining a healthy weight status during childhood and later life.

The results found, highlight the relevance of children being engaged in a large number of PA's, aiming to develop/improve different motor skills, which would be related to increment in MC and HRPF, leading, as consequence, to decreases in the chances of excess weight during childhood.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors appreciate all contributors and participants of this research, the members of the Grupo de Estudos e Pesquisa em Cineantropometria, Desenvolvimento Humano e Saúde — GEPCIDEHS-UFV, and Laboratório de Ação e Cognição — LACE-UFV.

REFERENCES

- Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica (Abeso). 2021. Mais de 6 milhões de crianças estão com excesso de peso no Brasil. Retrieved September 10, 2021 (<https://abeso.org.br/mais-de-6-milhoes-de-criancas-estao-com-excesso-de-peso-no-brasil/>).
- Barnett, L. M., Lai, S. K., Veldman, S. L. C., Hardy, L. L., Cliff, D. P., Morgan, P. J., Zask, A., Lubans, D. R., Shultz, S. P., Ridgers, N. D., Rush, E., Brown, H. L., & Okely, A. D. 2016. Correlates of gross motor competence in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 46(11), 1663-1688. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0495-z>
- Barnett, L. M., Robinson, L. E., Webster, E. K., & Ridgers, N. D. 2015. Reliability of the pictorial scale of perceived movement skill competence in 2 diverse samples of young children. *Journal of Physical Activity and Health*, 12(8), 1045-1051. <https://doi.org/10.1123/jpah.2014-0141>
- Blüher, M. 2019. Obesity: global epidemiology and pathogenesis. *Nature Reviews Endocrinology*, 15(5), 288-298. <https://doi.org/10.1038/s41574-019-0176-8>
- Bull, F. C., Saad Al-Ansari, S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., Carty, C., Chaput, J. P., Chastin, S. F. M., Chou, R., Dempsey, P. C., DiPietro, L., Ekelund, U., Firth, J., Friedenreich, C., Garcia, L., Gichu, M., Jago, R., Katzmarzyk, P. T., Lambert, E., ..., & Willumsen, J. F. 2020. World Health Organization 2020 Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 54, 1451-1462. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955>
- Cattuzzo, M. T., Henrique, R. S., Ré, A. H. N., Oliveira, I. S., Melo, B. M., Moura, M. S., Araújo, R. C., Stodden, D. 2016. Motor competence and health related physical fitness in youth: a systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(2), 123-129. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.12.004>
- De Onis, M., Onyango, A. W., Borghi, E., Siyam, A., Nishida, C., & Siekmann, J. 2007. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization*, 85(9), 660-667. <https://doi.org/10.2471/blt.07.043497>
- Di Cesare, M., Sorić, M., Bovet, P., Miranda, J. J., Bhutta, Z., Stevens, G. A., Laxmaiah, A., Kengne, A. P., & Bentham, J. 2019. The epidemiological burden of obesity in childhood: a worldwide epidemic requiring urgent action. *BMC Medicine*, 17(1), 212. <https://doi.org/10.1186/s12916-019-1449-8>
- Duncan, M. J., Al-Nakeeb, Y., Woodfield, L. & Lyons, M. 2007. Pedometer determined physical activity levels in primary school children from Central England. *Preventive Medicine*, 44(5), 416-420. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2006.11.019>
- Estevan, I., García-Massó, X., Molina García, J., & Barnett, L. M. (2019). Identifying profiles of children at risk of being less physically active: an exploratory study using a self-organised map approach for motor competence. *Journal of Sports Sciences*, 37(12), 1356-1364. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1559491>
- Ferrari, G. L. de M., Matsudo, V., Katzmarzyk, P. T., & Fisberg, M. 2017. Prevalence and factors associated with body mass index in children aged 9–11 years. *Jornal de Pediatria*, 93(6), 601-609. <https://doi.org/10.1016/j.jpedp.2017.05.003>
- Ferreira, C. M., Reis, N. D., Castro, A. O., Hofelmann, D. A., Kodaira, K., Silva, M. T., & Galvão, T. F. 2021. Prevalence of childhood obesity in Brazil: systematic review and meta-analysis. *Jornal de Pediatria*, 97(5):490-499. <https://doi.org/10.1016/j.jped.2020.12.003>
- Freire, K., Pope, R., & Coyle, J. 2019. What are the drivers of cross-generational physical activity? Exploring the experiences of children and parents. *Journal of Public Health*, 27, 591-601. <https://doi.org/10.1007/S10389-018-0979-4>
- Gaya, A. C. A., & Gaya, A. 2016. *Projeto Esporte Brasil: manual de testes e avaliação*. UFRGS.
- Hair, J., Black, B., Babin, B., & Anderson, R. 2009. *Multivariate Data Analysis*. 7ª ed. Pearson Higher.
- Herrmann, C., Heim, C., & Seelig, H. (2019). Construct and correlates of basic motor competencies in primary school-aged children. *Journal of Sport and Health Science*, 8(1), 63-70. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2017.04.002>
- Jaakkola, T., Huhtiniemi, M., Salin, K., Seppälä, S., Lahti, J., Hakonen, H., & Stodden, D. F. 2019. Motor competence, perceived physical competence, physical fitness, and physical activity within finnish children. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 29(7), 1013-1021. <https://doi.org/10.1111/sms.13412>
- Katzmarzyk, P. T., Denstel, K. D., Beals, K., Bolling, C., Wright, C., Crouter, S. E., McKenzie, T. L., Pate, R. R., Saelens, B. E., Staiano, A. E., Stanish, H. I., & Sisson, S. B. 2016. Results from the United States of America's 2016 Report Card on physical activity for children and youth. *Journal of Physical Activity and Health*, 13(Suppl. 2):S307-S313. <https://doi.org/10.1123/jpah.2016-0321>
- Koning, M., Hoekstra, T., De Jong, E., Visscher, T. L., Seidell, J. C., & Renders, C. M. 2016. Identifying developmental trajectories of body mass index in childhood using latent class growth (mixture) modelling: associations with dietary, sedentary and physical activity behaviors: a longitudinal study. *BMC Public Health*, 16, 1128. <https://doi.org/10.1186/s12889-016-3757-7>
- Laukkanen, A., Pesola, A. J., Finni, T., & Sääkslahti, A. 2017. Body mass index in the early years in relation to motor coordination at the age of 5–7 years. *Sports*, 5(3), 49. <https://doi.org/10.3390/sports5030049>
- Lima, R. A., Pfeiffer, K. A., Bugge, A., Møller, N. C., Andersen, L. B., & Stodden, D. F. 2017. Motor competence and cardiorespiratory fitness have greater influence on body fatness than physical activity across time. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 27(12), 1638-1647. <https://doi.org/10.1111/sms.12850>
- Lohman, T. G., Roche, A. F., & Martorell, R. 1988. *Anthropometric Standardization Reference Manual*. Human Kinetics Books.
- Lopes, V. P., Saraiva, L., Gonçalves, C., & Rodrigues, L. P. (2017). Association between perceived and actual motor competence in Portuguese children. *Journal of Motor Learning and Development*, 6(Suppl. 2), S366-S377. <https://doi.org/10.1123/jmld.2016-0059>
- Malina, R. M., Cumming, S. P., & Coelho e Silva, M. J. (2016). Physical activity and movement proficiency: The need for a biocultural approach. *Pediatric Exercise Science*, 28(2), 233-239. <https://doi.org/10.1123/pes.2015-0271>
- McNamara, E., Hudson, Z., & Taylor, S. J. C. 2010. Measuring activity levels of young people: the validity of pedometers. *British Medical Bulletin*, 95(1), 121-137. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldq016>
- Meester, A., Stodden, D., Brian, A., True, L., Cardon, G., Tallir, I., Haerens, L. 2017. Associations among elementary school children's actual motor competence, perceived motor competence, physical activity and BMI: a cross-sectional study. *PLoS One*, 11(10), 1-14. <https://doi.org/10.5061/dryad.96cp2>
- NCD Risk Factor Collaboration. (2017). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128.9 million children, adolescents, and adults. *The Lancet*, 390(10113), 2627-2642. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32129-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32129-3)

- Oliveira, L. C., Ferrari, G. L. de M., Araújo, T. L., & Matsudo, V. (2017). Overweight, obesity, steps, and moderate to vigorous physical activity in children. *Revista de Saúde Pública*, 51, 38. <https://doi.org/10.1590/S1518-8787.2017051006771>
- Plowman, S. A., & Meredith, M. D. 2013. *Fitnessgram/Activitygram Reference Guide*. 4^a ed. The Cooper Institute.
- Slykerman, S., Ridgers, N. D., Stevenson, C., & Barnett, L. M. 2016. How important is young children's actual and perceived movement skill competence to their physical activity? *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(6), 488-492. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.07.002>
- Stodden, D. F., Goodway, J. D., Langendorfer, S. J., Roberton, M. A., Rudisill, M. E., Garcia, C., & Garcia, L. E. 2008. A developmental perspective on the role of motor skill competence in physical activity: an emergent relationship. *Quest*, 60(2), 290-306. <https://doi.org/10.1080/00336297.2008.10483582>
- Tyler, R., Mackintosh, K. A., Spacey, H. L., & Stratton, G. (2020). A cross-sectional study on the deprivation and sex differences in health-related fitness measures in school children. *Journal of Sports Sciences*, 38(1), 70-78. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1681230>
- Ulrich, D. 2000. *Test of Gross Motor Development: Second Edition: Examiner's Manual*. Prod-Ed.
- Utesch, T., Bardid, F., Büsch, D., & Strauss, B. 2019. The relationship between motor competence and physical fitness from early childhood to early adulthood: a meta-analysis. *Sports Medicine*, 49(4), 541-551. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01068-y>
- World Health Organization. 2020. Obesity and Overweight. World Health Organization. Retrieved 2021-07-26 (<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>).
- Yuksel, H. S., Şahin, F. N., Maksimovic, N., Drid, P., & Bianco, A. 2020. School-based intervention programs for preventing obesity and promoting physical activity and fitness: a systematic review" *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(1), 347. <https://doi.org/10.3390/ijerph17010347>
- Zaqout, M., Vyncke, K., Moreno, L. A., Miguel-Etayo, P., Lauria, F., Molnar, D., Lissner, L., Hunsberger, M., Veidebaum, T., Tornaritis, M., Reisch, L. A., Bammann, K., Sprengeler, O., Ahrens, W., & Michels, N. 2016. Determinant factors of physical fitness in european children. *International Journal of Public Health*, 61, 573-582. <https://doi.org/10.1007/s00038-016-0811-2>



Precision of wearable heart rate to predict oxygen uptake in endurance vs sprint-trained runners

Nuno Domingos Garrido^{1,2} , Felipe Aidar³ , José Vilaça-Alves^{1,2} , Diogo Roberto Oliveira¹, Paul Szabo^{4*} , Victor Machado Reis^{1,2} 

ABSTRACT

The present study aimed to assess the precision of oxygen uptake with heart rate regression during treadmill running in highly trained runners. Twenty national and international level male runners were divided into two equal groups. Group A was formed of 10 sprinters (31.5± 4.7 years, height 1.74± 0.04 m and mass 61.8± 5.2 kg), and group B comprised 10 endurance runners (25.7± 4.5 years, height 1.77± 0.08 m and mass 71.2± 5.8 kg). Each participant performed six min bouts at a constant velocity on a level treadmill, with each bout at an increased running velocity. The starting velocity was 3.33 m·s⁻¹ with a 0.56 m·s⁻¹ increase in each subsequent bout. VO₂ and HR were measured during all runs. Mean peak VO₂ and mean peak HR for Group A were, respectively, 71.7± 7.0 mL·kg⁻¹·min⁻¹ and 179.8± 12.7 beats·min⁻¹, while for Group B were 67.3± 4.9 mL·kg⁻¹·min⁻¹ and 198.2± 9.8 beats·min⁻¹. The linearity of the regressions between VO₂ and HR in both groups was very high (R²= 0.97 and R²=0.76) with small standard errors of regression. Despite a stronger correlation in endurance-trained athletes, the results of the present study indicate that it is possible to use HR as an indicator of exercise intensity in individuals trained in both speed and longer distances.

KEYWORDS: internal load; energy cost; linear regression.

INTRODUCTION

Indirect calorimetry based on oxygen uptake (VO₂) is the gold-standard procedure to assess the energy demand during physical activities (McClave et al., 2016). Unfortunately, very few professionals that work in sports do have easy access to gas analysers. This is a perfect justification for several attempts to validate other measurements to estimate sports' energy demand (Leenders, Sherman, & Nagaraja, 2006; Fudge et al., 2007). With technological advancement, wearable equipment has made heart rate (HR) measurement easy and reliable. HR monitors are just useful tools to prescribe exercise intensity and monitor training adaptations in exercise prescription (Franco, Oliveira, Neves, & Santos, 2004).

The VO₂ - HR relationship is vastly used to assess the energy demand during locomotion in animals (Brosh, 2007; Halsey et al., 2008), and it is equally well investigated in humans (Garet et al., 2005). The VO₂ - HR relationship is often used in the medical field (Mezzani et al., 2007) and

to assess children's physical activity (Iannotti, Claytor, Horn, & Chen, 2004), but less in the sports training field (Vella & Robergs, 2005). The potential of HR to be used as a valid exercise intensity indicator fell back on establishing the individual relationship between VO₂ and HR. The precision of this technique depends on the robustness of the regression line (Reis, den Tillaar, & Marques, 2011).

The precision of the VO₂ - exercise intensity regression is well described and accepted during treadmill running (Reis et al., 2007) or running on a track (Reis, Duarte, Espírito-Santo, & Russell, 2004). However, the literature presents less evidence to confirm the robustness of regression models between VO₂ and HR during running exercises (Hillokoski et al., 1999). It is our opinion that there is a lack of studies addressing the VO₂ - HR regression issue, and little attention has been given to the standard error of these regressions. Indeed, using correlation coefficients to interpret the regression is quite limited if not inadvisable.

¹Universidade de Trás-dos-Montes e Alto Douro – Vila Real, Portugal.

²Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano – Vila Real, Portugal.

³Universidade de Sergipe – São Cristóvão (SE), Brazil.

⁴University of Oradea – Oradea, Romania.

*Corresponding author: Strada Universităţii 1, 410087, Oradea, Romania. E-mail: pszabo@uoradea.ro

Conflict of interests: nothing to declare. **Funding:** Portuguese Foundation for Science and Technology, I.P., project UID04045/2020.

Received: 11/02/2021. **Accepted:** 10/23/2021.

Reis et al. (2011) have studied the robustness of linear regression in the relationships between VO_2 and running velocity, HR and running velocity, and HR and VO_2 in highly trained long-distance roadrunners. Strong relationships between HR, running velocity and VO_2 were found in this study, which would allow the use of HR as an accurate indicator of energy demand and of running speed in this kind of athletes. However, that study was limited to endurance-trained runners.

Regarding power athletes within the same sports, i.e. sprinters, it is likely that due to the different metabolic profile of their performances, the HR and VO_2 responses vary when compared with long-distance athletes. Thus, the robustness of the linear regression of the HR - VO_2 relation in these individuals would tend to be less accurate. The goal of the present study was to compare the relationship between HR and VO_2 between endurance and long-sprint-trained runners.

METHOD

The present work is characterised as cross-sectional descriptive, where the HR will be used as a dependent variable and VO_2 as the independent variable.

Participants

Twenty male subjects volunteered for this study after medical approval. The participants composed of two equal groups of 10 athletes each:

- Group A: national-level endurance track or road runners;
- Group B: national-level long-sprint runners (400 m).

The mean age, years of systematic training, height and body mass of Group A subjects were, respectively: 31.5 ± 4.7 years, 15.2 ± 6.2 years, 1.74 ± 0.04 m and 61.8 ± 5.2 kg. In Group B, the mean age, years of systematic training, height and body mass were, respectively: 25.7 ± 4.5 years, 12.5 ± 4.3 years, 1.77 ± 0.08 m and 71.2 ± 5.8 kg. The subjects gave their written informed consent to participate in the experiment, and all procedures followed the Declaration of Helsinki.

Measures

Laboratory testing was conducted on a level treadmill. Tests were performed in a room with a controlled environment, with temperatures ranging from 16 to 19° Celsius and humidity between 45 and 55%. The subjects were asked to refrain from high-intensity training during the three days previous to the test. Each subject performed several six min bouts at a constant velocity on the treadmill. For endurance runners, the starting running velocity was $3.33 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Each

subsequent bout was performed with a velocity increase of $0.56 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. For sprinters, the starting running velocity was $2.77 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Each subsequent bout was performed with a velocity increase of $0.56 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. The recovery time between bouts was individual and based on heart rate and VO_2 measurements during the recovery. Subjects were allowed to start a new bout, when during a one-min period, heart rate and VO_2 were less than $5 \text{ beats}\cdot\text{min}^{-1}$ and less than $2 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ respectively different from the value observed before the beginning of the first bout. The test was ended by voluntary exhaustion of the subject. The highest VO_2 mean value averaged over 20 s was taken as the subject's peak VO_2 . Through all testing, expired gases were collected and analysed with a K4 b2 gas analyser (Cosmed, Rome, Italy), and VO_2 was averaged in 20 s intervals. Before each test, a reference air calibration of the device was performed using a known gas standard of 16% O_2 and 5% CO_2 concentration. The flow meter was also calibrated before each test with a 3,000 mL syringe. HR was recorded continuously with an RS800 device (Polar Electro, Finland) and averaged over 20 s intervals. The highest HR mean value averaged over 20 s was taken as the subject's peak HR.

Linear regressions

The exercise bouts were performed in order to obtain HR - VO_2 relation points that enabled the calculation of a valid regression equation. For each velocity, mean HR and mean VO_2 over the last minute of the bout were used for this purpose and HR was taken as the dependent variable. All the subjects completed five full bouts. Some subjects performed a sixth bout, but this was not included in the regression, as it failed to comply with the VO_2 steady-state attainment in every subject (determined as a difference of less than $2 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ between two consecutive minutes).

Statistical analysis

Data were analysed with SPSS 23.0 (IBM, New York, USA) software. Normality assumption was checked with the Shapiro-Wilk test. Simple linear regressions were used on all data. The scatter around the regression line was used as a measure of the fitness of the regression lines. The statistical significance was set to $p \leq 0.05$. The results are presented as means \pm standard deviations (SD).

RESULTS

Mean peak VO_2 and mean peak HR for Group A were, respectively, $71.7 \pm 7 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ and $179.8 \pm 12.7 \text{ beats}\cdot\text{min}^{-1}$, while for Group B were $67.3 \pm 4.9 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ and $198.2 \pm 9.8 \text{ beats}\cdot\text{min}^{-1}$. Figures 1 and 2 show the regressions between

HR and VO_2 in both testing Groups. Both were significant ($p < 0.01$), with a small standard error of regression ($S_{y,x}$), and with high squared correlation coefficient (R^2).

Mean regression parameters of both groups were compared with t-test for independent samples. No significant difference ($p < 0.05$) was observed in R values (-0,11; 95%CI -0,18-0,44), but $S_{y,x}$ (2,12; 95%CI -0,92-5,15) and b (-0,54; 95%CI -0,99-0,97) were significantly different ($p > 0.05$).

DISCUSSION

The present study aimed to compare the precision of HR - VO_2 regression in two specialized groups of elite runners and to test the hypothesis that long-distance running athletes should present a stronger relationship between these variables.

The main finding was that the heart rate correlated strongly (with low standard error) with oxygen uptake in both studied groups. The results also showed that the

endurance runners presented clearly a stronger correlation between HR and VO_2 , which may indicate that the level of aerobic ability interferes with this relationship. This hypothesis can also be supported by the greater slope of the regression line of group B (b values). This means that sprinters increase more at HR for each $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ increase in VO_2 (Reis et al., 2011).

When we compared the endurance runners (group A) regression lines in the present study with those obtained by Reis et al. in 2011, we observed a similar regression correlation coefficient with a slightly higher error in our data. This fact amplifies and corroborates the possible use of HR as an indicator of the exercise intensity in this specific group of athletes and supports the use of HR measured by high-reliability wearable present on large scale in the market.

We investigated how much the HR could reflect aerobic energy cost by having the heart rate as dependent and the VO_2 as independent variable. The model presented a mean error of regression of 4.1 ± 1.9 beats $\cdot\text{min}^{-1}$ in endurance runners and 6.2 ± 3.7 beats $\cdot\text{min}^{-1}$ in sprint runners. The literature suggests evidence on the non-linearity of the HR - VO_2 relationship at very low or very high exercise intensities (for references, see Achten & Jeukendrup, 2003). Our results indicate that in highly trained runners, it is possible to observe the linearity up to exercise intensities as high as 90% peak VO_2 . The high linearity may be partially due to the fact that the factors, which typically explain the deviations from linearity, may be non-existent or negligible in well-trained runners (Bragada et al., 2010). Another issue that can help explain the high linearity in our subjects is that only steady-state VO_2 with a duration of 6-min bouts were included in the regressions. In fact, it has been shown that quick transitions between intensities (short-duration exercise bouts) account for the non-linearity of the HR - VO_2 relationship (Jeukendrup, Hesselink, Kuipers, & Keizer, 1997; Vachon, Bassett, & Clarke, 1999).

Possible explanations for the better linearity in the endurance-trained runners may be the following: a better aerobic ability, which impairs the appearance of the VO_2 slow component, especially at intensities above the lactic threshold (Oliveira, Costa, Neves, & Santos, 2006; Reis et al., 2007); the higher aerobic ability of the endurance-trained runners may also help to explain a better agreement of oxygen uptake with heart rate, as both systems respond linearly with exercise intensity increase (Reis et al., 2011); endurance-trained runners have a less variable anthropometrics and metabolic profile; while 400-m runners may present a larger variation in their anthropometric and metabolic profiles (Reis, Junior, Zajac, & Oliveira, 2011).

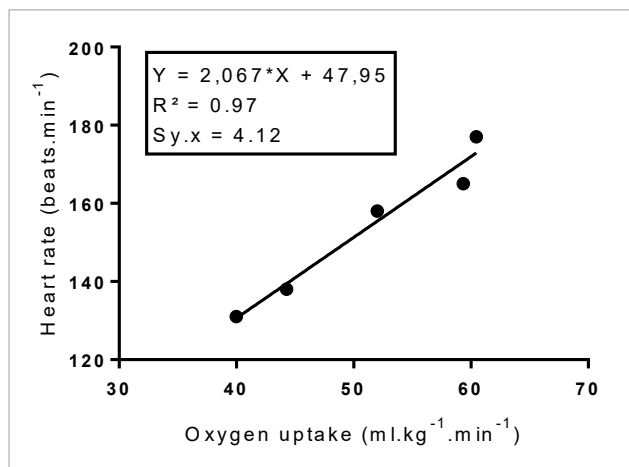


Figure 1. Linear regression between heart rate and oxygen uptake in endurance trained runners ($n = 10$).

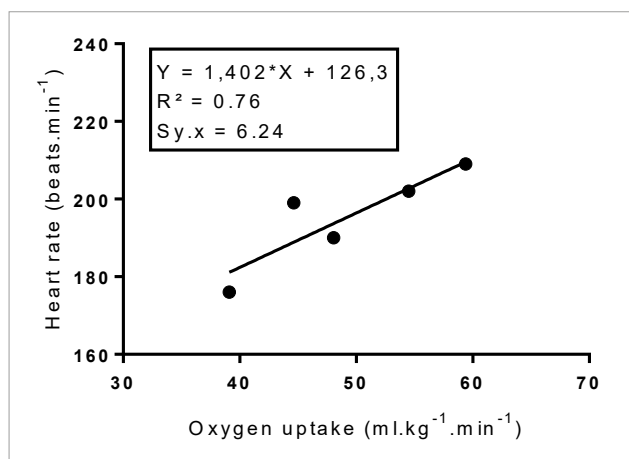


Figure 2. Linear regression between heart rate and oxygen uptake in sprint trained runners ($n = 10$).

CONCLUSION










The strong relationships between HR and VO_2 found in this study showed that, in highly trained runners, it is possible to have heart rate as an accurate indicator of aerobic energy cost with an error below 7 bpm. The results suggest that this relationship is stronger in endurance runners, with an error below 5 bpm. Therefore, especially in endurance runners, HR may be used instead of VO_2 to track changes in the subjects' running economy during training periods. As such, assessing the subjects' VO_2 response to exercise may not be that important for exercise prescription purposes.

REFERENCES

- Achten, J., & Jeukendrup, A. E. (2003). Heart rate monitoring: applications and limitations. *Sports Medicine*, 33(7), 517-538. <https://doi.org/10.2165/00007256-200333070-00004>
- Bragada, J. A., Santos, P. J., Maia, J. A., Colaco, P. J., Lopes, V. P., & Barbosa, T. M. (2010). Longitudinal study in 3,000 m male runners: relationship between performance and selected physiological parameters. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9(3), 439-444.
- Brosh, A. (2007). Heart rate measurements as an index of energy expenditure and energy balance in ruminants: a review. *Journal of Animal Science*, 85(5), 1213-1227. <https://doi.org/10.2527/jas.2006-298>
- Franco, B. L., Oliveira, D. R., Neves, C. E. B., & Santos, E. L. (2004). Automatic detection of anaerobic threshold based on the heart rate response. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(5), S43. <https://doi.org/10.1249/00005768-200405001-00204>
- Fudge, B. W., Wilson, J., Easton, C., Irwin, L., Clark, J., Haddow, O., Kayser, B., & Pitsiladis, Y. P. (2007). Estimation of oxygen uptake during fast running using accelerometry and heart rate. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(1), 192-198. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000235884.71487.21>
- Garet, M., Boudet, G., Montaurier, C., Vermorel, M., Coudert, J., & Chamoux, A. (2005). Estimating relative physical workload using heart rate monitoring: a validation by whole-body indirect calorimetry. *European Journal of Applied Physiology*, 94(1-2), 46-53. <https://doi.org/10.1007/s00421-004-1228-9>
- Halsey, L. G., Shepard, E. L., Hulston, C. J., Venables, M. C., White, C. R., Jeukendrup, A. E., & Wilson, R. P. (2008). Acceleration versus heart rate for estimating energy expenditure and speed during locomotion in animals: tests with an easy model species, *Homo sapiens*. *Zoology (Jena)*, 111(3), 231-241. <https://doi.org/10.1016/j.zool.2007.07.011>
- Hilloskorpi, H., Fogelholm, M., Laukkanen, R., Pasanen, M., Oja, P., Manttari, A., & Natri, A. (1999). Factors affecting the relation between heart rate and energy expenditure during exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 20(7), 438-443. <https://doi.org/10.1055/s-1999-8829>
- Iannotti, R. J., Claytor, R. P., Horn, T. S., & Chen, R. (2004). Heart rate monitoring as a measure of physical activity in children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(11), 1964-1971. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000145445.54609.82>
- Jeukendrup, A. E., Hesselink, M. K., Kuipers, H., & Keizer, H. A. (1997). The Conconi test. *International Journal of Sports Medicine*, 18(5), 393-394. <https://doi.org/10.1055/s-2007-972652>
- Leenders, N. Y., Sherman, W. M., & Nagaraja, H. N. (2006). Energy expenditure estimated by accelerometry and doubly labeled water: do they agree? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(12), 2165-2172. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000235883.94357.95>
- McClave, S. A., Taylor, B. E., Martindale, R. G., Warren, M. M., Johnson, D. R., Braunschweig, C., McCarthy, M. S., Davanos, E., Rice, T. W., Cresci, G. A., Gervasio, J. M., Sacks, G. S., Roberts, P. R., Compher, C., Society of Critical Care Medicine, & American Society for Parenteral and Enteral Nutrition. (2016). Guidelines for the Provision and Assessment of Nutrition Support Therapy in the Adult Critically Ill Patient: Society of Critical Care Medicine (SCCM) and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (A.S.P.E.N.). *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 40(2), 159-211. <https://doi.org/10.1177/0148607115621863>
- Mezzani, A., Corra, U., Giordano, A., Cafagna, M., Adriano, E. P., & Giannuzzi, P. (2007). Unreliability of the % VO_2 reserve versus %heart rate reserve relationship for aerobic effort relative intensity assessment in chronic heart failure patients on or off beta-blocking therapy. *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation*, 14(1), 92-98. <https://doi.org/10.1097/HJR.0b013e328011649b>
- Oliveira, D. R., Costa, G. S., Neves, C. E. B., & Santos, E. L. (2006). Analysis of the metabolic gas exchange and caloric expenditure during continuous and intermittent running exercise: 1658: Board #31 2: PM – 3:00 PM. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38(5), S255.
- Reis, V. M., den Tillaar, R. V., & Marques, M. C. (2011). Higher precision of heart rate compared with vo_2 to predict exercise intensity in endurance-trained runners. *Journal Sports and Science Medicine*, 10(1), 164-168.
- Reis, V. M., Duarte, J. A., Espírito-Santo, J., & Russell, A. P. (2004). Determination of accumulated oxygen deficit during a 400M run. *Journal of Exercise Physiology Online*, 7(2), 77-83.
- Reis, V. M., Guidetti, L., Duarte, J. A., Ascensão, A., Silva, A. J., Sampaio, J. E., Russell, A. P., & Baldari, C. (2007). Slow component of VO_2 during level and uphill treadmill running: relationship to aerobic fitness in endurance runners. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47(2), 135-140.
- Reis, V. M., Junior, R. S., Zajac, A., & Oliveira, D. R. (2011). Energy cost of resistance exercises: an update. *Journal of Human Kinetics*, 29A, 33-39. <https://doi.org/10.2478/v10078-011-0056-3>
- Vachon, J. A., Bassett, D. R., Jr., & Clarke, S. (1999). Validity of the heart rate deflection point as a predictor of lactate threshold during running. *Journal of Applied Physiology*, 87(1), 452-459. <https://doi.org/10.1152/jap.1999.87.1.452>
- Vella, C. A., & Robergs, R. A. (2005). Non-linear relationships between central cardiovascular variables and VO_2 during incremental cycling exercise in endurance-trained individuals. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 45(4), 452-459.



Reproducibility of the dynamic balance test of lower limbs with reduction of the body weight in individuals with knee osteoarthritis

Saulo da Cunha Machado^{1*} , Valter Joviniano de Santana Filho¹ ,
Érika Thatyana Nascimento Santana¹ , Viviane Nascimento Brandão Lima¹ ,
Wélia Yasmin Horacio dos Santos¹ , Walderi Monteiro da Silva Júnior¹ ,
Jader Pereira de Farias Neto¹ , Pedro José Marin² , Marzo Edir da Silva-Grigoletto³ 

ABSTRACT

The dynamic balance of the lower limbs has shown great importance in accomplishing activities of daily living, especially for walking and maintenance in the orthostatic position. In this context, individuals with knee osteoarthritis have changes in their physical capacity, mainly due to joint changes and muscular wear. The instrument called OctoBalance[®] is one of the most used to evaluate this balance, which analyses four different executions of movement in the limbs. However, individuals with knee osteoarthritis cannot perform this evaluation due to the need for single limb support during movements. This study aimed to verify whether it is reproducible to perform the dynamic balance evaluation of lower limbs with a reduction of 10% of body weight through a suspension system. A cross-sectional study was carried out with 2 collections with a 48-hour interval between them, using the Lower Body Test performed with OctoBalance[®]. The dynamic balance test followed the protocol of 3 repetitions observing the learning factor and then 3 repetitions where the values were collected, with the suggested adaptation for all 4 diagonals in both limbs. The interclass correlation index (ICI), coefficient of variation (CV), estimative standard error (EEE) and minimum detectable difference (MDD) were calculated as indicators of reproducibility. Also, Bland-Altman Graphs were used for visual verification of the agreement between the means. Results: The reliability tests showed a very high interclass correlation through the ICI and low variation values for all the movements evaluated through the CV. The EEE and MDD calculations showed positive responses for greater reliability, and the Bland-Altman graphs showed an agreement between the means. Reproducibility was positive for the Lower Body Test with the Octobalance[®] platform for the evaluation of lower limb dynamic balance in women with knee osteoarthritis.

KEYWORDS: knee osteoarthritis; balance test; reproducibility.

INTRODUCTION

For a good dynamic balance, the integrity structures of the body are necessary, such as bone, cartilage, ligaments and efficient performance of stabilising muscle structures. A deficit in some of these structures may generate a change in dynamic balance. In order to evaluate this balance, the literature has some functional tests such as the Timed Up and Go (TUG) and the Berg Balance Scale that are widely

used for balance evaluation, besides the pressure platforms (Kim et al., 2011). Similarly, another widely used instrument is the Star Excursion Balance Test (SEBT), which measures the dynamic balance and quantifies muscle control deficits related to musculoskeletal diseases (Gribble, Hertel, & Plisky, 2012). More recently, the Octobalance[®] platform has been used to evaluate the dynamic balance of lower limbs. This instrument analyses five different movements

¹Health Sciences Graduate Program, Universidade Federal de Sergipe – São Cristóvão (SE), Brazil.

²CyMO Research Institute – Valladolid, Spain.

³Program in Physical Education, Universidade Federal de Sergipe – São Cristóvão (SE), Brazil.

*Corresponding author: Health Sciences Graduate Program, Universidade Federal de Sergipe – Rua Cláudio Batista – University Hospital – Palestina – CEP: 49060-676 – Aracaju (SE), Brazil.

E-mail: saulo0407@gmail.com

Conflict of interests: nothing to declare. **Funding:** nothing to declare.

Received: 06/06/2021. **Accepted:** 11/29/2021

of the lower limbs with single limb support to measure the maximum distance reached, resulting in values that qualify their balance (Gonzalo-Skok, Serna, Rhea, & Marín, 2015; 2017). These instruments are used in the general population without any comorbidity, and it is believed that some health conditions may generate changes in the dynamic balance by influencing body structures, such as knee osteoarthritis.

Osteoarthritis (OA) is a degenerative joint disorder with musculoskeletal implications. Its symptoms range from joint pain to crunching, oedema (Burgos-Vargas et al., 2014) and muscle weakness (Minshull & Gleeson, 2017). However, pain is considered the main limiting factor for this condition, directly affecting the activities of daily living (ADL), reducing the quality of life and generating biopsychosocial impacts (Coudeyre et al., 2016).

Considered the main cause of musculoskeletal disability in the world, OA has multifactorial aetiology that may be idiopathic or arise from traumas, congenital formations, postoperative, aseptic osteonecrosis, and metabolic, endocrine and postural disorders that generate direct impact between the joint degeneration and its synthesis (Loures, Góes, Labronici, Barretto, & Olej, 2016).

The knee joint, essential for weight support and balance maintenance, is the most commonly affected (Burgos-Vargas et al., 2014). Individuals with osteoarthritis have a higher proprioceptive loss when compared to people of the same age without the disease (Kim et al., 2011; Tamura et al., 2016), increasing the risk of falls and consequent morbidity (Kim et al., 2011; Takacs, Krowchuk, Goldsmith, & Hunt, 2017). Also, it is known that the deficit of muscle strength, especially of the quadriceps, causes important changes in the knee, contributing to the loss of functionality, in which the reduction of dynamic balance is within this functionality (Alnahdi, Zeni, & Snyder-Mackler, 2012).

Directed evaluations are necessary to receive clinically relevant information. Therefore, the Lower body test is highlighted, which is an adaptation of the SEBT with the insertion of a platform and a cart. However, the execution of this test with people with knee osteoarthritis is not feasible due to the difficulty of the total discharge of weight in a single member, as in the initial protocol. Those people with osteoarthritis have difficulty remaining in single limb support since overloading on only one joint can cause an increase in symptoms, especially pain (McAlindon et al., 2014). Also, because of the deficits of this population, adaptations are necessary so important clinical information is not neglected (Martins, Gonçalves, Mayer, & Schiviski, 2014; Kanko, et al., 2019).

These individuals have difficulty remaining in a single limb position due to all the joint wear and reduction of the

strength of the supporting muscles. This deficit is a barrier to evaluating the dynamic balance, so a weight-bearing system was developed to partially reduce the body weight when doing the evaluated movements. Thus, this study hypothesises that the suggested adaptations, with the partial discharge of body weight with a suspension system, make the test feasible and with good reproducibility.

METHODS

This research is a cross-sectional study aimed at evaluating the reproducibility of the Lower Body Test (LBT) through the OctoBalance® (Check your Motion, Albacete, Spain) with partial reduction of body weight through a suspension system in individuals with knee Osteoarthritis.

Sample

Thirty women with a previous diagnosis of knee osteoarthritis were selected. They were screened in an orthopaedic outpatient clinic and classified by x-ray between grades 2 and 4, according to Alback's classification (Ahlbäck, 1968; Keyes, Carr, Miller, & Goodfellow, 1992).

Female individuals aged between 30 and 80 years old, presenting their cognitive functions preserved and available for the evaluation days, were included in the study. Those women who did not agree with the ICF, with previous surgical procedures in the knee or a current indication, and were not able to carry out the evaluations were excluded from the study. The data collection only started after approval by the Ethics Committee in Research with Human Subjects (CEP) of the Universidade Federal de Sergipe (FUS). CAAE: 06219219.3.0000.5546.

Two days of testing were performed, with a 48-hour interval between them, to determine the reproducibility of the test with body weight reduction in individuals with knee osteoarthritis. Participants were also asked not to perform physical activities in the 24 hours before the sessions, so there was no influence of fatigue on the uptake of values (Cramer et al., 2017).

Procedures

The participants were characterised according to age, weight, height, body mass index (BMI, kg/m²), and the graduation of knee osteoarthritis, according to Alback.

The Lower Body Test was performed using the OctoBalance® (Check your Motion, Albacete, Spain). It is a multidirectional dynamic balance evaluation instrument using coloured arrows to indicate the directions to be evaluated and a metric scale to verify the distance reached in

each one (Figure 1). Also, the instrument enables to observe compensations or deviations during the movement since the magnets that connect the platform with the metric scale are sensitive to excessive displacements.

Following the protocol, the length of the lower limbs was measured before the test, with the patients in the orthostatic position, using a tape measure, following the reference of the anterosuperior iliac crest to the medial malleolus. The limb length was used to normalise the measurements of the OctoBalance® (Gonzalo-Skok et al., 2015; 2017).

Before the test, the patients were instructed on the evaluation process. Three measures were taken in each diagonal of familiarisation of the movements, respecting a rest of 30 seconds between them. Then, three more measurements were performed, and all these values were used as results.

The evaluation was performed in four diagonals for each member: 1) Anterior; 2) Medial; 3) Posteromedial; 4) Posterolateral. For the initial performance of the tests, a distance of 20 centimetres was adopted, being able to be reduced to 10 centimetres for those that presented more difficulties.

For greater fidelity, the evaluations were carried out by a single evaluator, and an assistant was responsible for writing the values in an evaluation form. Through the three replicates of each diagonal, the final values were calculated. The average of the values collected in each direction was divided by the length of the member corresponding to each side evaluated and finally multiplied by 100 (Equation 1).

$$LBT = \left(\frac{(r1 + r2 + r3)/3}{LL} \right) \times 100 \quad (1)$$

Equation 1 shows the LBT representing the range value relative to the length of the evaluated lower limb, “r” is the range value for each repetition, and LL is the length of the lower limb.



Figure 1. Octobalance®.

Suspension system

The suspension system was created after previous attempts with no success to perform the test with this population due to their difficulties. This problem has suggested the creation of a suspension system.

This system has two pulleys fixed to the ceiling with a rope of support, with a distance of one meter between them. At one end of the rope, there is an adjustable vest to be worn by the patient, and at the other end, there is a weight with 10% of the body weight placed in the form of washers. Figure 2 shows the scheme used for the suspension system.

Initially, the patients remained in the orthostatic position. During the evaluation, they were instructed to leave their hands on their waist, so they did not interfere with the upper limbs. The evaluation was done with the movement of the lower limb contralateral to what was being evaluated, pushing the metric scale to the maximum distance reached. First, the right lower limb was evaluated, followed by the left one, with an interval of 1 minute between them. In this way, when the right lower limb was evaluated, it remained in contact with the platform, with support on the black arrow of OctoBalance® (OctoBalance, Check your Motion, Albacete, Spain), and the left limb performed the diagonal anterior movement (red arrow), medial movement (grey arrow), posteromedial movement (blue arrow) and posterolateral (white arrow).

The test was considered invalid when the patient did not obey the following recommendations: 1) do not push the platform abruptly; 2) maintain the balance during the test and be able to return to the initial position; 3) keep the

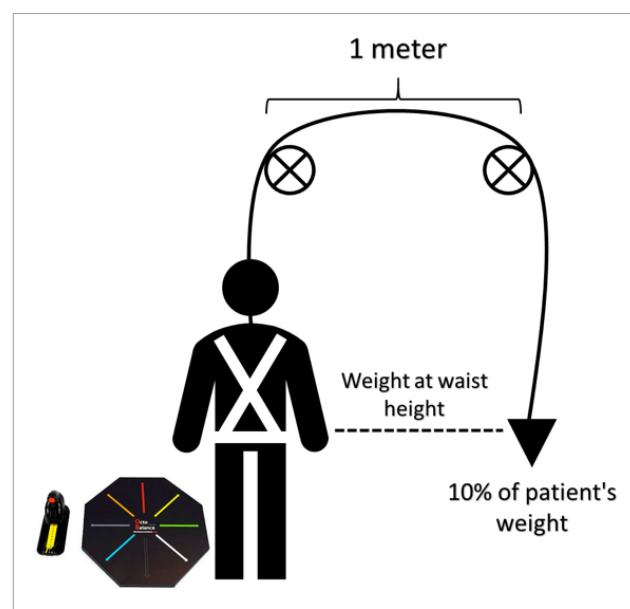


Figure 2. Scheme showing how the body weight reduction system with weight suspension was performed.

movement rectilinear and diagonally, not loosening the movable platform; 4) keep the hand at waist height; 5) remain the heel of the evaluated limb always supported on the platform.

Statistical analysis

The SPSS software version 22.0 was used for the statistical tests. The data collected were expressed by the mean and standard deviation. The Shapiro-Wilk test was performed to verify normality. The student's T-Test was performed to verify the possibility of a difference between the groups and to mischaracterize the reproducibility. As for reproducibility indicators, the interclass correlation index (ICI) was calculated using the calculation suggested by Koo and Li (2016). ICI values were considered small when presented up to 0.25, considered low when presented between 0.26 and 0.49, considered moderate between 0.50 and 0.69, considered high between 0.70 and 0.89 and considered very high above 0.90, according to a previous study (Jonson & Gross, 1997). The calculation of the Coefficient of Variation was performed according to the Wang, Olson, and Protas (2002) study with Equation 2:

$$SD = \text{standard deviation (diff)}/\text{mean (av1)}*100 \quad (2)$$

For the calculation of the estimated standard error (EEE), Equation 3:

$$EEE = SD \times \sqrt{1 - ICI} \quad (3)$$

and the minimum detectable change (MDD) with 95% confidence interval by Equation 4:

$$MDD = 1,96 \times \sqrt{2 \times EEE} \quad (4)$$

Bland-Altman Graphs were used for visual verification of the agreement between the means. The value of $p < 0.05$ was adopted as statistical significance.

RESULTS

A total of 30 female individuals with a diagnosis of knee osteoarthritis (age= 59.7 ± 11.1 years old, body weight= 76.2 ± 15.2 kg, height= 1.6 ± 0.1 m and body mass index= 30.7 ± 6.6) participated in the research. The evaluations performed between the first and second day showed no statistical differences (p -value between 0.09 and 0.84), showing that the learning effect was contemplated previously.

The flowchart of the individuals is shown in Figure 3.

The reliability tests performed demonstrated a very high interclass correlation through the ICI and CV values with

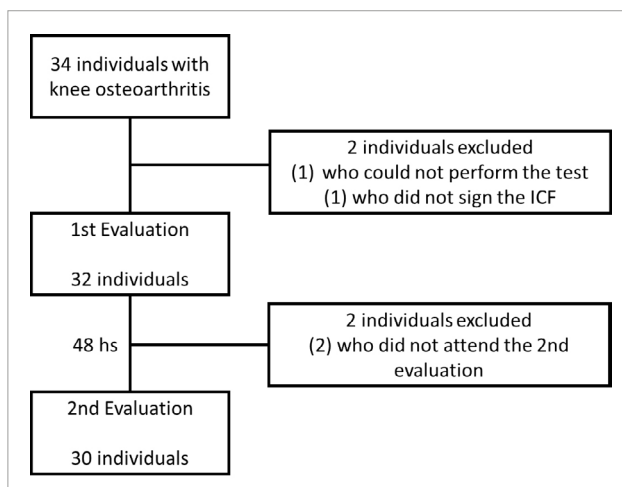


Figure 3. Volunteer flowchart.

a low variation for all the evaluated movements. The EEE and MDD calculations showed positive responses for greater reliability. The values are shown in Table 1.

The Bland-Altman graphs showed agreement between the means, presented in Figure 4. A bias range close to zero and an acceptable agreement interval between the evaluations and practically all patients evaluated within the confidence limits were observed.

DISCUSSION

This study aimed to verify the reproducibility of the Lower Body Test performed with Octobalance®, for individuals with knee osteoarthritis. The main finding of this study was the confirmation of reproducibility with suggested adaptation, verified by high values of ICI, low CV, and good agreement, and Bland-Altman charts were considered satisfactory.

Reproducibility studies have proved sufficiently capable of demonstrating the efficacy of similar tests (Plisky et al., 2009; Murray, Salvatore, Powell, & Reed-Jones, 2014). There is variability between how many repetitions are necessary to obtain good results in the literature. Unlike Gribble, Tucker, and White (2007), who performed 3 replicates at one-week intervals, this study showed reliable results with only two replicates within a 48-hour interval between them, potentially being simpler and more agile in obtaining results (Gribble et al., 2007). Also, the study by Kanko et al. (2019) showed the same for the same population studied but with another balance test.

Performing only two repetitions can be explained through the adaptive neuromuscular process of the patients. Also, emotional factors such as fear may have been reduced, increasing safety and overcoming ability. During the reproducibility of the 6-minute walk test, several authors (Redelmeier,

Table 1. Lower body test values.

Movements	1 st day	2 nd day	1 st and 2 nd day				
	Mean± SD	Mean± SD	p	ICI	CV	EEE	MDD
Anterior – R	49.94± 4.6	47.64± 3.7	0.16	0.90	5.3%	0.79	2.46
Anterior – L	48.71± 5.3	49.28± 5.6	0.09	0.97	5.3%	0.28	1.47
Medial – R	51.48± 6.3	52.19± 6.1	0.25	0.93	6.0%	0.82	2.51
Medial – L	51.42± 6.8	52.32± 6.9	0.11	0.96	5.4%	0.55	2.06
Posteromedial – R	60.30± 7.6	61.10± 7.6	0.30	0.93	6.4%	1.02	2.79
Posteromedial – L	60.97± 8.8	60.83± 9.1	0.84	0.96	5.8%	0.71	2.33
Posterolateral – R	51.15± 9.7	52.05± 8.7	0.15	0.97	6.0%	0.53	2.02
Posterolateral – L	50.68± 10.8	51.41± 10.6	0.09	0.99	4.2%	0.21	1.28

R: right; L: left; SD: standard deviation; p: T-test, ICI: interclass correlation index; CV: coefficient of variation; EEE: estimative standard error; MDD: minimum difference detectable.

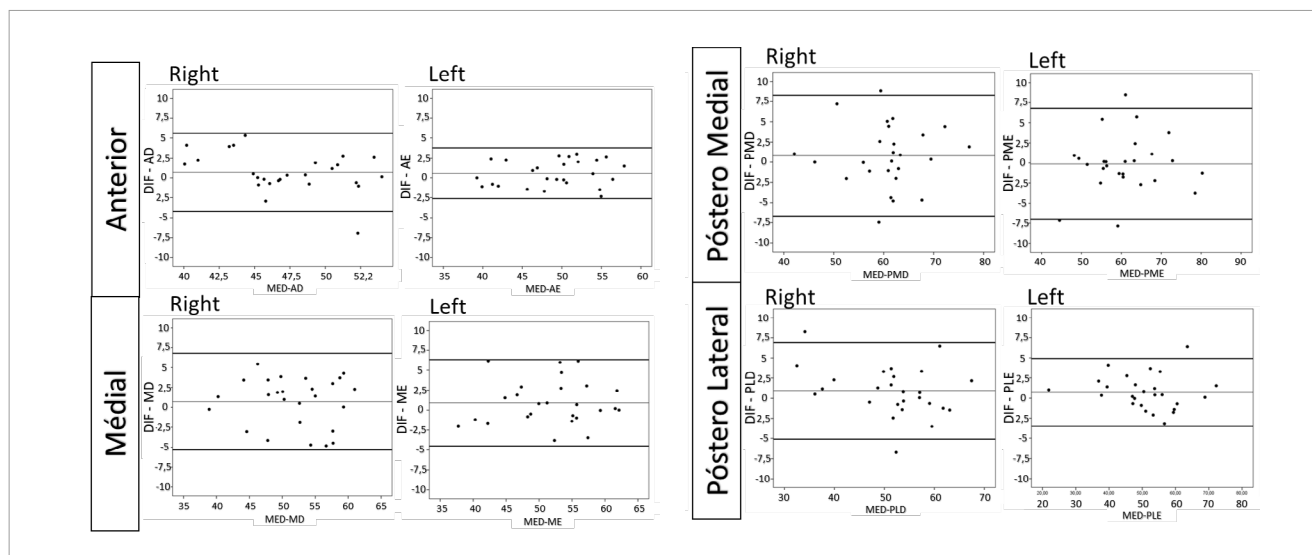


Figure 4. Visualisation of Bland-Altman for the differences and averages between the evaluations obtained by the UBT.

Bayoumi, Goldstein, & Guyatt, 1997; Rodrigues, Viegas, & Lima, 2002; Lacasse, Goldstein, Lasserson, & Martin, 2006) showed that it is possible to obtain good results with two tests, and there is no statistically significant difference between them through the learning process.

Another relevant factor was the characteristics of this sample, which had mostly individuals with high BMI. A recent study showed that being overweight is directly linked to a deficit of balance and, consequently, functionality, making it essential to adapt to this study. Also, senescence is directly related to the advancement of osteoarthritis and loss of function, as seen in the studies of Rebelatto, Calvo, Orejuela, and Portillo (2006) and Shane Anderson and Loeser (2010).

Among the analyses carried out, the values of the minimum detectable difference were highlighted that despite not generating

reproducibility indicators, they demonstrated important data for clinical and labour practice (Haley & Fragala-Pinkham, 2006; Paço & Cruz, 2011). Therefore, through a reassessment with this instrument for individuals with knee osteoarthritis, satisfactory modifications will only be demonstrated with clinical improvements and values above the MDD.

CONCLUSIONS

It is reproducible to perform the Lower Body Test with the Octobalance® platform to evaluate the dynamic balance of lower limbs in women with knee osteoarthritis.









It was also possible to identify values of minimum detectable difference, values to be used as a form of prognosis and improvement of these individuals.

REFERENCES

- Ahlbäck, S. (1968). Osteoarthrosis of the knee: a radiographic investigation. *Acta Radiologica: Diagnosis, Suppl.* 277, 7-72.
- Alnahdi, A., Zeni, J., & Snyder-Mackler, L. (2012). Muscle impairments in patients with knee osteoarthritis. *Sports Health*, 4(4), 284-292. <https://doi.org/10.1177/1941738112445726>
- Burgos-Vargas, R., Cardiel, M., Loyola-Sánchez, A., Abreu, M., Pons-Estel, B., Rossignol, M., Avouac, B., Ferraz, M. B., Halhol, H. (2014). Characterisation of knee osteoarthritis in Latin America. A comparative analysis of clinical and health care utilisation in Argentina, Brazil, and Mexico. *Reumatología Clínica*, 10(3), 152-159. <https://doi.org/10.1016/j.reuma.2013.07.013>
- Coudeyre, E., Jegu, A., Giutanini, M., Marrel, J., Edouard, P., & Pereira, B. (2016). Isokinetic muscle strengthening for knee osteoarthritis: A systematic review of randomised controlled trials with meta-analysis. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 59(3), 207-215. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2016.01.013>
- Cramer, J., Quintero, M., Rhinehart, A., Rutherford, C., Nasyoany, A., May, J., & Baker, R. (2017). Exploration of score agreement on a modified upper quarter y-balance test kit as compared to the upper quarter y-balance test. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 12(1), 117-124.
- Gonzalo-Skok, O., Serna, J., Rhea, M., & Marín, P. (2015). Relationships between functional movement tests and performance tests in young elite male basketball players. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(5), 628-638.
- Gonzalo-Skok, O., Serna, J., Rhea, M., & Marín, P. (2017). Age differences in measures of functional movement and performance in highly youth basketball players. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 12(5), 812-821.
- Gribble, P., Hertel, J., & Plisky, P. (2012). Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review. *Journal of Athletic Training*, 47(3), 339-357. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-47.3.08>
- Gribble, P., Tucker, W., & White, P. (2007). Time-of-day influences on static and dynamic postural control. *Journal of Athletic Training*, 42(1), 35-41.
- Haley, S., & Fragala-Pinkham, M. (2006). Interpreting change scores of tests and measures used in physical therapy. *Physical Therapy*, 86(5), 735-743.
- Jonson, S., & Gross, M. (1997). Intraexaminer reliability, interexaminer reliability, and mean values for nine lower extremity skeletal measures in healthy naval midshipmen. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 25(4), 253-263. <https://doi.org/10.2519/jospt.1997.25.4.253>
- Kanko, L., Birmingham, T., Bryant, D., Gillanders, K., Lemmon, K., Chan, R., Postic, M., Giffin, J. (2019). The star excursion balance test is a reliable and valid outcome measure for patients with knee osteoarthritis. *Osteoarthritis and Cartilage*, 27(4), 580-585. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2018.11.012>
- Keys, G., Carr, A., Miller, R., & Goodfellow, J. (1992). The radiographic classification of medial gonarthrosis – Correlation with operation methods in 200 knees. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 63(5), 497-501. <https://doi.org/10.3109/17453679209154722>
- Kim, H., Yun, D., Yoo, S., Kim, D., Jeong, Y., Yun, J., Hwang, D. G., Jung, P. K., Choi, S. (2011). Balance control and knee osteoarthritis severity. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 35(5), 701-709. <https://dx.doi.org/10.5535/2Farm.2011.35.5.701>
- Koo, T., & Li, M. (2016). A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *Journal of Chiropractic Medicine*, 15(2), 155-163. <https://doi.org/10.1016%2Fj.jcm.2016.02.012>
- Lacasse, Y., Goldstein, R., Lasserson, T., & Martin, S. (2006). Pulmonary rehabilitation for chronic obstructive pulmonary disease. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, (4), CD003793. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd003793.pub2>
- Loures, F., Góes, R., Labronici, P., Barretto, J., & Olej, B. (2016). Avaliação do índice de massa corporal como fator prognóstico na osteoartrose do joelho. *Revista Brasileira de Ortopedia*, 51(4), 400-404. <https://doi.org/10.1016/j.rbo.2015.08.007>
- Martins, R., Gonçalves, R., Mayer, A., & Schiviski, C. (2014). Reliability and reproducibility of six-minute walk test in healthy children. *Fisioterapia e Pesquisa*, 21(3), 279-284. <https://doi.org/10.590/1809-2950/92221032014>
- McAlindon, T., Bannuru, R., Sullivan, M., Arden, N., Berenbaum, F., Bierna-Zeinstra, S., Hawker, G. A., Henrotin, Y., Hunter, D. J., Kawaguchi, H., Kwoh, K., Lohmander, S., Rannou, F., Roos, E. M., Underwood, M. (2014). OARSI guidelines for the non-surgical management of knee osteoarthritis. *Osteoarthritis and Cartilage*, 22(3), 363-388. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2014.01.003>
- Minshull, C., & Gleeson, N. (2017). Considerations of the principles of resistance training in exercise studies for the management of knee osteoarthritis: a systematic review. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 98(9), 1842-1851. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.02.026>
- Murray, N., Salvatore, A., Powell, D., & Reed-Jones, R. (2014). Reliability and validity evidence of multiple balance assessments in athletes with a concussion. *Journal of Athletic Training*, 49(4), 540-549. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-49.3.32>
- Paço, M., & Cruz, E. (2011). Fiabilidade intra-observador, erro de medida e diferença mínima detectável do weight-bearing lunge-test e do teste de deslizamento posterior do astrágalo em indivíduos com história de entorse do tornozelo. *Ifisioonline*, 2(2), 25-31.
- Plisky, P., Gorman, P., Butler, R., Kiesel, K., Underwood, F., & Elkins, B. (2009). The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. *North American Journal of Sports Physical Therapy*, 4(2), 92-99.
- Rebelatto, J., Calvo, J., Orejuela, J., & Portillo, J. (2006). Influência de um programa de atividade física de longa duração sobre a força muscular manual e a flexibilidade corporal de mulheres idosas. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 10(1), 127-132. <https://doi.org/10.1590/S1413-35552006000100017>
- Redelmeier, D., Bayoumi, A., Goldstein, R., & Guyatt, G. (1997). Interpreting small differences in functional status: the Six Minute Walk test in chronic lung disease patients. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 155(4), 1278-1282. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.155.4.9105067>
- Rodrigues, S., Viegas, C., & Lima, T. (2002). Efetividade da reabilitação pulmonar como tratamento coadjuvante da doença pulmonar obstrutiva crônica. *Jornal de Pneumologia*, 28(2), 65-70. <https://doi.org/10.1590/S0102-35862002000200002>
- Shane Anderson, A., & Loeser, R. (2010). Why is osteoarthritis an age-related disease? Best practice & research. *Clinical Rheumatology*, 24(1), 15-26. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2009.08.006>
- Takacs, J., Krowchuk, N., Goldsmith, C., & Hunt, M. (2017). Factor analysis of the community balance and mobility scale in individuals with knee osteoarthritis. *Physiotherapy Research International*, 22(4), S106. <https://doi.org/10.1002/pri.1675>
- Tamura, T., Otaka, Y., Konno, S., Sadashima, K., Tomatsu, T., & Machida, S. (2016). The impaired balance systems identified by the BESTest in older patients with knee osteoarthritis. *PM&R*, 8(9), 869-875. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2016.02.002>
- Wang, C., Olson, S., & Protas, E. (2002). Test-retest strength reliability: hand-held dynamometry in community-dwelling elderly fallers. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83(6), 811-815. <https://doi.org/10.1053/apmr.2002.32743>



Physical activity levels and mental illness risk in elderly women during COVID-19

Samuel Gonçalves Almeida da Encarnação¹ , Osvaldo Costa Moreira² ,
Beatriz Woyames Ferreira de Castro Pinto¹ , Cíntia Neves de Miranda¹ ,
Daniele Pereira da Silva Araújo¹ , Felipe Soares Tomaz Pereira¹ , Sthéfany Lemos Fazolo¹ ,
Miguel Araujo Carneiro-Júnior^{1*} 

ABSTRACT

This research aimed to verify the effect of the COVID-19 pandemic on mental illness risk (MIR) and confirm the association of PA levels with MIR in elderly women during the COVID-19 pandemic. This experimental longitudinal study involved 44 elderly women aged 67.3 ± 5.3 years. The SRQ-20 and IPAQ were applied from February 2020 to February 2021, prior to the onset and during the pandemic. Significant increase (242%) of positive responses to MIR between the two periods ($p = 0.002$, February: 7 vs August: 17, $\chi^2(1) = 8.51$; $p = 0.003$, $RR = 3.02$). Regarding PA levels, there was a significant increase (566%) with a large effect size (ES) in the number of elderly women with low PA levels, from 3 in February to 20 in August, $p = 0.0001$, $V = 1$. There was a significant reduction (450%) with high ES of 18 elderly women with high levels of PA from February to 4 in August, $p = 0.0001$, $V = 1$. An inverse correlation was identified, with moderate ES between the levels of MIR and PA during the pandemic, $r = -0.40$, $R^2 = 0.16$. The COVID-19 pandemic caused an increase in the MIR of elderly women with a moderate inverse association with PA levels during the COVID-19 pandemic.

KEYWORDS: mental health; ageing; COVID-19 pandemic; physical inactivity.

INTRODUCTION

With the arrival of the pandemic of COVID-19 (Coronavirus Disease 2019) in Brazil, the virus has become a factor of illness for countless people, especially the elderly. This population is not only a risk group for COVID-19 but several other illnesses, such as some related to mental health (Ornell, Schuch, Sordi, & Kessler, 2020).

However, physical detachment was the primary preventive measure implemented by public health authorities, which, along with numerous other recurrent anxiogenic and stressful situations in the pandemic, may be factors responsible for an increase in mental/emotional suffering and mental disorders associated with the age group (WHO, 2019; Brooks et al., 2020). Among the several complicating factors, physical inactivity is mentioned as being a negative factor for the mental health of the elderly

(Jurakić, Pedišić, & Greblo, 2010). Evidence has revealed that the pandemic environment is worrying because it reduces physical activity levels (PA levels), which contributes to an acceleration in deleterious processes associated with ageing and the progression of chronic diseases (Davies et al., 2019).

Besides, physical exercise in groups is considered by the elderly as a motivating and socialising moment, which contributes to mental health and quality of life. However, these practices are not feasible in the pandemic context, being a demotivating factor for the elderly to remain active at home and may put the mental health of these people at risk (Goethals et al., 2020). In this context, we identified the need to assess if the COVID-19 pandemic changed the level of physical activity in a group of elderly women and if these changes would affect their mental health.

¹Universidade Federal de Viçosa, Department of Physical Education – Viçosa (MG), Brazil.

²Universidade Federal de Viçosa, Institute of Biological Science and Health – Florestal (MG), Brazil.

*Corresponding author: Department of Physical Education, Universidade Federal de Viçosa, Avenida P. H. Rolfs, s/nº – Campus Universitário – CEP: 36570-900 – Viçosa (MG), Brazil. E-mail: miguel.junior@ufv.br

Conflict of interests: nothing to declare. **Funding:** Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG). **Received:** 04/24/2021. **Accepted:** 09/10/2021.

Thus, the purpose of this study was to verify the effect of the COVID-19 pandemic on PA levels and mental illness risk (MIR) in elderly women and the association between these variables. We hypothesise that the COVID-19 pandemic will reduce the PA levels and increase the MIR of elderly women, and this worsening of mental health will be related to the decrease in physical activity practice.

METHODS

Subjects

This was an experimental, longitudinal study in which 44 elderly women with an average age of 67.3 ± 5.3 years were selected for convenience. The project was approved by the Human Research Ethics Committee of the Universidade Federal de Viçosa (UFV) (CAAE: 60303716.1.0000.5153). All elderly women agreed to participate in the study voluntarily.

Study protocol

For data collection, the Self-Reporting Questionnaire (SRQ-20) was used, which is validated in Brazil to screen MIR in primary care (Mari & Williams, 1986). The SRQ-20 consists of 20 dichotomous questions (yes or no), where the final score ≥ 7 points to the assessed subject's MIR. The PA levels were verified by applying the international physical activity questionnaire (IPAQ) validated for the Brazilian elderly (Benedetti et al., 2008). The instruments were applied in the form of interviews in two moments: in person (February 2020), just before the pandemic, and by telephone (August 2020) 20 weeks after implementing the social distance measures imposed to control the spreading of COVID-19. Figure 1 shows the flow chart of the follow-up of the study.

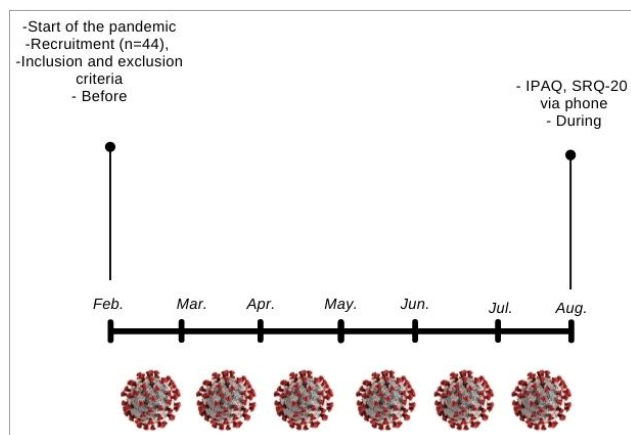


Figure 1. Flowchart showing the follow up of the study.

Statistical analysis

For the analysis of dichotomous data from MIR, we used the McNemar test. To calculate the effect size (ES), we used the relative risk (RR). For categorical LAP data, we applied the chi-square test (χ^2). To calculate ES, we used Cramér's V (V). Pearson's bivariate linear correlation (r) was carried out between PA levels and MIR data in the moments before (February 2020) and during the pandemic (August 2020). To complement the ES of Person's r , the determination coefficient (R^2) was used to explain the percentage variation in the correlation between MIR and PA levels. The $ES \geq 0.10$ (small), ≥ 0.30 (moderate), and ≥ 0.50 (large) were considered for all analyses, according to Cohen's standardisation (Cohen, 2013). The level of significance adopted for all analyses was $p < 0.05$. The R version 4.1.0 program was used with the help of Rstudio (Field et al., 2012).

RESULTS

There was a significant increase (128%) in the number of elderly women with ≥ 7 positive responses for the incidence of MIR between the two analysed periods ($\chi^2 (1) = 8.51$; $p = 0.003$), going from 7 in February 2020, to 16 in August 2020. Also, there was an $RR = 3.02$.

As for PA levels, changes were observed in the relative frequencies of elderly women in each physical activity category between the time before and during the pandemic, with a significant increase of 566% with a large ES from 3 elderly women with low PA levels in February to 20 in August, $p = 0.0001$, $V = 1$. Consequently, there was a significant reduction of 450% with large ES from 18 elderly women with high PA levels in February to 4 with high PA levels in August, $p = 0.0001$, $V = 1$ (Figure 2). There was no change ($p > 0.05$) in the moderate PA levels between the moments.

The results also showed an inverse correlation, with moderate ES between MIR and PA levels during the pandemic, $p = 0.01$, $r = -0.40$, $R^2 = 0.16$ (Table 1), indicating that the decrease in PA levels increased the MIR indicators. No association was found between the MIR and the PA levels of elderly women before the pandemic ($p > 0.05$).

DISCUSSION

With advancing age, PA levels tend to decrease, and this behaviour is associated with reduced quality of life and increased depressive symptoms in the elderly (Prakash, Voss, Erickson, & Kramer, 2015). In contrast, regular physical exercise is effective for improving body composition and biochemical profile, strengthening the immune system, preventing

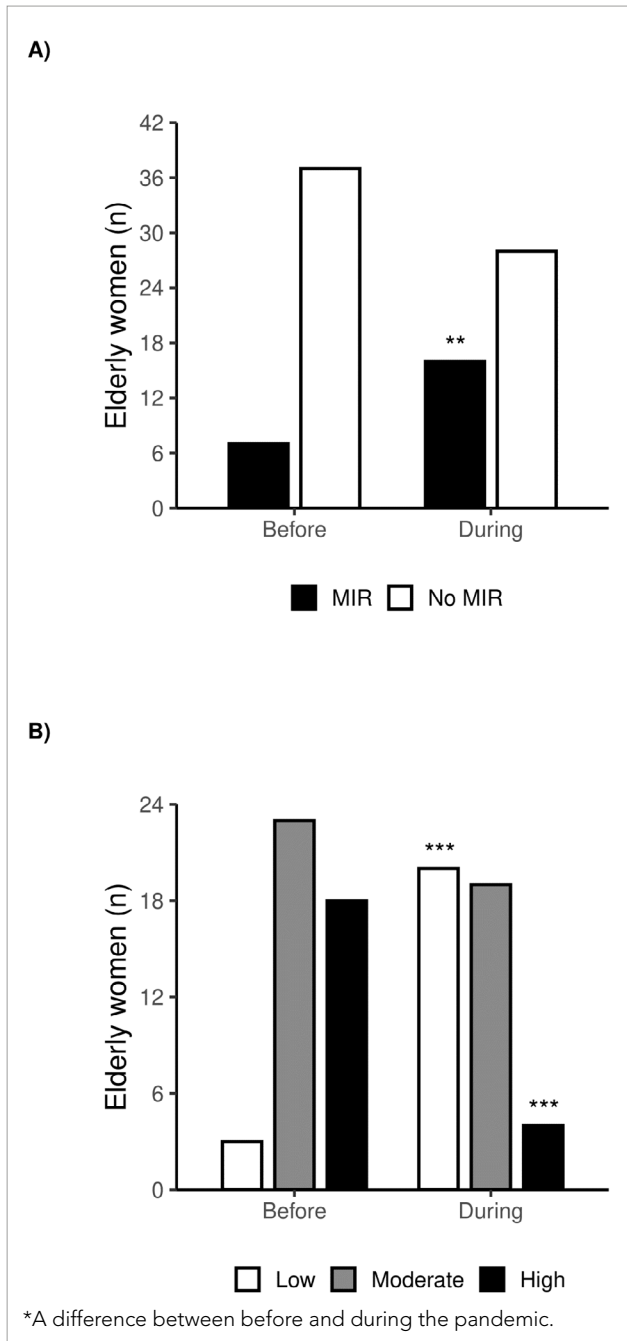


Figure 2. Data are in absolute values. (A) Incidence of MIR in elderly women before and during the COVID-19 pandemic. MIR, increased risk for MIR before and during the pandemic, No MIR, no risk for MIR before and during the pandemic, Low, low PA levels before and during the pandemic, Moderate, moderate PA levels before and during the pandemic, High, high PA levels before and during the pandemic ** significant increase in the number of elderly women at MIR between before and during the Covid-19 pandemic ($\chi^2(1) = 8.51; p = 0.002, RR = 3.02$). (B) PA levels of elderly women before and during the COVID-19 pandemic. *** increase and decrease in the PA levels of elderly women between before and during the Covid-19 pandemic, $\chi^2(1) = 15.06, p = 0.0001, V = 1$.

and attenuating chronic diseases, increasing autonomy and independence, in addition to reducing the incidence of falls and early mortality in elderly individuals (McKinnon et al., 2017; Davies et al., 2019; Nieman 2020).

Public health authorities worldwide have implemented social distance as a primary measure to mitigate the spreading and fatal cases caused by COVID-19, which in the case of people over 70 is approximately 20% higher than in young adults, regardless of general health status (Onder, Rezza, e Brusaferrero, 2020). Despite the prevention of the spreading, in the present study, social distance collaborated so that the group of elderly women with low PA levels increased by 566%. It is known that the social factor is important for elderly people to remain active, as this group prefers to practice physical exercise accompanied, thus being a motivational factor for better adherence (Davies et al., 2019).

It is known that prolonged periods with low PA levels imply the progression of sarcopenia, fragility, and disability, in addition to the onset and worsening of chronic diseases, which in turn are associated with cognitive deficits, deteriorating mental health, and quality of life, as early mortality in the elderly. Thus, a possible continuous and negative cycle of physical and mental complications that can affect the elderly in a multifactorial manner is perceived (Cruz-Jentoft et al., 2019; Holmes et al., 2020).

In addition to the physical/functional benefits, physical activity has shown positive effects on the mental health of the elderly, as in Lok, Lok, and Canbaz (2017), who identified an improvement in the quality of life, vitality, and reduction of depressive symptoms in 40 elderly people, aged 65 and over, after 10 weeks of a physical exercise program, consisting of 10 minutes of general warm-ups, 20 minutes of rhythmic exercises, and 30 minutes of walking at self-controlled intensity, performed 4 times a week.

In the present study, a 3.02-fold higher risk of elderly women who have mental illness during the pandemic was identified compared to before the onset. In addition, PA levels had a moderate inverse association $r = -0.40$ with MIR. Several authors explain that elderly people with low PA levels have higher rates of stress, anxiety and depression, in addition

Table 1. Correlation between the incidence of MIR and the PA levels of elderly women during the COVID-19 pandemic.

	↓ PA levels	↑ MIR	t	p-value	R ²
↓ PA levels	1	-0,40	-2,624	0,01	-0,16
↑ MIR	-0,40	1			

↓: low PA levels during the pandemic, ↑: MIR: increased MIR during the pandemic; t: value of Pearson's correlation t statistic; $p < 0.05$; R²: coefficient of determination.

to having lower levels of quality of life and vitality than their counterparts with higher PA levels, showing the importance of keeping physically active along the course of life (Milanović et al., 2014; Abizanda et al., 2015; Daimiel et al., 2020).

Also, staying physically active is considered a low-cost strategy and without the side effects of traditional treatments with anxiolytic and antidepressant drugs, as well as helping in moments of loneliness caused by physical distance, being a viable long-term strategy to preserve the mental health of older people during the COVID-19 pandemic (Demont-Heinrich, 2009; Gujral et al., 2019; Goethals et al., 2020).

This study has some limitations, such as a small number of participants selected from a specific location in Brazil, which limits the power to make more significant inferences for the general population. However, even with a limited sample, we believe that it portrays reality well, given the current importance and relevance of the topic. This study also reinforces the importance of public authorities in developing remote strategies to keep the elderly population physically active during the COVID-19 pandemic and thus prevent further damage to these people's physical and mental health.

CONCLUSIONS

The COVID-19 pandemic caused an increase in MIR in elderly women that had an inverse association of moderate magnitude with PA levels, indicating a direct relationship between the decrease of PA levels and the increase of MIR. The findings indicate that the decrease in exercise levels caused by the restrictions of the pandemic contributed to the worsening of the mental health of elderly women. In practical applications, this study reinforces the positive impact of an active lifestyle on the mental health of elderly women.

REFERENCES









- Abizanda, P., López, M. D., García, V. P., Estrella, J. de D., da Silva González, Á., Vilardell, N. B., & Torres, K. A. (2015). Effects of an oral nutritional supplementation plus physical exercise intervention on the physical function, nutritional status, and quality of life in frail institutionalized older adults: the ACTIVNES study. *Journal of the American Medical Directors Association*, 16(5), 439.e9-439.e16. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2015.02.005>
- Benedetti, T. B., Mazo, G. Z., & Barros, M. de. (2004). Aplicação do questionário internacional de atividades físicas para avaliação de mulheres idosas: validade concorrente e reprodutibilidade teste-reteste. *Revista Brasileira Ciência e Movimento*, 12(1), 25-34. <https://doi.org/10.18511/rbcm.v12i1.538>
- Brooks, S. K., Webster, R. K., Smith, L. E., Woodland, L., Wessely, S., Greenberg, N., & Rubin, G. J. (2020). The psychological impact of quarantine and how to reduce it: rapid review of the evidence. *Lancet*, 395(10227), 912-920. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30460-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30460-8)
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2ª ed). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203771587>
- Cruz-Jentoft, A. J., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyère, O., Cederholm, T., Cooper, C., Landi, F., Rolland, Y., Sayer, A. A., Schneider, S. M., Sieber, C. C., Topinkova, E., Vandewoude, M., Visser, M., Zamboni, M., European Working Group on Sarcopenia in Older People 2, & Extended Group for European Working Group on Sarcopenia in Older People 2. (2019). Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*, 48(1), 16-31. <https://doi.org/10.1093/ageing/afy169>
- Daimiel, L., Martínez-González, M. A., Corella, D., Salas-Salvadó, J., Schröder, H., Vioque, J., Romaguera, D., Martínez, J. A., Wärnberg, J., Lopez-Miranda, J., Estruch, R., Cano-Ibáñez, N., Alonso-Gómez, A., Tur, J. A., Tinahones, F. J., Serra-Majem, L., Micó-Pérez, R. M., Lapetra, J., Galdón, A., Pintó, X., ..., Ordovás, J. M. (2020). Physical fitness and physical activity association with cognitive function and quality of life: baseline cross-sectional analysis of the PREDIMED-Plus Trial. *Scientific Reports*, 10(1), 3472. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-59458-6>
- Davies, K. A. B., Pickles, S., Sprung, V. S., Kemp, G. J., Alam, U., Moore, D. R., Tahrani, A. A., & Cuthbertson, D. J. (2019). Reduced physical activity in young and older adults: metabolic and musculoskeletal implications. *Therapeutic Advances in Endocrinology and Metabolism*, 10, 1-15. <https://doi.org/10.1177/2042018819888824>
- Demont-Heinrich, C. (2009). The associations between physical activity, mental health and quality of life: A population-based study. *Colorado Health Watch*, 7(1), 1-4.
- Field, A., Miles, J., & Field, Z. (2012). *Discovering statistics using R*. Sage, London.
- Goethals, L., Barth, N., Guyot, J., Hupin, D., Celarier, T., & Bongue, B. (2020). Impact of home quarantine on physical activity among older adults living at home during the COVID-19 pandemic: qualitative interview study. *JMIR Aging*, 3(1), e19007. <https://doi.org/10.2196/19007>
- Gujral, S., Aizenstein, H., Reynolds, C. F., Butters, M. A., Grove, G., Karp, J. F., & Erickson, K. I. (2019). Exercise for depression: a feasibility trial exploring neural mechanisms. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*, 27(6), 611-616. <https://doi.org/10.1016/j.jagp.2019.01.012>
- Holmes, E. A., O'Connor, R. C., Perry, V. H., Tracey, I., Wessely, S., Arseneault, L., Ballard, C., Christensen, H., Silver, R. C., Everall, I., Ford, T., John, A., Kabir, T., King, K., Madan, I., Michie, S., Przybylski, A. K., Shafran, R., Sweeney, A., Wortham, C. M., ..., & Bullmore, E. (2020). Multidisciplinary research priorities for the COVID-19 pandemic: a call for action for mental health science. *The Lancet Psychiatry*, 7(6), 547-560. [https://doi.org/10.1016/S2215-0366\(20\)30168-1](https://doi.org/10.1016/S2215-0366(20)30168-1)
- Jurakić, D., Pedišić, Z., & Greblo, Z. (2010). Physical activity in different domains and health-related quality of life: a population-based study. *Quality of Life Research*, 19(9), 1303-1309. <https://doi.org/10.1007/s11136-010-9705-6>
- Lok, N., Lok, S. & Canbaz, M. (2017). The effect of physical activity on depressive symptoms and quality of life among elderly nursing home residents: randomized controlled trial. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 70, 92-98. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2017.01.008>
- Mari, J. de J., & Williams, P. (1986). A validity study of a psychiatric screening questionnaire (SRQ-20) in primary care in the city of Sao Paulo. *The British Journal of Psychiatry*, 148(1), 23-26. <https://doi.org/10.1192/bjp.148.1.23>
- McKinnon, N. B., Connelly, D. M., Rice, C. L., Hunter, S. W., & Doherty, T. J. (2017). Neuromuscular Contributions to the Age-Related Reduction in Muscle Power: Mechanisms and Potential Role of High Velocity Power Training. *Ageing Research Reviews*, 35, 147-154. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2016.09.003>

- Milanović, Z., Pantelić, S., Trajković, N., Sporiš, G., Kostić, R., & James, N. (2013). Age-related decrease in physical activity and functional fitness among elderly men and women. *Clinical Interventions in Aging*, 8, 549-556. <https://doi.org/10.2147/CIA.S44112>
- Nieman, D.C. (2020). Coronavirus disease-2019: a tocsin to our aging, unfit, corpulent, and immunodeficient society. *Journal of Sport and Health Science*, 9(4), 293-301. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.05.001>
- Onder, G., Rezza, G., & Brusaferro, S. (2020). Case-fatality rate and characteristics of patients dying in relation to COVID-19 in Italy. *JAMA*, 323(18), 1775-1776. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.4683>
- Ornell, F., Schuch, J. B., Sordi, A. O., & Kessler, F. H. P. (2020). Pandemia de medo e COVID-19: impacto na saúde mental e possíveis estratégias. *Revista Debates em Psiquiatria*, 10(2), 12-17. <https://doi.org/10.25118/2236-918X-10-2-2>
- Prakash, R. S., Voss, M. W., Erickson, K. I., & Kramer, A. F. (2015). Physical Activity and Cognitive Vitality. *Annual Review of Psychology* 66, 769-797. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010814-015249>
- World Health Organization (WHO). (2019). Mental disorders. World Health Organization. Retrieved from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mental-disorders>



Análise da aptidão física com a utilização de exergames em jovens futebolistas e não futebolistas: um estudo piloto

Analysis of physical fitness using exergames in young soccer players and non-players: a pilot study

Márcio Getirana-Mota^{1,2*} , Ângelo de Almeida Paz¹ , Lúcio Marques Vieira-Souza^{1,3} ,
Ricardo Santos Matos² , José Lucas Santos Rosa² , Lúcio Flávio Gomes Ribeiro da Costa^{4,5} ,
Luan José Lopes Teles^{1,2} , Felipe José Aidar¹ 

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi identificar se a utilização do exergames pode auxiliar na melhora da aptidão física através do Burpee, como também, analisar se os exergames podem melhorar a agilidade e a percepção espaço-temporal em jovens jogadores de futebol e não jogadores. Esta pesquisa tem caráter exploratório descritivo com análise quali-quantitativa dos dados. Os participantes do estudo foram crianças (10,8± 1,8 anos). Para essa amostra, foi observado que o exergames não promoveu aumento significativo da aptidão física (Grupo 1 × Grupo 2= IC95% (-6,39–6,59), $p > 1,00$; Grupo 3 × Grupo 4= IC95% (-1,27–3,47), $p > 1,00$). Em contrapartida, o exergames promoveu melhora significativa da agilidade e da percepção espaço-temporal para o grupo 2 (Agilidade Pré × Pós: $Z = -2,828$; $p = 0,05$; Percepção espaço-temporal Pré × Pós: $Z = -2,828$; $p = 0,05$). Depreendemos que os exergames não proporciona melhora da aptidão física em jovens jogadores de futebol, e que também não proporcionou melhoras na agilidade ou na percepção espaço-temporal. Porém, para o público não atleta, houve melhora significativa para a agilidade e percepção espaço-temporal.

PALAVRAS-CHAVE: exergames; performance esportiva; futebol; adolescente.

ABSTRACT

The objective of this research was to identify whether the use of exergames can help improve physical fitness through Burpee and analyse whether exergames can improve agility and spatial-temporal perception in young soccer players and non-players. This is a descriptive exploratory research with qualitative-quantitative data analysis. Participants were children (10.8 ± 1.8 years). For this sample, it was observed that exergames did not promote a significant increase in physical fitness (Group 1 × Group 2= 95%CI (-6.39–6.59), $p > 1.00$; Group 3 × Group 4= 95%CI (-1.27–3.47), $p > 1.00$). In contrast, exergames promoted a significant improvement in agility and spatiotemporal perception for group 2 (Agility Pre × Post: $Z = -2.828$; $p = 0.05$; Spatiotemporal perception Pre × Post: $Z = -2.828$; $p = 0.05$). We understand that exergames did not improve physical fitness in young soccer players and that they also did not provide improvements in agility or spatiotemporal perception. However, for the non-athlete public, there was a significant improvement in agility and spatial-temporal perception.

KEYWORDS: exergames; sports performance; soccer; adolescent.

INTRODUÇÃO

Atualmente, a atividade física regular se faz necessário para se manter um estilo de vida físico e mental saudável. Inúmeras diretrizes reforçam essa necessidade a exemplo

do American College of Sports Medicine. Para tal, um programa de exercícios deve incluir trabalhos cardiorrespiratórios, resistência, flexibilidade e treinamento neuromotor, além das atividades da vida diária (Garber et al., 2011). Entretanto,

¹Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós-Graduação em Educação Física – São Cristóvão (SE), Brasil.

²Universidade Tiradentes, Curso de Educação Física – Aracaju (SE), Brasil.

³Universidade do Estado de Minas Gerais, Curso de Educação Física – Passos (MG), Brasil.

⁴Universidade Tiradentes, Programa de Pós-Graduação em Saúde e Ambiente – Aracaju (SE), Brasil.

⁵Centro Universitário do Rio São Francisco, Curso de Educação Física – Paulo Afonso (BA), Brasil.

*Autor correspondente: Rua Maria Alves de Souza Oliveira, 153, Santos Dumont – CEP: 49087-446 – Aracaju (SE), Brasil. E-mail: marcio_getirana@hotmail.com

Conflito de interesses: nada a declarar. **Financiamento:** Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Recebido: 10/05/2021. **Aceite:** 03/12/2021.

A Organização Mundial da Saúde, insistentemente revela que a inatividade física é o maior problema de saúde pública do século XXI (Trost, Blair, & Khan, 2014). Aliado a esse fato, aspectos como motivação, tempo, fatores comportamentais e ambientais, bem como a falta de dinamismo dos exercícios comuns. São as principais razões para a persistência desse problema (Trost, Owen, Bauman, Sallis, & Brown, 2002). Diante dessa situação, vários stakeholders têm proposto conceitos e alternativas mais atraentes e eficazes de treinamento com o intuito de reduzir essas barreiras mencionadas anteriormente e proporcionar uma maior adesão ao treinamento como também um período mais longo de atividade sem interrupção, e uma das possibilidades seriam os exergames (Marshall & Linehan, 2020).

Para Oh e Yang (2010), essa modalidade requer esforço físico a qual seus movimentos são controlados por movimentos corporais. Estes tem sido ofertado como alternativa de treinamento mais atrativas e com eficácia. Diversos autores indicam que os exergames têm o potencial de promover o aumento da aptidão física/cognitiva, resistência, força e coordenação (Benzing, Heinks, Eggenberger, & Schmidt, 2016; Kari, 2017; Mura, Carta, Sancassiani, Machado, & Prosperini, 2018; Stojan & Voelcker-Rehage, 2019) além de promover o aumento da adesão de treino pelos seus praticantes. Motivação e maior envolvimento são os aspectos que mais proporcionam a esta modalidade uma maior aceitação pelos os usuários (Martin-Niedecken, Rogers, Turmo Vidal, Mekler, & Márquez Segura, 2019; Tondello, Mora, Marczewski, & Nacke, 2019). Além disso, o exergame atente as mais diversar populações-alvo (Kappen, Mirza-Babaei, & Nacke, 2019; Martin-Niedecken & Schättin, 2020).

Para a pratica esportiva, em especial o futebol, alguns padrões diferem entre as necessidades da pratica de atividade física em relação ao desempenho esportivo. O desempenho para essa modalidade requer ações de alta intensidade tais como, corrida, salto, sprints, aceleração e desaceleração (Dugdale, Arthur, Sanders, & Hunter, 2019). Com a evolução da modalidade, houve também aumento das demandas do jogo, assim, os jogadores precisam manter um alto nível das capacidades físicas, das habilidades técnicas e táticas (Asian Clemente et al., 2019).

Juntamente com a crescente evolução do futebol, vários métodos de treinamento físico surgiram na tentativa de proporcionar melhores desempenhos para os atletas em vários níveis de atuação dentro da modalidade (Comfort, Stewart, Bloom, & Clarkson, 2014; Beato, Bianchi, Coratella, Merlini, & Drust, 2018; Pardos-Mainer, Lozano, Torrontegui-Duarte, Cartón-Llorente, & Roso-Moliner, 2021). Porém, a utilização do exergames como um método de treinamento para a

performance ainda não está clara, tendo a grande maioria das produções científicas se preocupado em analisar o funcionamento cognitivo, reabilitação e desempenho funcional de idosos entre outros.

Diante do exposto, temos como hipótese que a utilização do exergames possa aumentar o nível de aptidão física entre os jovens futebolistas e que promova melhoras tanto na agilidade quanto na percepção espaço-temporal. No entanto, esta pesquisa tem como objetivo identificar se a utilização do exergames melhora a aptidão física avaliada através do Burpee, como também analisar se os exergames podem melhorar a agilidade e a percepção espaço-temporal em jovens jogadores de futebol e não jogadores.

MÉTODOS

Esta pesquisa foi realizada em cinco semanas onde a primeira semana foi destinada a familiarização dos protocolos e assinatura dos termos de assentimento livre e esclarecido (TALE) como também o termo consentimento livre e esclarecido (TCLE) assinados pelos responsáveis legais dos menores e pelos participantes. As demais semanas foram destinadas as intervenções. Foram realizadas duas intervenções semanalmente com intervalo de 48 h entre cada intervenção. A Figura 1 apresenta o desenho experimental desta pesquisa.

Trata-se de um estudo exploratório descritivo com análise quali-quantitativa. Os participantes envolvidos no estudo foram jovens futebolistas e não futebolistas com faixa etária de 8 a 14 anos.

Todos os procedimentos foram realizados conforme a Resolução 466/2012 da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) do Conselho Nacional de Saúde e os princípios éticos da última versão da Declaração de Helsinque (Associação Médica Mundial). Esta pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade Sete de Setembro (FASETE) e aprovado com o seguinte parecer 3.697.216.

Amostra

A amostra foi composta por conveniência com um N de 40 jovens do sexo masculino com idade entre 8 a 14 ($10,8 \pm 1,8$ anos). Destes, 20 crianças não praticavam esportes e 20 eram praticantes de uma escolinha de futebol regularmente.

A amostra foi dividida em dois grupos e dois subgrupos de intervenção. Foram criados os seguintes grupos: Não Praticantes de futebol (NPF) e Praticantes de Futebol (PF), após a criação dos dois grupos, foi realizado um sorteio e a criação de dois subgrupos para cada grupo com 10 participantes, estes com intervenção do Burpee e do Exergames.

Sendo assim, foi criado os seguintes grupos de intervenções: Grupo 1= NPF-Burpee (NPFB), Grupo 2= NPF- Burpee e Exergames (NPFBE), Grupo 3= PF-Burpee (PFB) e Grupo 4= PF-Burpee e Exergames (PFBE). Na Tabela 1, está descrito a caracterização da amostra por cada grupo.

Instrumentos

Foi utilizado um Console X Box 360 (360 slim, Microsoft) com Kinect Sports (futebol) para a intervenção do exergames e um projetor de tela (Flexinter Lcd 1280 X720p HD 3500 Lumens Led, Lúmen) para a projeção das imagens do jogo em uma parede de cor branca impossibilitando contrastes das imagens e sem iluminação capaz de atrapalhar a visão dos avaliados.

Para a avaliação da aptidão física, foi utilizado o exercício Burpee, eram computados quantos movimentos corretos os indivíduos realizavam em 60 segundos.

Para as variáveis agilidade e percepção espaço temporal, foi criada uma planilha e a partir da percepção dos pesquisadores era dada pontuações: 1 (ruim), 2 (bom) e 3 (muito bom). Foi designado dois avaliadores permanente para o acompanhamento dos grupos desde o início até o final das intervenções.

Para a avaliação antropométrica dos sujeitos, foi utilizada uma trena da marca “123Útil” (FR237 12 mm × 50 m) e uma balança digital Multilaser (HC022) com capacidade máxima de 180 kg.

Procedimentos

As intervenções foram realizadas 2 vezes por semana com intervalo de 48 h entre cada intervenção por um período de 4 semanas.

Para a realização do burpee, foi seguido o protocolo de execução descrito por (Podstawski, 2019). Os indivíduos foram submetidos a um tempo de 60 segundos de execução e encorajados a realizarem o máximo de repetições possíveis.

As partidas do exergames tinham duração de 15 minutos cada jogo. Apenas 2 crianças jogavam por partida uma contra a outra.

Para os grupos NPFBE e PFBE, que continha burpee e exergames, as intervenções eram realizadas no mesmo turno do dia. Sempre obedecendo a ordem dos exercícios conforme descrito no grupo e com um tempo de descanso de no mínimo 15 minutos entre a execução do burpee e do exergames.

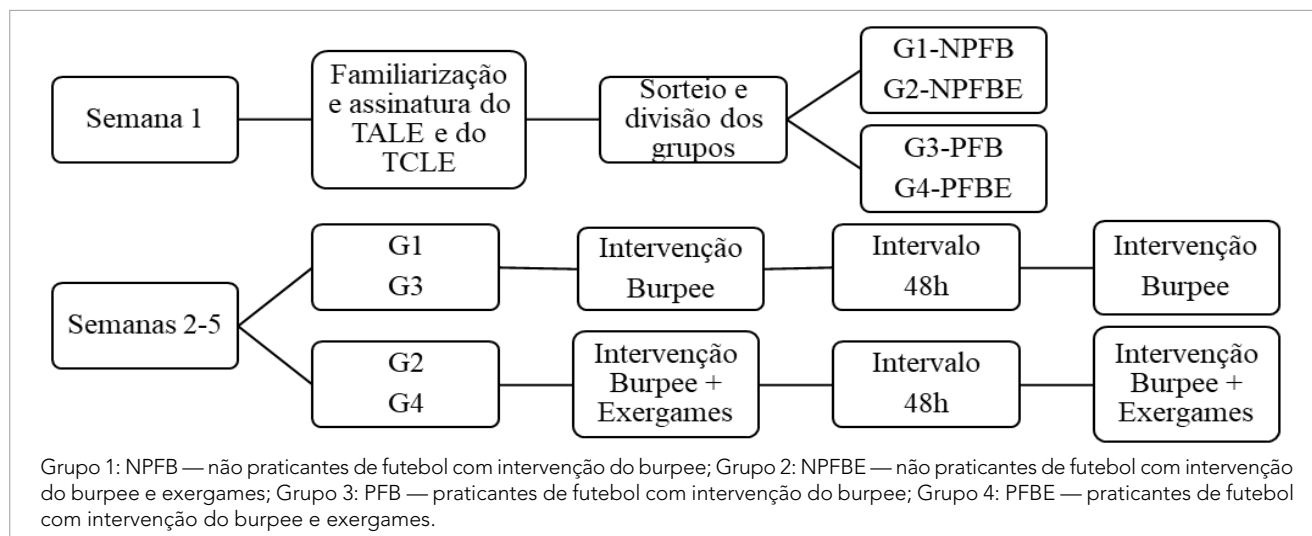


Figura 1. Desenho experimental.

Tabela 1. Caracterização da amostra.

Grupo (N)	Característica	Idade± DP		EST± DP		MCT± DP	
Grupo 1-NPFB (10)	Burpee	9,7	0,9	1,42	0,09	38,4	10,2
Grupo 2-NPFBE(10)	Burpee e Exergames	9,5	1,2	1,41	0,07	35,7	7,2
Grupo 3-PFB(10)	Burpee	11,6	1,6	1,46	0,06	44,0	6,5
Grupo 4-PFBE(10)	Burpee e Exergames	12,6	1,6	1,51	0,10	53,5	7,9

EST: estatura; MCT: massa corporal total; DP: desvio padrão.

Análise estatística

Foi realizada a estatística descritiva com medidas de tendência central, média (X) \pm desvio padrão (DP). Para a verificação da normalidade das variáveis foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk, tendo em vista o tamanho da amostra. Para a avaliação do burpee intragrupos foi utilizado o teste t de Student, já para a avaliação intergrupos foi utilizado a Anova Two Way com post-hoc de Bonferroni considerando-se a significância para $p \leq 0,05$. Para as variáveis agilidade e percepção espaço-temporal, foi utilizado o teste de Wilcoxon, tendo em vista que as variáveis não atenderam ao teste de normalidade. O tratamento estatístico foi computado através do software Statistical Package for the Social Science-SPSS 22.0 da IBM.

RESULTADOS

A Tabela 2, são apresentados os dados referentes ao desempenho do burpee. Pode-se observar que todos os grupos apresentaram diferenças significativas entre o pré e o pós-intervenção.

Ao se comparar os resultados do Burpee intergrupos na Tabela 3, observa-se que não há diferença significativa entre o Grupo 1 e o Grupo 2, como também não há diferença significativa entre os Grupos 3 e 4. Porém, quando comparado os grupos 1 e 2 \times 3 e 4. Observa-se diferença significativa ($p < 0,05$).

Esses resultados sugerem que a prática do Futebol é um fator diferencial no que diz respeito à evolução no Burpee, pois apenas os Grupos 3 e 4 praticavam a modalidade e obtiveram os melhores resultados com o Burpee. Quando comparado o grupo 3 com o 4. Não houve diferença significativa. Reafirmando que a evolução do burpee, não sofreu alteração pelo exergames ($p = 0,92$).

Na Tabela 4 são apresentadas as comparações intra e inter-pares dos grupos 2,4 e 2 \times 4 através da avaliação empírica dos avaliadores.

O exergames promoveu aumento significativo para o grupo 2, em ambas as variáveis. Para o grupo 4, a intervenção com exergame não influenciou significativamente. Pressupondo que

o exergames não surte efeito em jovens futebolista. A análise intergrupos revela que não há diferença entre os grupos 2 \times 4 nos momentos pré \times pós intervenção (Tabela 4).

Tabela 3. Comparação entre os resultados do teste de Burpee intergrupos[#].

Variável dependente	(I) GRUPOS	(J) GRUPOS	IC95%	Sig.
Burpee	Grupo 1	Grupo 2	(-6,39–6,59)	1,00
		Grupo 3	(-18,60–5,59)	0,01*
		Grupo 4	(-16,97–5,02)	0,01*
	Grupo 2	Grupo 1	(-6,59–6,39)	1,00
		Grupo 3	(-15,36–9,03)	0,001*
		Grupo 4	(-14,48–7,71)	0,001*
	Grupo 3	Grupo 1	(5,59–18,60)	0,01*
		Grupo 2	(9,03–15,36)	0,001*
		Grupo 4	(-1,27–3,47)	0,92
	Grupo 4	Grupo 1	(5,02–16,97)	0,01*
		Grupo 2	(7,71–14,48)	0,001*
		Grupo 3	(-3,47–1,27)	0,92

[#]Resultados comparativos obtidos através do teste ANOVA Two Way e post-hoc de Bonferroni; IC95%: intervalo de confiança de 95%; Sig.: significância ($p \leq 0,05$).

Tabela 4. Comparação entre os resultados intra e inter-grupos dos Exergames para agilidade e percepção espaço-temporal*.

	Pares	Pré-Pós	Z	Sig
	Par 1	Agilidade (G2)	-2,828	0,05*
	Par 2	Percepção Espaço-Temporal (G2)	-2,828	0,05*
	Par 3	Agilidade (G4)	-2,070	0,38
	Par 4	Percepção Espaço-Temporal (G4)	-2,271	0,23
Momento	Pares		Z	Sig
Pré	Par 1	Agilidade (G2xG4)	-1,890	0,59
	Par 2	Percepção Espaço-Temporal (G2xG4)	-1,134	0,25
Pós	Par 1	Agilidade (G2xG4)	-1,265	0,20
	Par 2	Percepção Espaço-Temporal (G2xG4)	-1,342	0,18

*Resultados comparativos obtidos através do teste Não Paramétrico Wilcoxon; G2: Grupo 2; G4: Grupo 4; Z: teste de Wilcoxon; Sig: significância ($p \leq 0,05$).

Tabela 2. Comparação entre os resultados do Burpee intragrupos (pré - pós)[#].

Pares	Pré-Pós	Média	DP	t	IC95%	DF	Sig
Par 1	Burpee (G1)	-7,0	3,36	-6,57	(-9,40–4,59)	9	0,001*
Par 2	Burpee (G2)	-11,6	3,47	-10,57	(-14,08–9,11)	9	0,001*
Par 3	Burpee (G3)	-14,3	3,52	-12,81	(-16,82–11,77)	9	0,001*
Par 4	Burpee (G4)	-11,7	3,88	-9,51	(-14,48–8,91)	9	0,001*

[#]Resultados comparativos obtidos através do teste t de Student; G1: Grupo 1; G2: Grupo 2; G3: Grupo 3; G4: Grupo 4; DP: desvio padrão; t: teste t de Student; IC95%: intervalo de confiança de 95%; DF: grau de liberdade; Sig.: significância ($p \leq 0,05$).

DISCUSSÃO

Esta pesquisa teve como objetivo identificar se o exergames pode melhorar a aptidão física como também, avaliar de forma empírica se o mesmo tem a capacidade de melhorar a agilidade e a percepção espaço-temporal de jovens entre 8 a 14 anos praticantes e não praticantes de futebol. Nossos resultados indicam que o exergames não induziu adaptações significativas para a aptidão física. Apesar de todos os grupos terem evoluídos conforme a Tabela 2, quando comparado os dados intergrupos (Tabela 3), os grupos 1 × 2 e 3 × 4. Não houve diferença significativa. Porém, quando comparado o 3 e 4 × 1 e 2, houve uma diferença significativa no desempenho a favor do grupo praticante de futebol (Tabela 3). Flynn et al. (2018), identificaram que tanto meninos quanto meninas aumentaram em 28% a condição cardiorrespiratória após uma intervenção de 6 semanas com o uso do exergames. Vale destacar que a amostra utilizada pelos autores não era praticante de nenhuma modalidade esportiva. Nossos resultados são apoiados pelo trabalho de McDonough, Pope, Zeng, Lee e Gao (2018), os autores identificaram que o exergames não promoveu aumento significativo do metabólico de trabalho (MET) quando comparado com a esteira rolante em universitários.

A utilização de exergames parece não influenciar diretamente variáveis de força ou de cunho cardiorrespiratório. Bronner, Pinsker, Naik e Noah (2016) e Perrin et al. (2019) reportam que apesar dos exergames aumentar a frequência cardíaca, o MET não sofre alterações significativas. Alguns fatores podem influenciar diretamente o desenvolvimento dessas variáveis. Tais fatores como; densidade mineral óssea (Almeida-Neto et al., 2021a), massa magra (Almeida-Neto et al., 2021d), Liberação hormonal (Almeida-Neto et al., 2021b; Almeida-Neto et al., 2020c) e tempo de treinamento (Guimarães, Ramos, Janeira, Baxter-Jones, & Maia, 2019; Fernandes, López-Plaza, Correas-Gómez, Gomes, & Alacid, 2021), podem influenciar diretamente o desempenho seja da força muscular ou a condição cardiorrespiratória em jovens. Porém, destes fatores apresentados, o tempo de treinamento e a liberação hormonal talvez seja a explicação para que nosso trabalho não encontra-se diferenças significativas na melhora da aptidão física em jovens futebolistas com o uso do exergames.

Essas suposições podem ser apoiadas ainda com os dados da Tabela 3. Pois os não praticantes de futebol obtiveram piores resultados. Ou seja, independente da utilização do exergames, a prática específica do burpee durante as 4 semanas teve resultado significativo (Tabela 2), surgindo então a hipótese de que os grupos 3 e 4 só obtiveram melhores resultados por conta da prática regular de futebol. Isso se

confirma quando analisamos os grupo 3 × 4, eles não diferem significativamente entre si. Em relação a liberação hormonal, podemos observar que na Tabela 1, a média de idade difere entre os grupos, sendo maior para os praticantes de futebol que talvez já tenham maturados e possam desfrutar de mais hormônios que os demais. Estas hipóteses são sustentadas pelos trabalhos apresentados por Marta et al. (2016) e Mota et al. (2021). O primeiro ao comparar a força explosiva de membros superiores e inferiores em jovens entre 11 a 17 anos praticantes e não praticantes de esportes. Identificou que os padrões de força não diferem entre praticantes e não praticantes de esportes, seja em relação aos membros superiores ou inferiores. Já o segundo, conclui que os efeitos dos hormônios são manifestados durante a puberdade e que durante a pré-puberdade, pode haver ganho de estatura, mas esses ganhos não são acompanhados por aumento de músculos, o que impacta diretamente na força.

Em contra partida, vários trabalhos relatam que a utilização do exergames promove maior aceitação entre os avaliados que os exercícios tradicionais (Zeng, Pope, & Gao, 2017; McDonough, Pope, Zeng, Lee, & Gao, 2018; Perrin et al., 2019; Shafer, Carbonara, & Korpi, 2019; McDonough, Pope, Zeng, Liu, & Gao, 2020).

No tocante a avaliação do exergames sobre a agilidade e a percepção espaço-temporal, a Tabela 4 demonstra que o grupo 2 evoluiu significativamente em ambas as variáveis quando comparados os momentos pré e pós. A agilidade é caracterizada por uma mudança de direção sem a perda de equilíbrio (Sheppard & Young, 2006). Foi possível observar que durante as intervenções, principalmente na primeira semana, os sujeitos tiveram um desempenho ruim segundo as avaliações empíricas dos avaliadores, e ao passo que as intervenções foram avançando, foi possível identificar uma melhora substancial dos participantes em especial os participantes que não praticavam futebol (Tabela 4). Greco e Benda (1998). Fala que a percepção espaço-temporal é melhorada com o treinamento. Entendendo que o grupo 2, eram crianças que não praticavam esportes, fica claro o motivo da evolução do grupo. A partir do momento que foram submetidos a um treinamento (exergames) por 4 semanas, as crianças conseguiram melhorar sua percepção espaço-temporal. Esses resultados são apoiados por diversos trabalhos na literatura, a utilização dos exergames parece influenciar diretamente a agilidade e a percepção espaço-temporal (Page, Barrington, Edwards, & Barnett, 2017; Smits-Engelsman, Jelsma, & Ferguson, 2017; Liu, Zeng, McDonough, & Gao, 2020; Smits-Engelsman, Bonney, & Ferguson, 2021).

Durante a realização desta pesquisa, surgiram limitações. Não foi possível fazer o controle de variáveis que podem ou

não interferir negativamente nos resultados encontrados, principalmente quando avaliado a aptidão física. Tais variáveis como tempo de treinamento e Liberação hormonal, podem influenciar diretamente nos desfechos desta pesquisa. É para tal, são necessários testes que exigem maior recurso financeiro. É preciso mais estudos sobre o tema que controlem estas variáveis para que se possa analisar com precisão se os exergames podem ser utilizados como ferramenta para a aptidão física de jovens atletas futebolistas. Pois, sua utilização parecer ser melhor empreendida como ferramenta contra o sedentarismo.

CONCLUSÃO










Através dos resultados expostos por essa pesquisa, depreendemos que os exergames não proporciona melhora da aptidão física em jovens jogadores de futebol, e que também não proporcionou melhoras na agilidade ou na percepção espaço-temporal. Porém, para o público não atleta, houve melhora significativa para a agilidade e percepção espaço-temporal.

REFERÊNCIAS

- Almeida-Neto, P. F., Arrais, R. F., de Matos, D. G., Cesário, T. M., Bulhões-Correia, A., Silva, L. F., Aidar, F. J., Santana, E. E., Dantas, P. M. S., & Cabral, B. G. (2021a). The influence of biological maturation and neuromuscular performance on peak bone mineral density in children. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 61(6), 829-835. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.20.11497-X>
- Almeida-Neto, P. F., de Matos, D. G., Pinto, V., Dantas, P., Cesário, T. M., da Silva, L. F., Bulhões-Correia, A., Aidar, F. J., & Cabral, B. (2020b). Can the neuromuscular performance of young athletes be influenced by hormone levels and different stages of puberty? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(16), 5637. <https://doi.org/10.3390/ijerph17165637>
- Almeida-Neto, P. F., de Matos, D. G., Pinto, V. C., Oliveira, V. M., Medeiros, R. C., Jeffreys, I., Dantas, P., Aidar, F. J., & Cabral, B. G. (2021c). Idade biológica, testosterona e estradiol como fatores discriminantes dos níveis de força muscular em jovens atletas. *Diário da Medicina Esportiva e Aptidão Física*. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.21.12158-9>
- Almeida-Neto, P. F., de Medeiros, R., de Matos, D. G., Baxter-Jones, A., Aidar, F. J., de Assis, G. G., Dantas, P., & Cabral, B. (2021d). Lean mass and biological maturation as predictors of muscle power and strength performance in young athletes. *PLoS One*, 16(7), e0254552. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0254552>
- Asian Clemente, J. A., Requena, B., Jukic, I., Nayler, J., Hernández, A. S., & Carling, C. (2019). Is physical performance a differentiating element between more or less successful football teams? *Sports*, 7(10), 216. <https://doi.org/10.3390/sports7100216>
- Beato, M., Bianchi, M., Coratella, G., Merlini, M., & Drust, B. (2018). Effects of plyometric and directional training on speed and jump performance in elite youth soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(2), 289-296. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002371>
- Benzing, V., Heinks, T., Eggenberger, N., & Schmidt, M. (2016). Acute cognitively engaging exergame-based physical activity enhances executive functions in adolescents. *PLoS One*, 11(12), e0167501. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167501>
- Bronner, S., Pinsker, R., Naik, R., & Noah, J. A. (2016). Physiological and psychophysiological responses to an exer-game training protocol. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(3), 267-271. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.03.003>
- Comfort, P., Stewart, A., Bloom, L., & Clarkson, B. (2014). Relationships between strength, sprint, and jump performance in well-trained youth soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(1), 173-177. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318291b8c7>
- Dugdale, J. H., Arthur, C. A., Sanders, D., & Hunter, A. M. (2019). Reliability and validity of field-based fitness tests in youth soccer players. *European Journal of Sport Science*, 19(6), 745-756. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1556739>
- Fernandes, R. A., López-Plaza, D., Correias-Gómez, L., Gomes, B. B., & Alacid, F. (2021). The importance of biological maturation and years of practice in kayaking performance. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(16), 8322. <https://doi.org/10.3390/ijerph18168322>
- Flynn, R. M., Staiano, A. E., Beyl, R., Richert, R. A., Wartella, E., & Calvert, S. L. (2018). The influence of active gaming on cardiorespiratory fitness in black and Hispanic youth. *Journal of School Health*, 88(10), 768-775. <https://doi.org/10.1111/josh.12679>
- Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I., Nieman, D. C., & Swain, D. P. (2011). American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(7), 1334-1359. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213fefb>
- Greco, J. P., & Benda, N. R. (1998). *Iniciação esportiva universal: da aprendizagem motora ao treinamento técnico*. UFMG.
- Guimarães, E., Ramos, A., Janeira, M. A., Baxter-Jones, A., & Maia, J. (2019). How does biological maturation and training experience impact the physical and technical performance of 11-14-year-old male basketball players? *Sports*, 7(12), 243. <https://doi.org/10.3390/sports7120243>
- Kappen, D. L., Mirza-Babaei, P., & Nacke, L. E. (2019). Older adults' physical activity and exergames: a systematic review. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 35(2), 140-167. <https://doi.org/10.1080/10447318.2018.1441253>
- Kari, T. (2017). *Promoting physical activity and fitness with exergames: updated systematic review of systematic reviews*. IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-1817-4.ch013>
- Liu, W., Zeng, N., McDonough, D. J., & Gao, Z. (2020). Effect of active video games on healthy children's fundamental motor skills and physical fitness: a systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21), 8264. <https://doi.org/10.3390/ijerph17218264>
- Marshall, J., & Linehan, C. (2020). Are exer-games exercise? a scoping review of the short term effects of exertion games. *IEEE Transactions on Games*, 13(2), 160-169. <https://doi.org/10.1109/TG.2020.2995370>
- Marta, C., Casanova, N., Fonseca, T., Vila-Chã, C., Esteves, P. T., Carvalhal, M. I. M., Marques, M. C., & Marinho, D. A. (2016). Efeito das variáveis biológicas, socioculturais e motoras na prestação do lançamento em crianças pré-pubertárias. *Journal Motricidade*, 12(1), 83-95. <https://doi.org/10.6063/motricidade.6294>
- Martin-Niedecken, A. L., & Schättin, A. (2020). Let the body'n'brain games begin: toward innovative training approaches in esports athletes. *Frontiers in Psychology*, 11, 138. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00138>
- Martin-Niedecken, A. L., Rogers, K., Turmo Vidal, L., Mekler, E. D., & Márquez Segura, E. (2019). Exercube vs. personal trainer: evaluating a holistic, immersive, and adaptive fitness game setup. Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 68, pp. 1-15. <https://doi.org/10.1145/3290605.3300318>

- McDonough, D. J., Pope, Z. C., Zeng, N., Lee, J. E., & Gao, Z. (2018). Comparison of college students' energy expenditure, physical activity, and enjoyment during exergaming and traditional exercise. *Journal of Clinical Medicine*, 7(11), 433. <https://doi.org/10.3390/jcm7110433>
- McDonough, D. J., Pope, Z. C., Zeng, N., Liu, W., & Gao, Z. (2020). Comparison of college students' blood pressure, perceived exertion, and psychosocial outcomes during virtual reality, exergaming, and traditional exercise: an exploratory study. *Games for Health Journal*, 9(4), 290-296. <https://doi.org/10.1089/g4h.2019.0196>
- Mota, M. G., Solidade, T. V., Junior, J. A. S. L., Freitas, A. V., Jesus, J. B., & Santos, T. P. (2021). Análise da potência muscular em jovens atletas e não atletas. In L. M. V. Souza (Ed.), *Atividade física, esporte e saúde: temas emergentes* (pp. 163-174). RFB. Retrieved from: https://d545c17b-f3d5-41c9-bf28-a48acf4c19a8.filesusr.com/ugd/baca0d_166c6d9e06184069bc2f78929740943a.pdf
- Mura, G., Carta, M. G., Sancassiani, F., Machado, S., & Prosperini, L. (2018). Active exergames to improve cognitive functioning in neurological disabilities: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 54(3), 450-462. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.17.04680-9>
- Oh, Y., & Yang, S. (2010). Defining exergames & exergaming. *Proceedings of Meaningful Play*, 21-23.
- Page, Z. E., Barrington, S., Edwards, J., & Barnett, L. M. (2017). Do active video games benefit the motor skill development of non-typically developing children and adolescents: A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(12), 1087-1100. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.05.001>
- Pardos-Mainer, E., Lozano, D., Torrontegui-Duarte, M., Cartón-Llorente, A., & Roso-Moliner, A. (2021). Effects of strength vs. plyometric training programs on vertical jumping, linear sprint and change of direction speed performance in female soccer players: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(2), 401. <https://doi.org/10.3390/ijerph18020401>
- Perrin, T., Faure, C., Nay, K., Cattozzo, G., Sorel, A., Kulpa, R., & Kerhervé, H. A. (2019). Virtual reality gaming elevates heart rate but not energy expenditure compared to conventional exercise in adult males. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(22), 4406. <https://doi.org/10.3390/ijerph16224406>
- Podstawski, R., Markowski, P., Clark, C., Choszcz, D., Ihász, F., Stojiljković, S., & Gronek, P. (2019). International standards for the 3-minute burpee test: high-intensity motor performance. *Journal of Human Kinetics*, 69(1), 137-147. <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0021>
- Shafer, D. M., Carbonara, C. P., & Korpi, M. F. (2019). Factors affecting enjoyment of virtual reality games: a comparison involving consumer-grade virtual reality technology. *Games for Health Journal*, 8(1), 15-23. <https://doi.org/10.1089/g4h.2017.0190>
- Sheppard, J. M., & Young, W. B. (2006). Agility literature review: classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 919-932. <https://doi.org/10.1080/02640410500457109>
- Smits-Engelsman, B., Bonney, E., & Ferguson, G. (2021). Effects of graded exergames on fitness performance in elementary school children with developmental coordination disorder. *Frontiers in Sports and Active Living*, 3, 653851. <https://doi.org/10.3389/fspor.2021.653851>
- Smits-Engelsman, B., Jelsma, L. D., & Ferguson, G. D. (2017). The effect of exergames on functional strength, anaerobic fitness, balance and agility in children with and without motor coordination difficulties living in low-income communities. *Human Movement Science*, 55, 327-337. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2016.07.006>
- Stojan, R., & Voelcker-Rehage, C. (2019). A systematic review on the cognitive benefits and neurophysiological correlates of exergaming in healthy older adults. *Journal of Clinical Medicine*, 8(5), 734. <https://doi.org/10.3390/jcm8050734>
- Tondello, G. F., Mora, A., Marczewski, A., & Nacke, L. E. (2019). Empirical validation of the gamification user types hexad scale in English and Spanish. *International Journal of Human-Computer Studies*, 127, 95-111. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2018.10.002>
- Trost, S. G., Blair, S. N., & Khan, K. M. (2014). Physical inactivity remains the greatest public health problem of the 21st century: evidence, improved methods and solutions using the '7 investments that work' as a framework. *British Journal of Sports Medicine*, 48(3), 169-170. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-093372>
- Trost, S. G., Owen, N., Bauman, A. E., Sallis, J. F., & Brown, W. (2002). Correlates of adults' participation in physical activity: review and update. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(12), 1996-2001. <https://doi.org/10.1097/00005768-200212000-00020>
- Zeng, N., Pope, Z., & Gao, Z. (2017). Acute effect of virtual reality exercise bike games on college students' physiological and psychological outcomes. *Cyberpsychology, Behavior and Social Networking*, 20(7), 453-457. <https://doi.org/10.1089/cyber.2017.0042>

Effects of grouped versus alternating functional training on the shoulder girdle and lumbar-pelvic girdle stability: a randomised controlled trial

Marzo E. da Silva-Grigoletto^{1*} , José C. Aragão-Santos¹ , Alan S. Fontes² ,
Marta S. Santos¹ , Antônio G. Resende-Neto¹ , Marcos Raphael Pereira Monteiro² ,
Edilson S. Cyrino³ , Pedro J. Marin⁴ , David G. Behm⁵ 

ABSTRACT

The present research aimed to verify the effect of 10 weeks of structured FT grouped by muscular actions (GFT) or alternating actions (AFT) on scapular and lumbar-pelvic girdle stability. One hundred and twenty adults (60 men; 60 women) were allocated into three groups, GFT (n= 40) that performed the actions in sequence (squat - squat - pull - pull), AFT (n= 40) that performed alternate actions (squat - pull - squat - pull) and the control group (CG, n= 40). The shoulder girdle and pelvic girdle stability were assessed using the Octobalance Upper Body Test. The GFT increased stability after the intervention and compared to the CG ($p= 0.003$) as assessed by the relative range of the right (ES= 0.53) and left (ES= 0.57) hemispheres. Besides, most results were within the instrument's error value and the magnitude of the effect was moderate to trivial among the experimental groups. Therefore, ten weeks of functional training performed in a grouped sequence promoted improvements in scapular and lumbar-pelvic girdle stability.

KEYWORDS: knee osteoarthritis; balance test; reproducibility.

INTRODUCTION

The lumbar-pelvic-hip complex consists of musculo-skeletal and ligamentous structures that stabilise the spine and pelvis (Chang, Slater, Corbett, Hart, & Hertel, 2017). Moreover, weaknesses and imbalances in the musculoskeletal structures affect pelvic function, as well as the function of the shoulder and adjacent structures (Radwan et al., 2014; Pogetti, Nakagawa, Contecote, & Camargo, 2018). Thus, exercises to improve trunk stability and strength are considered essential in physical training, rehabilitation or

injury prevention programs (Andersson, Bahr, Clarsen, & Myklebust, 2017).

From this perspective, functional training (FT) is a strong alternative to increase strength and trunk stability (Da Silva-Grigoletto et al., 2019; Shahtahmassebi, Hebert, Hecimovich, & Fairchild, 2019), together with improving performance and reducing the incidence of injuries (Distefano, Distefano, Frank, Clark, & Padua, 2013; Mesquita et al., 2019). This method is based on multi-component exercises (agility, balance, endurance, strength and muscle power) integrated in the

¹Universidade Federal de Sergipe, Department of Physical Education – São Cristóvão (SE), Brazil.

²Universidade Federal de Sergipe, Department of Physical Therapy – São Cristóvão (SE), Brazil.

³Universidade Estadual de Londrina, Centro de Educação Física e Esporte, Laboratório de Metabolismo, Nutrição e Exercício – Londrina (PR), Brazil.

⁴CYMO Research Institute – Valladolid, Spain.

⁵Memorial University of Newfoundland, School of Human Kinetics and Recreation – St. John's, Canada.

*Corresponding author: Department of Physical Education, Universidade Federal de Sergipe. R. Arício Guimarães Fortes, 321, Atalaia – CEP: 49037-060 – Aracaju (SE), Brazil.

E-mail: medg@ufs.br

Conflict of interests: nothing to declare. **Funding:** Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

Received: 07/02/2022. **Accepted:** 11/21/2022.

same training session requiring intense activation of trunk stabilizing muscles in tasks similar to activities of daily living, work and sport (La Scala Teixeira et al., 2017; Da Silva-Grigoletto, Resende-Neto, & Teixeira, 2020).

The sequence of exercises for FT can be grouped by muscle actions with exercises that refer to the same functional action in sequence (e.g., squat followed by squat) or alternating, with the functional actions being alternated during the circuit (e.g., squat followed by pushing). The impact of the sequence of FT exercises has not been previously explored.

Impairments in the interaction or integration of trunk, pelvic and scapular muscular coordination can affect functional performance (Tarnanen et al., 2012; Vega Toro, Cools, & Oliveira, 2016). Functional training is a possible strategy to enhance the coordination between trunk, scapular and pelvic girdle in daily actions (Becker et al., 2018). Despite the numerous investigations demonstrating the effectiveness of FT in improving performance in daily activities (De Resende-Neto et al., 2019), its effects on the stability of the shoulder girdle and lumbar-pelvic girdle are still unclear.

Another point is the difficulty in assessing the interaction between the scapular, pelvic and trunk actions due to the complex neuromuscular issues involved. The current tests subject the individual to dynamic challenges for the trunk seeking to bring the tests closer to reality. In this line, the Upper Body Test was validated recently with excellent reproducibility (Gonzalo-Skok, Serna, Rhea, & Marin, 2015), in this test the subject remains in a position of three supports (Bird dog) and with one hand moves the arm in different directions challenging the abdominal muscles and the stability of the scapular and pelvic girdle during movements.

Therefore, we verified, through a new form of evaluation, the effects of functional training either with a grouped or alternating sequence on scapular and pelvic girdle stability in untrained young adults. It was hypothesized that the grouped sequence training would be more effective than the alternating sequence for improving scapular and lumbar-pelvic girdle stability due to increased muscle stress when we group an action (three same exercises consecutively).

METHODS

This was a controlled and randomized trial, lasting 16 weeks. Weeks 1-2 and 15-16 were designed to assess the stability of the shoulder girdle and lumbar-pelvic girdle, weeks 3-4 to familiarize themselves with the exercise program and weeks 5-14 to apply the training protocol. In addition, nutritional monitoring was carried out by recall controlling one of the intervening factors.

Participants

Based on a statistical power analysis (see statistical analysis section) 120 asymptomatic young adults (60 men; 60 women) without restrictions for the practice of high intensity FT were recruited through digital media and randomly allocated to three different groups, according to their initial levels of stability, that's mean both groups there was the same among of individuals stable and unstable. They were allocated to grouped functional training (GFT: $n=40$; 23.8 ± 5 years), alternating functional training (AFT: $n=40$; 25.9 ± 6.4 years) and control group (CG: $n=40$; 24.5 ± 5.14 years). Individuals without recent neurological, cardiac or orthopedic injuries (< 1 year) were included and after the intervention, participants with low attendance (< 85%) or who missed the assessment were removed from the analyses (Figure 1).

The eligible individuals underwent an initial interview to record demographic, behavioral and health status. After clarifying the possible risks and benefits associated with the research, volunteers were asked to sign a Free and Informed Consent Form. This study followed the recommendations proposed by CONSORT (Schulz, Altman, Moher, & CONSORT Group, 2010), was approved by the Research Ethics Committee of the Universidade Federal de Sergipe (053820/2017) and is in accordance with the Declaration of Helsinki for research with humans.

Procedures

Participants completed 30 training sessions, lasting 60 minutes, three times a week and a minimum recovery time of 48 hours between sessions. Each FT session was divided into four blocks. In the first block of each session, the preparation of the movement was performed (10 min), with exercises for mobility of the main joints of the body, activation of the stabilizing muscles of the trunk in addition to coordinating exercises. For core activation, ventral and lateral plank exercises, bridge and bird dog exercise were used (Imai, Kaneoka, Okubo, & Shiraki, 2014). Coordination was stimulated with verbal commands or gestures guided by the instructors, in which the subjects should perform actions of squatting, jumping and moving in the shortest possible time (reaction time), in addition to gait exercises in the frontal and sagittal planes.

The main part of the session was divided into two major circuits (Neuromuscular I and Neuromuscular II), each consisting of six exercises. In neuromuscular I (20 min), the exercises were directed to the agility and muscle power of the lower and upper limbs, through exercises with light or moderate loads performed at high speed of displacement, medicine ball pitches, initially in the transversal plane, with progression to the front.

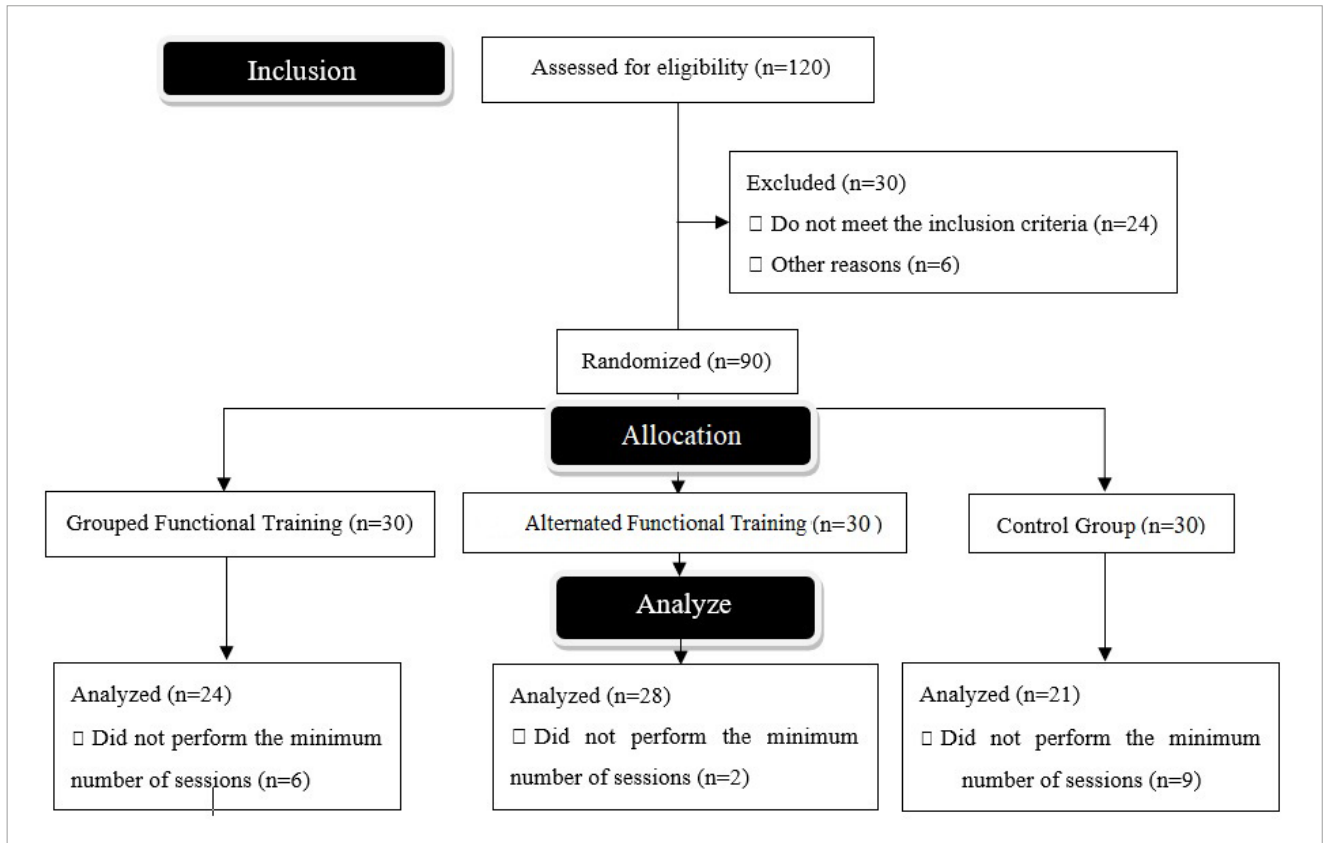


Figure 1. Flowchart.

In neuromuscular II (25 min), the maximum dynamic force was stimulated through the execution of the functional patterns of pushing, pulling, squatting, carrying and their variations. They were used from exercises with body weight and variable resistance, such as push-ups and the action of pushing with elastic bands of different densities and unilaterally. The pull pattern varied between pull-ups (pulls) with the use of suspension straps initially in vertical postures to horizontal positions and the use of elastic and free weights. Finally, the squat pattern used basic bilateral squats to unilateral executions and use of external loads (Olympic bars, kettlebell).

Precisely in neuromuscular II, there was a methodological differentiation in the organization or sequency of exercises in a grouped or alternated patterns by muscular actions. GFT carried out the actions in the following sequence: squat - squat - pull - pull - push - push. On the other hand, AFT performed the exercises alternately as follows: squat - pull - push - squat - pull - push.

The fourth block, cardiometabolic (5 min), consisted of high intensity interval exercises (HIIT), with equal effort and recovery time (density) between the groups, as well as the activities developed (i.e., interval running).

The intensity of the main blocks was monitored and normalized between the groups using the Borg effort scale (CR-10), in which the individuals mentioned a score referring to the degree of effort (Arney et al., 2019). The scale was applied after each of the four training blocks. An intensity ranging from 6 to 9 for training was established for all training sessions. The effort / recovery ratio (exercise execution time and recovery), used in the last three blocks mentioned above, was initially 30 s / 30 s (1-3 weeks), 40 s / 20 s (4-7 weeks), 45 s / 15 s (8-10 week).

The tests were performed pre- (week 0) and post-intervention (week 10) in the afternoon. The measurements were taken by researchers blinded in relation to the exercise protocol, always adjusting the devices and instructing the individuals in the execution of the tasks. All individuals wore sportswear and were verbally encouraged during the assessments.

The measurements of body mass and height were performed using an anthropometric scale and a stadiometer (Welmy, R-110, São Paulo, SP, Brazil), respectively. In addition, the body mass index (BMI) was calculated using the weight divided by the height squared.

Upper Body Test: This test evaluated the stability of the scapular and lumbar-pelvic girdles using OctoBalance® (Check

Your Motion®, Basic Model, Albacete, Spain). Octobalance is a validated instrument with good reproducibility (0.87 to 0.94) with values from 4.4 to 4.6 for detecting minimal changes in the evaluation standards and 3.3 to 3.8 the side of the body (reaching of the shoulder to the upper and lower body regions). The values obtained were expressed in values relative (%) to the length of the upper limb (Fontes et al., 2020).

For evaluation, the length of the upper limbs of the subject in an upright posture was measured from the acromion to the radio's styloid process. For this measurement, the shoulder was flexed at 90°, with the elbow maintained in extension and the wrist in hyperextension (Gorman, Butler, Plisky, & Kiesel, 2012). Three tests were performed followed by three more measures to measure the distances obtained in each movement pattern of the Upper Body Test. An interval of 30 s was provided between each measurement based on the procedures suggested by Gonzalo-Skok et al. (2015).

Two movement patterns were used for each body hemisphere, supralateral and inferolateral (Figure 2). The test began with the participant on their hands and knees. Their hands rested on the OctoBalance® fixed platform on the side indicator arrows, knees on a thin layer of foam with 90° flexion for the hips, knees, ankles and shoulders (Figure 2A). To assess the left supralateral pattern, a hip and knee extension on the left side was requested, followed by movement of the right upper limb, as shown in Figure 2B. Then, the initial position was resumed and the evaluation for the left inferolateral pattern was performed, again with hip and knee extension movement of the mobile platform by the right upper limb obliquely across the body as shown in Figure 2C. After evaluating the left side, a contralateral evaluation was performed.

All participants were instructed to maintain posture at the time of assessment, thus avoiding trunk rotation, flexion of the lower limb in elevation, partial uncoupling of the shoulder joint and flexion of the elbow for the supporting limb. Additionally, the participants were instructed to maintain

voluntary activation of the abdominal muscles, to ensure the position of the trunk, and to breathe normally.

The test trial was invalidated and repeated for a maximum of three times in the following situations: a) pushing the mobile platform sharply; b) move the mobile platform intermittently; c) lose balance during the test movement or failing to return to the initial support; d) Do not move the platform obliquely in line; e) exaggerated elbow flexion (approximately 15°) occurs in the supporting member; f) losing hip extension; or g) to raise the lower limb ipsilateral to the side that displaces the mobile platform (Fontes et al., 2020). The Upper Body Test index for each pattern was obtained by using the arithmetic mean of the values obtained in each direction and pattern, divided by the length of the limb corresponding to each side, and then multiplied by 100.

Statistical analysis

The data were treated and analyzed using the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), version 22, software. The sample calculation was performed based on the results of Fontes et al. (2020), using G*power version 3.1.9.2 (Faul, Erdfelder, Lang, & Buchner, 2007), requiring a sample of 23 individuals per group to obtain 80% statistical power. Assuming a sample loss during the intervention, an additional 30% was added in an attempt to ensure sufficient statistical power.

The distribution of the data was verified using the Kolmogorov-Smirnov test, while the homogeneity of the variances was assessed by the Levene test. Inferential analyses were performed using a 2-way ANOVA (3x2) for repeated measurements, followed by the Bonferroni post-hoc test to assess the interaction between the three group and time (pre and post-intervention) factors.

The effect size (ES) was analyzed to determine the magnitude of the effect independent of sample size; ES was estimated by the difference from the standardized mean ($ES = (\text{Post mean} - \text{Pre mean}) / \text{Standard deviation pre}$) and



Figure 2. Upper Body Test assessment positioning: (A) Initial position; (B) Final position of the left medial superior pattern; (C) Final position of the left lateral inferior pattern.

classification proposed by Cohen (1988). Classifications were interpreted based on the following criteria: < 0.2 trivial effect; 0.2–0.49 small effect; 0.50–0.8 moderate effect; and > 0.8 large effect. For all analyzes, the statistical significance adopted was $p < 0.05$.

RESULTS

The general characteristics of the participants at the beginning of the study are shown in Table 1. No statistically significant main effect differences were found between the groups.

A significant interaction demonstrated that only the GFT increased stability after the intervention and also when compared to the CG ($p = 0.003$) in the relative percentage range of the right and left hemispheres. In addition, most results showed to be within the instrument's error value and the magnitude of effect observed for the experimental groups ranged from moderate to trivial (Figures 3 and 4).

DISCUSSION

The main finding of this study is the improvement caused by GFT in the stabilization of the scapular and lumbar-pelvic girdle after 10 weeks of training, both in the right and left hemispheres. For all the evaluated patterns, low effect size and modifications between the pre- and post-test were obtained, which are within the error range of the evaluation instrument (4.4-4.6). This may be due to the low intensity of the training, however, it seems that the assessments of the both of side body are more sensitive to assess the stability of the shoulder girdle and pelvic girdle.

Thus, the improvement obtained by the GFT can be explained by the greater perceived exertion of training resulting from the consecutive execution of the same exercise, which can generate greater metabolic acidosis and thus provide important adaptations in muscle resistance and activation threshold of stabilizers (Brentano et al., 2017), confirming the initial hypothesis.

Table 1. General characteristics of participants in the (CG, $n = 21$) at the beginning of the intervention*.

Characteristics	GFT (24)	AFT (28)	CG (21)	p-value
Age (years)	23.8± 5.0	25.9± 6.4	24.5± 5.14	0.31
Height (cm)	165.1± 7.2	164.74± 6.8	163.7± 8.7	0.88
Body mass (kg)	67.4± 9.8	68.2± 10.8	65.6± 9.8	0.30
BMI (kg/m ²)	24.65± 3.15	25.41± 3.82	23.99± 3.14	0.28

BMI: body mass index; GFT: grouped functional training group; AFT: alternate functional training; CG: control group; *values presented as mean± standard deviation.

In relation to the effects of performing high-intensity exercises on functional test scores for the upper limbs, Salo and Chaconas (2017), using the Y-Balance Test, observed a significant reduction in the scores after a high intensity, fatigue-inducing, resistance training protocol for upper limbs. However, this acute overload, if repeated over time, can generate a positive adaptation for stabilization of the shoulder girdle and pelvic girdle that provides better scores in the evaluation for the both side body (Marginson, Rowlands, Gleeson, & Eston, 2005). In addition, the increase in exercise exertion in the present study may have promoted changes in the tonic control of synergistic structures so that the execution of the exercise is maintained over time (Brennecke et al., 2009).

Furthermore, when exposed to high exertion (consecutive performance of the same exercise) and consequently to greater fatigue, the lumbar muscles are capable of making changes in the spatial distribution of muscle activity. These changes indicate relative adaptations in the intensity of muscle contraction and can be attributed to the variation in the control of motor units within a muscle and possibly between muscles (Farina, Leclerc, Arendt-Nielsen, Buttelli, & Madeleine, 2008). Asymptomatic people show greater variability in muscle activation, suggesting that adequate motor variability is necessary to optimize and maintain motor performance in dynamic actions and this plays an essential role in the distribution of mechanical loads along the spine and consequently to delay the fatigue.

In addition, during segmental movements performed on a daily basis, such as the movement of sitting and getting up from a chair¹⁴, the reduced motor variability of trunk muscles is associated with increased muscle fatigue and decreased resistance (Abboud et al., 2014; Roth, Donath, Zahner, & Faude, 2019). Thus, we suggest that the GFT group was exposed to greater trunk fatigue and this stress provided greater training of the motor variability of the trunk muscles, which reflected in better performances in the Upper Body Test.

The slight difference in pelvic and scapular stabilization found in the GFT group, even in the absence of specific exercises for trunk stabilization during training, can be partially explained by the integrative multi-segmented characteristic with typical FT accelerations and decelerations, providing a greater challenge to trunk stabilization. Such changes favor improvement in motor control (Davin & Callaghan, 2016). As an example of functional actions, when using the push pattern, during push-up exercises, the recruitment of the various muscles of the trunk, shoulder and arms occurs in an integrated and simultaneous manner with the aim of controlling movement (Marcolin et al., 2015). In addition, the use of suspension exercises with instability (i.e., suspension

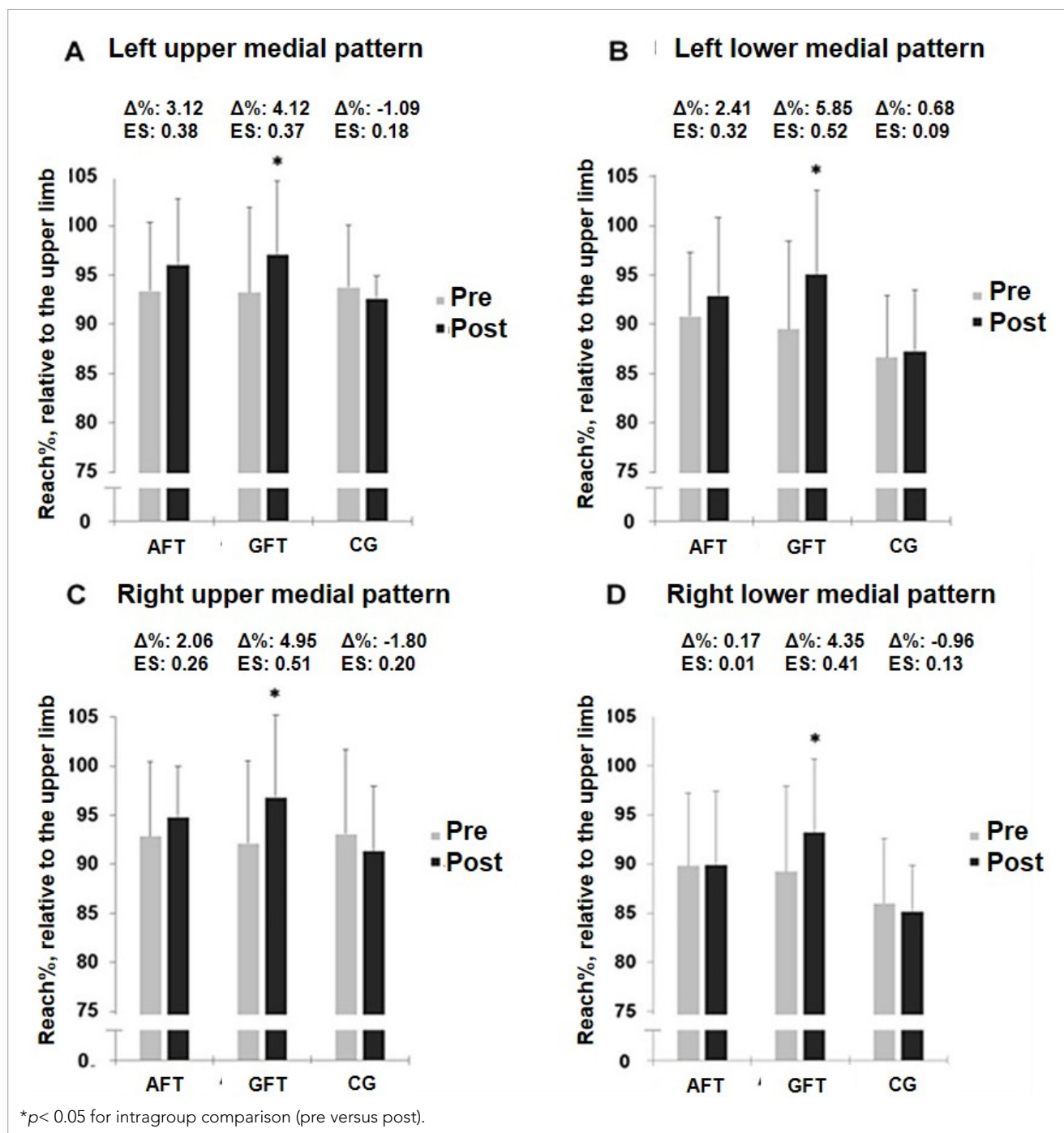


Figure 3. Effects of the groups on the percentage reach relative to the upper limb in the Upper Body indices for each evaluated standard.

bands) provides greater activity for the trunk or core muscles, in an attempt to counterbalance uncoordinated movements, promoted by the instability of the support base (Escamilla et al., 2010; Cugliari & Boccia, 2017).

The elevation of the contralateral upper and lower limb with the testing necessitates deep stabilizers and scapular muscle activation (Pirouzi, Emami, Taghizadeh, & Ghanbari,

2013). The stabilization of the lumbar-pelvic region is also important, due to the asymmetric positioning of the support base during the Upper Body Test. There is an asymmetric abdominal muscle activation, so that there is an increase in spine stiffness (Okubo et al., 2010). Thus, the stability in the test position is explained by the mechanism of the anti-rotational action exerted by the oblique muscles, in

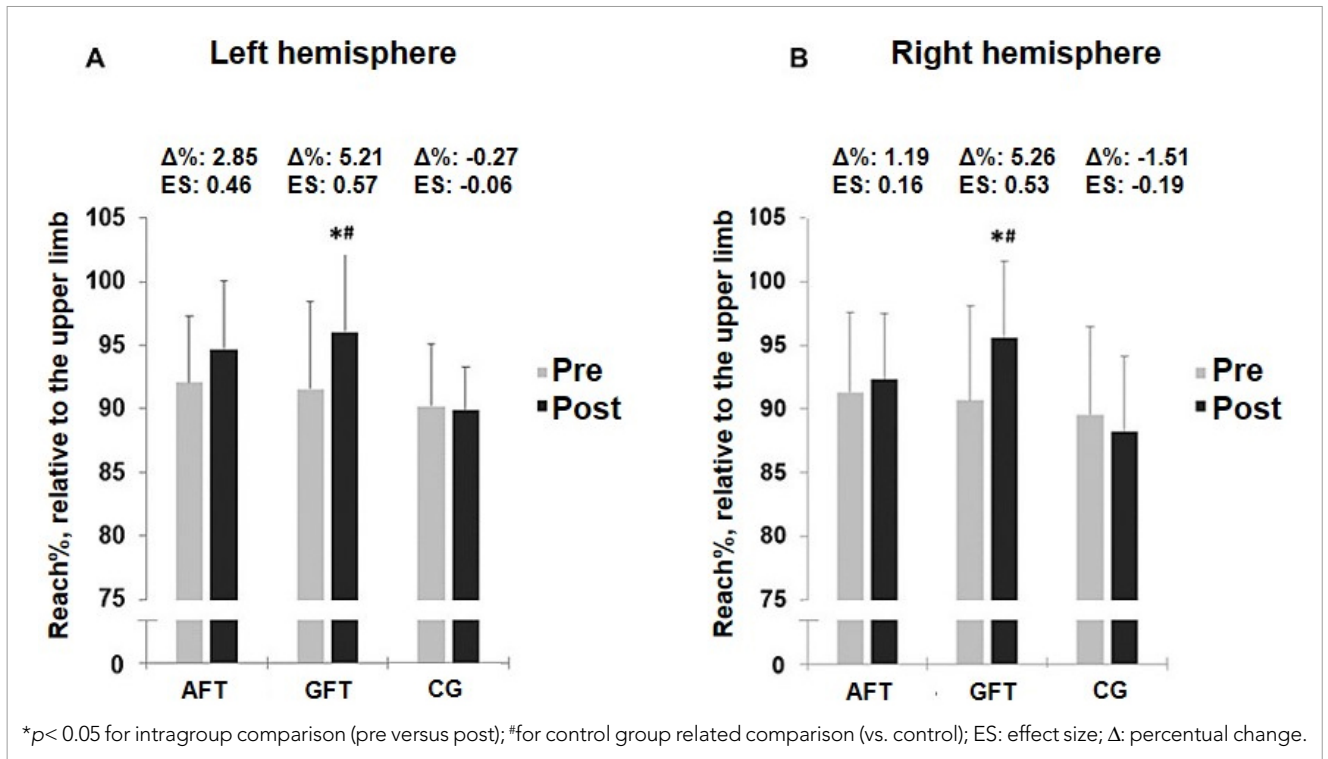


Figure 4. Effects of the groups grouped functional training (GFT, $n = 24$), alternate training (AFT, $n = 28$) and control (CG, $n = 21$) on the percentage reach relative to the upper limb in the Upper Body indices for each body hemisphere.

which there was a high muscle activity of the contralateral internal oblique and of the ipsilateral external oblique, in relation to the upper limb in support at the base. In this sense, Okubo et al. (2010) verified by means of electromyography that there is an ideal cooperation between the activation of the oblique muscles (contralateral internal oblique and the ipsilateral external oblique) to maintain the neutral posture of the pelvis and spine, when balancing the internal and lateral forces of shear that are imposed on the spine and promote the reduction of forces that are attributed to the spine.

In addition to this process of muscular cooperation, Vera-García et al. (2015) described trunk stabilization as a multifactorial process that results from the interaction between sensory, motor and neural systems, to maintain coordination of movements and maintenance of posture. This interaction is also necessary to ensure when the stabilizing muscles will contract for the production and transfer of forces to stabilize the body segments when performing functional tasks³⁴. This concept can be called the timing's core. Thus, the assessment of the ability to stabilize the scapular and lumbar-pelvic girdles in this study was carried out using the Upper Body Test, showing the interaction between the core's timing and the movement of the upper and lower limbs in a stable manner.

In this perspective, to our best knowledge, this is the first study that analyzed the effects of the methodological organization of functional exercises on scapular and lumbar-pelvic girdle stability. This fact makes it difficult to compare the results found with the current literature. From the labor point of view, after 10 weeks, the supervised and organized FT in a grouped manner promoted a succinct improvement in the scapular and lumbopelvic stability in active young adults. Thus, it seems that grouping exercises for the same muscle function in a training program can provide increased intensity that lead to long-term stability of the shoulder girdle and pelvic lumbar.

Some limitations of the present study must be considered. The first of them, regarding the lack of control for individuals' physical activities beyond the training period, which can be different between the subjects and thus influence the magnitude of adaptations to training. However, this aspect increases the external validity of the intervention. Another point was the lack of quantification of the training volume, which makes our conclusions difficult. However, there was a desired repetition range during the 10 weeks of intervention (8 and 12 repetitions per exercise). Thus, further studies with longer intervention periods are needed to verify changes in the physical adaptations of young adults to map possible deficits

for stabilization of the scapular and lumbar-pelvic girdle and thus prescribe interventions focused on training or rehabilitation of these circumstances.

CONCLUSIONS

Grouped functional training promotes greater stability of the scapular and lumbar-pelvic girdles in young adults over 10 weeks of training. Therefore, it forms an interesting option to be used by professionals to optimize the mechanism of interaction between the muscular activation of the trunk and the scapular and pelvic girdles.

ACKNOWLEDGMENTS







Marzo E. Da Silva-Grigoletto, José C. Aragão-Santos, Alan S. Fontes: substantial contribution to the formulation of a research problem, approval of the final version of the manuscript's content to be submitted. Marta S. Santos; Antônio G. Resende-Neto, Marcos R. Pereira Monteiro: design of the research methodology, data collection. Edilson S. Cyrino, Pedro J. Marin, David G. Behm: statistical analysis and data interpretation; participation in the writing and critical review of the article.

REFERENCES

- Abboud, J., Nougrou, F., Page, I., Cantin, V., Massicotte, D., & Descarreaux, M. (2014). Trunk motor variability in patients with non-specific chronic low back pain. *European Journal of Applied Physiology*, 114(12), 2645-2654. <https://doi.org/10.1007/s00421-014-2985-8>
- Andersson, S. H., Bahr, R., Clarsen, B., & Myklebust, G. (2017). Preventing overuse shoulder injuries among throwing athletes: a cluster-randomised controlled trial in 660 elite handball players. *British Journal of Sports Medicine*, 51(14), 1073-1080. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096226>
- Arney, B. E., Glover, R., Fusco, A., Cortis, C., de Koning, J. J., van Erp, T., Jaime, S., Mikat, R. P., Porcari, J. P., & Foster, C. (2019). Comparison of RPE (rating of perceived exertion) scales for session RPE. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(7), 994-996. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2018-0637>
- Becker, S., Bergamo, F., Schnake, K. J., Schreyer, S., Rembitzki, I. V., & Disselhorst-Klug, C. (2018). The relationship between functionality and erector spinae activity in patients with specific low back pain during dynamic and static movements. *Gait & Posture*, 66, 208-213. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.08.042>
- Brennecke, A., Guimarães, T. M., Leone, R., Cadarci, M., Mochizuki, L., Simão, R., Amadio, A. C., & Serrão, J. C. (2009). Neuromuscular activity during bench press exercise performed with and without the preexhaustion method. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(7), 1933-1940. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b73b8f>
- Brentano, M. A., Umpierre, D., Santos, L. P., Lopes, A. L., Radaelli, R., Pinto, R. S., & Krueel, L. F. M. (2017). Muscle damage and muscle activity induced by strength training super-sets in physically active men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(7), 1847-1858. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001511>
- Chang, M., Slater, L. V., Corbett, R. O., Hart, J. M., & Hertel, J. (2017). Muscle activation patterns of the lumbo-pelvic-hip complex during walking gait before and after exercise. *Gait & Posture*, 52, 15-21. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2016.11.016>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. (2nd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203771587>
- Cugliari, G., & Boccia, G. (2017). Core muscle activation in suspension training exercises. *Journal of Human Kinetics*, 56(1), 61-71. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0023>
- Da Silva-Grigoletto, M. E., Mesquita, M. M. A., Aragao-Santos, J. C., Santos, M. S., Resende-Neto, A. G., de Santana, J. M., & Behm, D. G. (2019). Functional training induces greater variety and magnitude of training improvements than traditional resistance training in elderly women. *Journal of Sports Science and Medicine*, 18(4), 789-797.
- Da Silva-Grigoletto, M. E., Resende-Neto, A. G., & La Scala Teixeira, C. V. (2020). Functional training: a conceptual update. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 22, 72646. <https://doi.org/10.1590/1980-0037.2020v22e72646>
- Davin, J., & Callaghan, M. (2016). Towards evidence based emergency medicine: Best BETs from the Manchester Royal Infirmary. BET 2: Core stability versus conventional exercise for treating non-specific low back pain. *Emergency Medicine Journal*, 33(2), 162-163. <https://doi.org/10.1136/emered-2016-205681.2>
- De Resende-Neto, A. G., Aragão-Santos, J. C., Oliveira-Andrade, B. C., Silva Vasconcelos, A. B., De Sá, C. A., Aidar, F. J., DeSantana, J. M., Cadore, E. L., & Da Silva-Grigoletto, M. E. (2019). The efficacy of functional and traditional exercise on the body composition and determinants of physical fitness of older women: a randomized crossover trial. *Journal of Aging Research*, 5315376. <https://doi.org/10.1155/2019/5315376>
- Distefano, L. J., Distefano, M. J., Frank, B. S., Clark, M. A., & Padua, D. A. (2013). Comparison of integrated and isolated training on performance measures and neuromuscular control. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(4), 1083-1090. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318280d40b>
- Escamilla, R. F., Lewis, C., Bell, D., Bramblett, G., Daffron, J., Lambert, S., Pecson, A., Imamura, R., Paulos, L., & Andrews, J. R. (2010). Core muscle activation during Swiss ball and traditional abdominal exercises. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 40(5), 265-276. <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3073>
- Farina, D., Leclerc, F., Arendt-Nielsen, L., Buttelli, O., & Madeleine, P. (2008). The change in spatial distribution of upper trapezius muscle activity is correlated to contraction duration. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 18(1), 16-25. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2006.08.005>
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. G., & Buchner, A. (2007). G*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39(2), 175-191. <https://doi.org/10.3758/bf03193146>
- Fontes, A. D. S., Santos, M. S., Almeida, M. B., Marin, P. J., Silva, D., & Da Silva-Grigoletto, M. E. (2020). Inter-day reliability of the upper body test for shoulder and pelvic girdle stability in adults. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 24(2), 161-166. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2019.02.009>
- Gonzalo-Skok, O., Serna, J., Rhea, M. R., & Marin, P. J. (2015). Relationships between functional movement tests and performance tests in young elite male basketball players. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(5), 628-638.
- Gorman, P. P., Butler, R. J., Plisky, P. J., & Kiesel, K. B. (2012). Upper quarter y balance test: reliability and performance comparison between genders in active adults. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(11), 3043-3048. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182472fdb>

- Imai, A., Kaneoka, K., Okubo, Y., & Shiraki, H. (2014). Effects of two types of trunk exercises on balance and athletic performance in youth soccer players. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 9(1), 47-57.
- La Scala Teixeira, C. V., Evangelista, A. L., Novaes, J. S., Da Silva Grigoletto, M. E., & Behm, D. G. (2017). "You're only as strong as your weakest link": a current opinion about the concepts and characteristics of functional training. *Frontiers in Physiology*, 8, 643. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00643>
- Marcolin, G., Petrone, N., Moro, T., Battaglia, G., Bianco, A., & Paoli, A. (2015). Selective activation of shoulder, trunk, and arm muscles: a comparative analysis of different push-up variants. *Journal of Athletic Training*, 50(11), 1126-1132. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-50.9.09>
- Marginson, V., Rowlands, A. V., Gleeson, N. P., & Eston, R. G. (2005). Comparison of the symptoms of exercise-induced muscle damage after an initial and repeated bout of plyometric exercise in men and boys. *Journal of Applied Physiology*, 99(3), 1174-1181. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01193.2004>
- Mesquita, M. M. A., Santos, M. S., Vasconcelos, A. B. S., De Resende-Neto, A. G., Aragão-Santos, J. C., Silva, R. J. S., Senna, G. W., Aidar, F. J., Oliveira, P. M. P., Dantas, E. H. M., & Da Silva-Grigoletto, M. E. (2019). Strength and endurance influence on the trunk muscle in the functional performance of elderly women. *International Journal of Sports and Exercise Medicine*, 5(10), 147. <https://doi.org/10.23937/2469-5718/1510147>
- Okubo, Y., Kaneoka, K., Imai, A., Shiina, I., Tatsumura, M., Izumi, S., & Miyakawa, S. (2010). Electromyographic analysis of transversus abdominis and lumbar multifidus using wire electrodes during lumbar stabilization exercises. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 40(11), 743-750. <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3192>
- Pirouzi, S., Emami, F., Taghizadeh, S., & Ghanbari, A. (2013). Is abdominal muscle activity different from lumbar muscle activity during four-point kneeling? *Iranian Journal of Medical Science*, 38(4), 327-333.
- Pogetti, L. S., Nakagawa, T. H., Contecote, G. P., & Camargo, P. R. (2018). Core stability, shoulder peak torque and function in throwing athletes with and without shoulder pain. *Physical Therapy in Sport*, 34, 36-42. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.08.008>
- Radwan, A., Francis, J., Green, A., Kahl, E., Maciurzynski, D., Quartulli, A., Schultheiss, J., Strang, R., & Weiss, B. (2014). Is there a relation between shoulder dysfunction and core instability? *International Journal of Sports and Physical Therapy*, 9(1), 8-13.
- Roth, R., Donath, L., Zahner, L., & Faude, O. (2021). Acute leg and trunk muscle fatigue differentially affect strength, sprint, agility, and balance in young adults. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(8), 2158-2164. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003112>
- Salo, T. D., & Chaconas, E. (2017). The effect of fatigue on upper quarter y-balance test scores in recreational weightlifters: a randomized controlled trial. *International Journal of Sports and Physical Therapy*, 12(2), 199-205.
- Schulz, K. F., Altman, D. G., Moher, D., & CONSORT Group. (2010). CONSORT 2010 Statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *BMC Medicine*, 8, 18. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-8-18>
- Shahtahmassebi, B., Hebert, J. J., Hecimovich, M., & Fairchild, T. J. (2019). Trunk exercise training improves muscle size, strength, and function in older adults: A randomized controlled trial. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 29(7), 980-991. <https://doi.org/10.1111/sms.13415>
- Tarnanen, S. P., Siekkinen, K. M., Hakkinen, A. H., Malkia, E. A., Kautiainen, H. J., & Ylinen, J. J. (2012). Core muscle activation during dynamic upper limb exercises in women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(12), 3217-3224. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318248ad54>
- Vega Toro, A. S., Cools, A. M., & Oliveira, A. S. (2016). Instruction and feedback for conscious contraction of the abdominal muscles increases the scapular muscles activation during shoulder exercises. *Manual Therapy*, 25, 11-18. <https://doi.org/10.1016/j.math.2016.05.331>
- Vera-García, F. J., Barbado, D., Moreno-Pérez, V., Hernández-Sánchez, S., Juan-Recio, C., & Elvira, J. L. L. (2015). Core stability. Concepto y aportaciones al entrenamiento y la prevención de lesiones. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 8(2), 79-85. <https://doi.org/10.1016/j.ramd.2014.02.004>

Acute inflammatory responses induced by flexibility training with two different intensities

Carlos José Nogueira^{1,2*} , Alisson Gomes da Silva^{2,3} , Paula Paraguassú Brandão¹ ,
Rodrigo Gomes de Souza Vale^{4,5} , Nikos Apostolopoulos⁶ , Estélio Henrique Martin Dantas^{1,7} 

ABSTRACT

This research analysed the acute effects of flexibility training with two different intensities on inflammation. Twenty-eight young military personnel males were randomised into two groups of 14 individuals each: Submaximal Stretching Group (SG) and Maximal Stretching Group (MG). The training routines were applied for each group and involved shoulder horizontal flexion, shoulder horizontal extension, hip flexion and hip extension. Basal blood samples were collected immediately after exercise and 24 h later in order to assess the inflammatory markers (CRP, IL-6, IL-10). Repeated measures ANOVA (2x3) for intragroup and intergroup comparisons with the adjusted Bonferroni post-hoc test was used. There was significant intergroup interaction ($p < 0.05$) with post-exercise CRP levels, which were significantly higher in the MG when compared to the SG ($p = 0.035$; $\Delta = 94\%$). There were no significant differences in IL-6 and IL-10 concentrations at any intergroup moment. The intragroup comparison showed a significant rise in IL-6 immediately after and 24 h after maximal stretching, with a significant difference ($p < 0.05$) 24 h after when compared to baseline ($p = 0.008$; $\Delta = 44.16\%$). These results suggest that maximal stretching promoted a higher acute inflammatory response when compared to submaximal stretching due to the greater intensity of the exercises.

KEYWORDS: muscle stretching exercises; CRP; IL-6; IL-10.

INTRODUCTION

Flexibility is an important component of the physical fitness of athletes, non-athletes, and those from different populations engaged in physical activity, such as children, youth, adults, and the elderly (Dantas & Conceição, 2017). Despite the global use of stretching exercises, studies on the forces applied to joints during these training routines remain scarce (Jacobs & Sciascia, 2011; Apostolopoulos, Metsios, Nevill, Koutedakis, & Wyon, 2015a; Gerdijan, Perić, Ljubojević, & Vukić, 2021).

The frequency, intensity, and duration of stretching exercises are considered flexibility training parameters (Apostolopoulos, 2018). However, in contrast to duration and frequency, which are quantifiable, intensity is a qualitative variable that has received little scientific interest (Apostolopoulos et al., 2015a). Intensity is the magnitude of force or torque applied to the joint during stretching exercises. Low force may result in an elastic response with little or no gain in the range of motion. By contrast, applying significant force may injure tissue, causing an inflammatory response (Jacobs & Sciascia,

¹Biosciences Laboratory of Human Movement, Stricto Sensu Post-Graduation Program in Nursing and Bioscience, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro (RJ), Brazil.

²Air cadet Preparatory School, Brazilian Air Force – Barbacena (MG), Brazil.

³Post-Graduation Program in Physical Education, Universidade Federal de Viçosa – Viçosa (MG), Brazil.

⁴Laboratory of Exercise and Sport, Institute of Physical Education and Sports, Universidade do Estado do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro (RJ), Brazil.

⁵Postgraduate Program in Exercise and Sport Sciences, Universidade do Estado do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro (RJ), Brazil.

⁶School of Kinesiology and Physical Education, University of Toronto – Toronto, Canada.

⁷Master's and Doctoral Degree Program in Health and Environment, Universidade Tiradentes – Aracaju (SE), Brazil.

*Corresponding author: Doctoral Degree Program in Nursing and Biosciences, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro. Rua Xavier Sigaud, 290, sala 301, Urca – CEP: 22290-180 – Rio de Janeiro (RJ), Brazil. E-mail: carlosjn29@yahoo.com.br

Conflict of interests: nothing to declare. **Funding:** nothing to declare.

Received: 08/16/2021. **Accepted:** 12/03/2021.

2011). This inflammatory response to exercise-induced tissue damage is characterised by leukocyte infiltration and proinflammatory cytokine production in the injured muscle tissue (Deyhle et al., 2016).

Previous studies suggest that the intensity and duration of exercise (Silva & Macedo, 2011; Pedersen, 2019), type of exercise and type of contraction (for example, eccentric or concentric), tissue damage and the muscle mass involved (Pedersen, 2019) influence the interleukin 6 (IL-6) response to acute exercise. The release of IL-6 initiates a systemic response, with changes in the acute phase, which reflect the presence and intensity of inflammation, with an increase in C-reactive protein (CRP) proportional to the inflammatory stimulus (Apostolopoulos, Metsios, Taunton, Koutedakis, & Wyon, 2015b).

The impact of flexibility training on inflammation has been little investigated in the scientific literature, with few studies conducted with animals (Pizza, Koh, McGregor, & Brooks, 2002; Berrueta et al., 2016) and humans (Apostolopoulos et al., 2015a; 2015b; 2018). Experiments with mice reported high levels of neutrophils after an intense passive stretching protocol, representing an acute inflammatory response since activated neutrophils secrete proinflammatory cytokines such as IL-1 β , TNF- α , and IL-6 (Pizza et al., 2002). Human studies have shown significant increases in hs-CRP levels after maximal stretching compared to submaximal stretching (Apostolopoulos et al., 2015a) and 24h after maximal stretching vs control (Apostolopoulos et al., 2015b). However, only one of these studies (Apostolopoulos et al., 2015a) analysed the effects of stretching intensity on inflammation, in which the authors evaluated a single inflammatory biomarker.

Studying changes in inflammatory responses following stretching could complement the information provided by traditional markers already evident in the literature such as creatine kinase (CK) or delayed onset muscle soreness (DOMS) (Apostolopoulos et al., 2018). Furthermore, the ability to quantify the physiological impact of a stretching exercise session through the analysis of inflammatory biomarkers is crucial to understanding recovery needs, and allowing adequate rest before a second exercise session (Lee et al., 2017). Therefore, the present study analysed the acute effects of applying flexibility training with different intensities on the inflammatory responses of young military personnel. The experimental hypothesis suggested that applying maximal stretching intensity would promote greater changes in the inflammatory markers CRP, IL-6, and IL-10 when compared to stretching applied at submaximal intensities.

METHODS

Study design

This factorial study (2 groups \times 3 moments) investigated the effects of the intensity of flexibility training sessions (submaximal vs. maximal) on the inflammatory response in young military personnel. All the procedures were conducted at the Air Force Cadet Preparatory School (EPCAR) over three consecutive days. On the first visit to the laboratory, an anthropometric assessment was performed to characterise the sample, and the participants' flexibility level was assessed by the LABIFIE goniometric protocol (Dantas, Carvalho, & Fonseca, 1997) to determine if all the participants exhibited a healthy range of motion (ROM). Participants performed a flexibility exercise routine on the second visit with maximal or submaximal intensity. The visits were standardised between 4 and 6 pm (during the students' physical education instruction). Blood samples were collected pre (baseline), immediately post, and 24 h post-exercise (third day) to quantify the inflammatory markers CRP, IL-6, and IL-10 (dependent variables). The independent variables were the intensity of flexibility training (submaximal and maximal) and the timepoint of measurements. Figure 1 illustrates the experimental design and timeline.

The study was disseminated at a lecture given to the military personnel one week before the procedure. After instruction, subjects were invited to take part in the study voluntarily. All the individuals had participated in a continuous military physical training program for at least one year and were familiar with flexibility exercises.

Participants

Thirty young trained male military personnel between the ages of 18 and 19 years volunteered for the study. The sample size was calculated using G Power software, Version 3.1 (Faul,

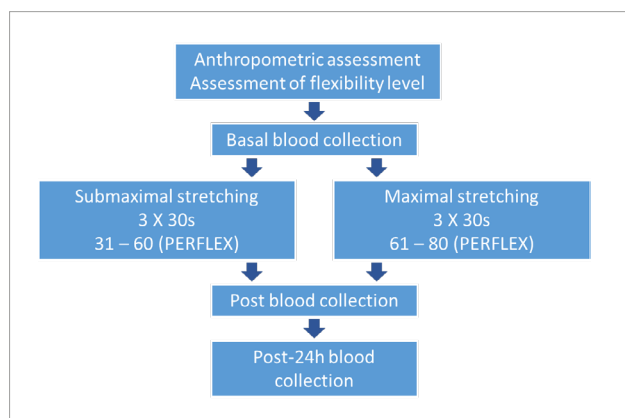


Figure 1. Schematic representation of the study design and timeline.

Erdfelder, Lang, & Buchner, 2007), which revealed a minimum number of 28 individuals, according to the study design, for a statistical power of 0.80 and estimated effect of 0.2 (Beck, 2013).

Using a randomisation program (<https://www.randomizer.org/>), participants were equally assigned to one of two groups: a) submaximal and b) maximal stretching. No differences in anthropometric characteristics and flexibility levels were found between groups (Table 1). Inclusion criteria consisted of members of the military physical training team (at least one year) who were experienced in flexibility training and had medical clearance to perform exercises according to the Air Force Health Inspection (ICA 160-6/2016) and answered negatively to all the Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q) questions (Shephard, 1988). Individuals with any acute or chronic health conditions, musculoskeletal injuries that compromised their ability to perform physical activities, were on any drugs, medication, or dietary supplements altering their metabolism, as well as anti-inflammatories (i.e., NSAIDs) were excluded from the study. This study was approved by the Local Committee of Ethics in Research (protocol no. 20106719.9.0000.5285) and conducted in accordance with the ethical principles of the Declaration of Helsinki. Participants provided written informed consent to participate in the study.

After the experimental procedure, two participants were excluded from the initial sample (one from each group) since they had an acute infection, which resulted in IL-10's basal values higher than the reference values (< 9.1 pg/mL). Therefore, the data analysis consisted of 28 military personnel (18.25 ± 0.44 years, 68.92 ± 6.52 kg, 173.92 ± 4.91 cm) equally randomised (14 per group) into two groups.

Anthropometric assessment and flexibility level

The anthropometric assessment was performed, including measurements of body mass (kg) (Filizola, ID-M 150/4, São

Paulo, Brazil), height (cm) (Sanny, Standard, São Bernardo do Campo, Brazil), and chest, abdomen, and thigh skinfolds thickness (mm) using a skinfold calliper (Cescorf, Top Tec, Porto Alegre, Brazil). The Jackson and Pollock (1978) equation (Jackson & Pollock, 1978) was used to calculate the body density, and the fat percentage was estimated using the Siri equation (1961) (Siri, 1993). After that, the participants' flexibility level was assessed by the LABIFIE goniometric protocol (Dantas et al., 1997). Shoulder horizontal flexion and extension (SHF/SHE), as well as hip flexion and extension (HF/HE) movements, were assessed using a Medigauge digital goniometer, USA (www.medigauge.com).

Experimental routine

In the submaximal stretching group (SG) ($n = 14$), participants performed a passive static stretching routine for the upper and lower limbs, consisting of three 30-second sets of submaximal intensity (level 31-60 on the PERFLEX scale) (Dantas et al., 2008) followed by a 10-second interval between them. Participants of the maximal stretching group (MG) ($n = 14$) performed a maximal intensity passive static stretching routine, at a discomfort level equivalent to 61-80 on the PERFLEX scale (Dantas et al., 2008), for the upper and lower limbs consisting of three 30-second sets followed by a 10-second interval between them. The interval rest length between sets was defined according to two previous studies (Apostolopoulos et al., 2015a; Apostolopoulos, 2018).

The Perceived Exertion in Flexibility (PERFLEX) Scale was used to assess perceived exertion during the exercises (Dantas et al., 2008). The scale, which consists of five intensity levels varying from 0 to 110, is categorised into five verbal descriptors (Table 2), allowing the participants to rate the sensation in accordance with the ROM performed. In both experimental conditions, the participants' perceived exertion was monitored throughout the sets to ensure that the appropriate intensity was maintained.

Table 1. Anthropometric characteristics and average joint range of motion (in degrees) of the individuals.

	Submaximal Stretching (n= 14)	Maximal Stretching (n= 14)	p-value
Age (years)	18.29= 0.47	18.21= 0.43	0.676
Body mass (kg)	70.65= 7.87	67.19= 4.46	0.164
Height (cm)	174.66= 4.93	173.18= 4.95	0.436
Body fat (%)	11.36=3.83	10.01= 2.41	0.272
SHF (°)	125.72= 4.78	128.92= 4.55	0.081
SHE (°)	66.36= 12.23	65.62= 14.54	0.885
HF (°)	100.69= 7.94	101.29= 8.28	0.846
HE (°)	42.26= 9.62	44.63= 10.57	0.540

*Data presented as mean \pm SD; SHS: Shoulder horizontal flexion; SHE: Shoulder horizontal extension; HF: Hip flexion; HE: Hip extension.

Table 2. Perceived Exertion Scale of Flexibility (PERFLEX).

Level	Description of the sensation	Effect	Specification
0-30	Normality	Mobility	No change whatsoever in mechanical, plastic and inextensible components.
31-60	Forcing	Stretching	Causes deformation of plastic components and the elastic components are stretched to the submaximal level.
61-80	Discomfort	Flexibilizing	Causes lasting adaptations in the plastic, elastic and inextensible components.
81-90	Bearable Pain	Possible injury	The muscle-conjunctive structures involved are subjected to extreme stretching, causing pain.
91-110	Strong Pain	Injury	Exceeds the extreme stretching of structures involved focusing mainly on the skeletal

Flexibility exercise protocol

The present study used the static stretching method since it is easy to perform and is commonly used in clinical and sports practise (Nogueira et al., 2020). The same researcher applied the flexibility exercises bilaterally over a single session. The exercises are described below:

- **Shoulder horizontal flexion (SHF):** With participants standing upright, head facing forward, shoulders symmetrical, with arms abducted at a 90° angle, and trunk and elbows extended with the palms of the hands facing downward, the examiner horizontally flexes the shoulder;
- **Shoulder horizontal extension (SHE):** With the participant's position being similar to the SHF exercise, instead of the examiner horizontally flexion the shoulder, they horizontally extend it;
- **Hip flexion (HF):** With participants in dorsal decubitus with arms extended backwards alongside the head with one of the knees extended, the examiner placed his right hand on the participant's leg extended on the floor, preventing it and the hip from rising. With his left hand on the knee of the other leg, the examiner moved it towards the trunk;
- **Hip extension (HE):** with participants ion in ventral decubitus, with hands extended forward, the examiner pushed down on the individual's hip with one hand and placed the other hand under the knee, raising it and extending the hip.

To analyse the isolated effect of stretching exercises on inflammation, we did not conduct warm-up with other exercises before the intervention.

All the volunteers exhibited the same dietary pattern one week before the experimental procedure and on the collection days, controlled by the nutritionist team of the military organisation.

In order to guarantee balanced hydration during exercise, each individual was instructed to drink 5 to 7 millilitres

of water per kilogram of bodyweight upon awakening on collection days (Thomas, Erdman, & Burke, 2016). The aim was to reduce the possible harmful effects on physical performance and avoid inconsistent haematological basal parameters caused by a possible state of dehydration. All the study participants abstained from alcohol for 48 hours before the procedures.

Blood collection, movement, storage, and disposal

With the use of a vacutainer, approximately 15 ml of blood was collected from an antecubital vein of each participant at pre (basal), immediately post, and 24 h post-exercise by an experienced nurse. To prevent puncture damage to the participant's veins, arms were alternated for collection. The blood samples were immediately allocated into two 5 ml vacutainer tubes (Becton Dickinson, Juiz de Fora, Brazil) containing EDTA for plasma separation and into one 5 ml dry vacutainer tube for serum separation. The CRP samples were centrifuged for 10 minutes at 3000 rpm and stored at temperatures between 2 and 8°C (refrigerated). After centrifugation and visual analysis (hemolysis, lipemia, jaundice), the tubes were placed in racks and taken for analysis. The IL-6 and IL-10 samples were centrifuged for 10 minutes at 3,000 rpm and stored at 0°C (frozen). Thereafter, the samples were sent to the laboratory, where they were stored at -80°C for subsequent analyses.

CRP analysis was conducted using the latex-enhanced immunoturbidimetric assay. The IL-6 analysis was carried out using the IL-6 kit (Lote: 410; Supplier: Siemens; Device: Immulite 2000 XPI). Analysis for IL-10 was conducted using the IL-10 kit (Lot: 412 Supplier: Siemens; Device: Immulite 1000). IL-6 and IL-10 analyses were carried out using the chemiluminescence method. For IL-6 and IL-10, analytical sensitivity was < 2 and < 5 pg/mL, respectively. The samples of serum concentrations of IL-6 and IL-10 were analysed in duplicate, with inter/intra-assay coefficients of variation (CV) less than 3%.

Statistical analysis

The values are presented as mean and standard deviation (Mean± SD). The Shapiro-Wilk test was used to analyse the normality of the variables, with Bartlett's test determining the sphericity of the sample data. Repeated measures ANOVA (2 × 3) was applied for intra and intergroup comparisons with the adjusted Bonferroni post-hoc test. The effect size was calculated to analyse the clinical impact of the interventions, as suggested by Cohen (Lakens, 2013), with < 0.2: weak; 0.2 to 0.79: moderate; > 0.8: strong. The significance level was set at $p < 0.05$. All the analyses were conducted using the SPSS program, version 23.0 (IBM, I.C.).

RESULTS

No significant intergroup difference was observed in any of the baseline measures. Repeated measures ANOVA (2 × 3) showed Wilk's Lambda= 0.49; $F= 3.70$; $p= 0.011$; statistical power= 88% for the interaction between group and moment. Repeated measures ANOVA (2 × 3) showed a $F= 4.54$; $p= 0.043$ for CRP, $F= 5.29$; $p= 0.010$ for IL-6 and $F= 1.95$; $p= 0.175$ for IL-10.

In intragroup comparison, there was no significant change in CRP values over time for both groups compared to the baseline moment. However, the effect size (ES) indicated a moderate increase post and 24 h after maximal stretching compared to baseline. On the other hand, in the SG, the effect size demonstrated a moderate decline in CRP concentrations between pre and 24 h post-exercise. Intergroup comparison showed that post-exercise CRP was significantly higher in the MG compared to the SG ($p= 0.035$; $\Delta= 94\%$). Based on the ES, CRP levels were higher (strong effect) in the MG than the SG at all moments (pre, $d= -1.97$; post, $d= 2.13$; 24 h, $d= 1.90$).

Regarding IL-6 values, there was a significant increase 24 h after maximal stretching ($p= 0.008$; $\Delta= 44.16\%$)

compared to baseline. The ES indicated increases of strong magnitude post and 24 h after stretching in the MG, and moderate (24 h after vs pre) and strong (pos vs 24 h after vs pos) increments in the SG. Although there was no significant difference between groups, the ES revealed higher values in the MG vs SG, with moderate (pre and pos) (pre, $d= -0.21$; post, $d= 0.73$) and strong (24 h after) (24 h, $d= 1.06$) magnitude of differences.

There were no significant intra and intergroup differences in IL-10 values. The data of inflammatory markers are presented in Table 3.

DISCUSSION

The aim of this study was to investigate the effects of a flexibility session with two different intensities on the inflammatory responses in young, trained military personnel. An important point in this study was to assess the effect of flexibility intensity on different inflammatory markers, given that multiple cytokines should be measured simultaneously in order to evaluate inflammatory responses and better monitor the performance, recovery, and health of individuals (Lee et al., 2017).

Our results revealed that post-exercise CRP values were significantly higher in the MG when compared to the SG. The CRP values increased moderately post-exercise when compared to the basal MG values and remained moderately higher 24 h after maximal stretching in relation to the pre-exercise moment according to ES. Concerning IL-6, there was a significant rise 24 h after when compared to pre-exercise in the MG. These findings partially support the experimental hypothesis that intervention with maximal stretching would promote greater changes in CRP and IL-6 values after maximum stretching compared to submaximal stretching but without changes in IL-10.

Table 3. Changes in inflammatory markers assessed pre-training, immediately after and 24 hours after training for each group*.

		Measurement times			Effect size (d)		
		Pre	Post	24 h	Pre-post	Pre-24h	Post-24
PCR (mg/mL)	SG	0.54± 0.20	0.50± 0.22	0.46± 0.21	-0.19	-0.39	-0.17
	MG	0.73± 0.48	0.97± 0.76†	0.86± 0.72**	0.50	0.28	-0.14
IL-6 (pg/mL)	SG	2.59± 0.88	2.43± 0.65	2.99± 0.44	-0.19	0.45	0.87
	MG	2.40± 0.47	2.91± 1.20	3.46± 1.37#	1.09	2.24	0.45
IL-10 (pg/mL)	SG	5.11± 0.40	5.04± 0.13	5.09± 0.35	-0.18	-0.04	0.43
	MG	5.41± 1.55	5.31± 1.18	5.39± 1.47	-0.06	-0.01	0.07

*Data presented as mean± SD; SG: Submaximal Stretching group; MG: Maximal Stretching group; ** $p < 0.05$; Post vs. 24h-post; # $p < 0.05$; Pre vs. 24h-post; †MG Post vs SG Post.

This inflammatory response may be explained by the magnitude of force applied to muscles during high-intensity stretching (Apostolopoulos et al., 2015a; da Silva et al., 2021). Applying an overload induces transitory microdamage in the skeletal muscle system, resulting in an acute inflammatory response orchestrated by inflammatory markers derived from the affected tissues (Apostolopoulos, 2018; Pedersen, 2019; Da Silva et al., 2021). The extent of the inflammatory response is determined by the magnitude of muscle damage, inflammation, and injury-specific interaction between the invading inflammatory cells and the injured muscle (Peake, Neubauer, Della Gatta, & Nosaka, 2017; Da Silva et al., 2021).

The results of the present study corroborate earlier investigations, which reported increases in high sensitive PCR (hs-CRP) post and 24 h after high-intensity stretching when compared to less intense protocols (Apostolopoulos et al., 2015a) and the control (Apostolopoulos et al., 2015b). However, the above-mentioned studies applied flexibility protocols with greater volume, which may be associated with a late increase in CRP, but this did not occur in our study. Although isolated flexibility exercises were applied, scientific evidence suggests that long-duration static flexibility exercises (≥ 60 seconds per muscle group) showed greater performance deficits and substantial declines in muscle power and strength (Behm, Blazevich, Kay, & McHugh, 2016; Chaabene, Behm, Negra, & Granacher, 2019).

From the standpoint of the proinflammatory process resulting from biomarker response in the acute phase to flexibility training, Apostolopoulos et al. (2015a) observed a marked rise in hsCRP post and 24 h-post with intense stretching applied at 90% range of motion (ROM) when compared to 30% ROM and 60% ROM, suggesting a possible association between high-intensity stretching and inflammation. In a more recent study, Apostolopoulos et al. (2018) investigated the effects of flexibility training intensity on recovery from a non-habitual eccentric exercise of the right knee extensors in thirty recreationally active men and found significantly higher CRP values 24 h after intense stretching when compared to less intense stretching. The inflammatory response pattern for the post-exercise CRP values found in the present study reveals a number of similarities with the aforementioned studies in terms of the marked increase in CRP immediately after exercise, which was compared between the different flexibility protocols.

Regarding the effect of flexibility training on the other inflammatory markers, IL-6 increased significantly 24 h after maximal stretching, possibly triggering a proinflammatory environment. However, there was no significant rise in IL-10 at any of the assessment times. Increases in IL-6

levels associated with higher post-exercise CRP suggest that maximal stretching was responsible for the inflammation (Apostolopoulos et al., 2015b).

Despite not specifically addressing flexibility, we observed conflicting evidence when we compared our findings with those in the literature on inflammatory responses to different exercise intensities. Pozzolo et al. (2020) found no differences in the acute effect of aerobic exercise at different intensities (65 to 70% and 80 to 85% of estimated heart rate) on pre- and post-exercise IL-6 and IL-10 concentrations in apparently healthy university students, despite inducing different inflammatory responses. Uchida et al. (2009) found no changes in IL-6 concentration 24 h after compared to pre-exercise when assessing inflammatory responses at four different supine exercise intensities (50% of one-repetition maximum 1RM, 75, 90, and 110%), maintaining total workload, in military personnel.

On the other hand, Ghafourian, Ashtary-Larky, Chinipardaz, Eskandary, and Mehavaran (2016) observed a transitory inflammatory reaction, with significant increases in IL-6 and IL-6/IL-10, immediately and 24 hours after intermittent treadmill running at 85% of VO₂max when compared to a single submaximal session (65% of VO₂max). These different results may be due to the fact that, in addition to the intensity factor and physical exercises, the extent of the inflammatory response is determined by the degree of muscle damage, magnitude of the inflammation and injury-specific interaction between muscle and the invading inflammatory cells (Peake et al., 2017).

According to Peake et al. (2017), peak IL-6 serum level is reached at the end of exercise or shortly afterwards, followed by a rapid decline, then returning to basal levels. Thus, the combination between modality, intensity, and duration of the physical activity determines the magnitude of exercise-induced plasma IL-6 concentration. In the present study, we observed significant increases in IL-6 24 h after an intense flexibility exercise session but were unable to measure IL-6 values over longer times, precluding establishing a greater timeline or moments that could signal a possible return to basal values.

Thus, it is believed that physical exercise can modulate the immunological system via a local response, characterised by increased IL-6 expression in the active muscle, which subsequently stimulates the rise in systemic IL-10 levels (Neves et al., 2014). However, the IL-10 values obtained here did not trigger a sufficient anti-inflammatory reaction to release IL-10 after the application of different flexibility methods.

Our findings corroborate those reported by Cabral-Santos et al. (2019), who found no significant correlation between

exercise intensity and changes in IL-10 when assessing the response of this marker immediately after an acute physical exercise session in healthy adults. However, our data conflict with those obtained by Cerqueira, Marinho, Neiva and Lourenço (2020), who reported an increase in IL-6 levels, followed by a rise in IL-10, which was more pronounced after intense exercise sessions. In the present study, IL-10 concentrations did not follow the increased IL-6 levels observed up to 24 h after exercise. Another factor that may explain this situation is related to exercise duration, given that the protocols used here applied a small amount of flexibility training. According to Cabral-Santos et al. (2019), exercise duration can be considered the most important factor in determining the magnitude of the increase in exercise-induced plasma IL-10.

A recent study concluded that high-intensity exercise causes acute inflammation followed by pain and performance impairment, confirmed by changes in post-exercise biochemical and immunological markers. However, after fifteen days, the values returned to baseline levels, suggesting that new overloads could be applied at the end of this process (Da Silva et al., 2021). In this sense, although acute inflammation is a transient inflammatory response and beneficial to the body, a persistent inflammatory response is associated with tissue dysfunction and pathology (Scheffer & Latini, 2020).

Thus, exercise practitioners, athletes, and coaches need to be aware of flexibility exercise intensity to avoid possible acute inflammation that could compromise (or impair) the application of new overloads. This consideration allows the monitoring of adaptive responses for an adequate balance between applied overload and recovery, preventing injuries and avoiding non-functional overreaching (Antunes Neto, Almeida, & Campos, 2017).

The limitations of the present study include difficult-to-control factors such as diet one week before and during the experimental procedure, emotional stress, and sleep of the study participants, in addition to the non-blinding of subjects and the researchers who applied the training protocols. However, the examiners were blinded to the laboratory analysis findings.

CONCLUSIONS

In summary, maximal stretching promoted increases in the inflammatory markers CRP and IL-6, with no changes in IL-10, in young-trained military personnel. As such, this method was more efficient in triggering a proinflammatory environment when compared to submaximal stretching as a function of having used greater exercise intensity. From a practical standpoint, our results suggest that maximal

stretching should be prescribed with caution, given that its inflammatory potential may intensify muscle damage, affect acute recovery, and compromise performance. Moreover, we highlight the importance of distinguishing the submaximal and maximal stretching due to their specific impact on inflammatory profile.

Future research analysing a more diverse set of biomarkers of muscle damage and inflammation over a longer time course could help us understand the causes of inflammation and the time needed for muscle recovery when a new overload could be applied without muscle damage.








REFERENCES

- Antunes Neto, J. M. F., Almeida, J. P. E., & Campos, M. F. (2017). Análise de marcadores celulares e bioquímicos sanguíneos para determinação de parâmetros de monitoramento do treinamento de praticantes de musculação. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, 11(70), 778-783.
- Apostolopoulos, N. C. (2018). *Stretch intensity and the inflammatory response: a paradigm shift*. Cham: Springer International. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-96800-1>
- Apostolopoulos, N. C., Lahart, I. M., Plyley, M. J., Taunton, J., Nevill, A. M., Koutedakis, Y., Wyon, M., & Metsios, G. S. (2018). The effects of different passive static stretching intensities on recovery from unaccustomed eccentric exercise: a randomised controlled trial. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 43(8), 806-815. <https://doi.org/10.1139/apnm-2017-0841>
- Apostolopoulos, N. C., Metsios, G. S., Nevill, A. M., Koutedakis, Y., & Wyon, M. (2015a). Stretch intensity vs. inflammation: a dose-dependent association? *International Journal of Kinesiology and Sports Science*, 3(1), 1-6. <https://doi.org/10.7575/aiac.ijkss.v.3n.1p.27>
- Apostolopoulos, N. C., Metsios, G. S., Taunton, J., Koutedakis, Y., & Wyon, M. (2015b). Acute inflammation response to stretching: a randomised trial. *Italian Journal of Sports Rehabilitation and Posturology*, 2(4), 368-381. <https://doi.org/10.17385/ItaJSRP.015.3008>
- Beck, T. W. (2013). The importance of a priori sample size estimation in strength and conditioning research. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(8), 2323-2337. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318278eeea0>
- Behm, D. G., Blazevich, A. J., Kay, A. D., & McHugh, M. (2016). Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 41(1), 1-11. <https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0235>
- Berrueta, L., Muskaj, I., Olenich, S., Butler, T., Badger, G. J., Colas, R. A., Spite, M., Serhan, C. N., & Langevin, H. M. (2016). Stretching Impacts Inflammation Resolution in Connective Tissue. *Journal of Cellular Physiology*, 231(7), 1621-1627. <https://doi.org/10.1002/jcp.25263>
- Cabral-Santos, C., Lima Junior, E. A., Fernandes, I. M. da C., Pinto, R. Z., Rosa-Neto, J. C., Bishop, N. C., & Lira, F. S. (2019). Interleukin-10 responses from acute exercise in healthy subjects: a systematic review. *Journal of Cellular Physiology*, 234(7), 9956-9965. <https://doi.org/10.1002/jcp.27920>
- Cerqueira, É., Marinho, D. A., Neiva, H. P., & Lourenço, O. (2020). Inflammatory effects of high and moderate intensity exercise: a systematic review. *Frontiers in Physiology*, 10, 1550. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01550>

- Chaabene, H., Behm, D., Negra, Y., & Granacher, U. (2019). Acute effects of static stretching on muscle strength and power: an attempt to clarify the previous caveats. *Frontiers in Physiology*, 10, 1468. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01468>
- Dantas, E. H. M., Carvalho, J. L., & Fonseca, R. M. (1997). O protocolo LABIFIE de goniometria. *Treinamento Desportivo*, 2(3), 21-34.
- Dantas, E. H. M., & Conceição, M. C. de S. C. (2017). Flexibilidade: mitos e fatos. *Revista de Educação Física*, 86(4), 279-283. <https://doi.org/10.37310/ref.v86i4.470>
- Dantas, E. H. M., Salomão, P. T., Vale, R. G. de S., Achour Júnior, A., Simão, R., & Figueiredo, N. M. A. (2008). Escala de esforço percebido na flexibilidade (PERFLEX): um instrumento adimensional para se avaliar a intensidade? *Fitness & Performance Journal*, 7(5), 289-294. <https://doi.org/10.3900/fpj.7.5.289.p>
- Da Silva, V. F., Braga, J. C., Santos, K. M., Oliveira, G. L., Oliveira, T. A. P., Teixeira, A. M., Marinho, D. A., Silva, A. J. R. M., Albuquerque, A. P. A., Brandão, P. P., Bello, M. N. D., Guimarães, A. C., Maia, B. D. C., Lima, E. B. R., Coelho, R. R., Santos, C. A. S., Bezerra, J. C. P., Moraes Filho, J. A., Scudese, E., ... Valentim-Silva, J. R. (2021). Pain, inflammation and performance can predict the ideal moment to apply new overload. *International Scientific Journal of Kinesiology*, 14(1), 32-41.
- Deyhle, M. R., Gier, A. M., Evans, K. C., Eggett, D. L., Nelson, W. B., Parcell, A. C., & Hyldahl, R. D. (2016). Skeletal muscle inflammation following repeated bouts of lengthening contractions in humans. *Frontiers in Physiology*, 6, 424. <https://doi.org/10.3389/fphys.2015.00424>
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G., & Buchner, A. (2007). G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39(2), 175-191. <https://doi.org/10.3758/BF03193146>
- Gerdijan, N., Perić, D., Ljuobojević, A., & Vukić, Ž. (2021). Effects of static and dynamic stretching exercises on unilateral hamstring to quadriceps strength ratio. *Advances in Physical Education*, 11(1), 89-102. <https://doi.org/10.4236/ape.2021.111007>
- Ghafourian, M., Ashtary-Larky, D., Chinipardaz, R., Eskandary, N., & Mehavaran, M. (2016). Inflammatory biomarkers' response to two different intensities of a single bout exercise among soccer players. *Iranian Red Crescent Medical Journal*, 18(2), e21498. <https://doi.org/10.5812/ircmj.21498>
- Jackson, A., & Pollock, M. (1978). Generalised equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition*, 40(3), 497-504. <https://doi.org/10.1079/bjn19780152>
- Jacobs, C. A., & Sciascia, A. D. (2011). Factors that influence the efficacy of stretching programs for patients with hypomobility. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 3(6), 520-523. <https://doi.org/10.1177/1941738111415233>
- Lakens, D. (2013). Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: a practical primer for t-tests and ANOVAs. *Frontiers in Psychology*, 4, 863. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00863>
- Lee, E. C., Fragala, M. S., Kavouras, S. A., Queen, R. M., Pryor, J. L., & Casa, D. J. (2017). Biomarkers in Sports and Exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(10), 2920-2937. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002122>
- Neves, P. R. da S., Tenório, T. R. dos S., Muniz, M. T. C., Valle Neto, L. M. do, Botero, J. P., Oyama, L. M., & Prado, W. L. do. (2014). Efeitos de diferentes intensidades de exercício sobre a concentração sérica de interleucinas. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, 28(4), 545-552. <https://doi.org/10.1590/1807-55092014000400545>
- Nogueira, C. J., Sampaio, A. de O., Silva, A. G. da, Senna, G. W., Conceição, M. C. de S. C., Brandão, P. P., & Dantas, E. H. M. (2020). Amplitude de movimento de militares submetidos a 12 semanas de alongamento com diferentes intensidades. *Educación Física y Ciencia*, 22(3), e135. <https://doi.org/10.24215/23142561e135>
- Peake, J. M., Neubauer, O., Della Gatta, P. A., & Nosaka, K. (2017). Muscle damage and inflammation during recovery from exercise. *Journal of Applied Physiology*, 122(3), 559-570. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00971.2016>
- Pedersen, B. K. (2019). The physiology of optimising health with a focus on exercise as medicine. *Annual Review of Physiology*, 81(1), 607-627. <https://doi.org/10.1146/annurev-physiol-020518-114339>
- Pizza, F. X., Koh, T. J., McGregor, S. J., & Brooks, S. V. (2002). Muscle inflammatory cells after passive stretches, isometric contractions, and lengthening contractions. *Journal of Applied Physiology*, 92(6), 1873-1878. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01055.2001>
- Pozzolo, B. A., Fonseca, V. F. da, Guedes, A. A., Oliveira, G. L. de, Dietrich, D., Lima, E. M., Santos, T. C., Panacioni, F., Iagher, F., & Ulbrich, A. Z. (2020). Acute effect of aerobic exercise of different intensities in cytokines of university students. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 26(6), 493-497. <https://doi.org/10.1590/1517-869220202606223616>
- Scheffer, D. da L., & Latini, A. (2020). Exercise-induced immune system response: Anti-inflammatory status on peripheral and central organs. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Basis of Disease*, 1866(10), 165823. <https://doi.org/10.1016/j.bbadis.2020.165823>
- Shephard, R. J. (1988). PAR-Q, Canadian home fitness test and exercise screening alternatives. *Sports Medicine*, 5(3), 185-195. <https://doi.org/10.2165/00007256-198805030-00005>
- Silva, F. O. C. da, & Macedo, D. V. (2011). Exercício físico, processo inflamatório e adaptação: uma visão geral. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 13(4), 320-328. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2011v13n4p320>
- Siri, W. E. (1993). Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. 1961. *Nutrition*, 9(5), 480-491.
- Thomas, D. T., Erdman, K. A., & Burke, L. M. (2016). Nutrition and athletic performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(3), 543-568. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000852>
- Uchida, M. C., Nosaka, K., Ugrinowitsch, C., Yamashita, A., Martins, E., Moriscot, A. S., & Aoki, M. S. (2009). Effect of bench press exercise intensity on muscle soreness and inflammatory mediators. *Journal of Sports Sciences*, 27(5), 499-507. <https://doi.org/10.1080/02640410802632144>

Caracterização térmica em atletas profissionais de voleibol

Thermal characterization in professional volleyball athletes

João Pedro Rayol Marinho^{1*} , Matheus Santos Cerqueira¹ ,
Hamilton Henrique Teixeira Reis¹ , Maurício Gattás Bara Filho² ,
Alisson Gomes da Silva^{1,3} , Cristiane Mara de Rezende¹ ,
João Carlos Bouzas Marins¹ 

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi estabelecer o perfil térmico de membros superiores, inferiores e tronco de jogadores de voleibol de alto rendimento, além de avaliar o nível de simetria térmica de regiões corporais bilaterais. Foram obtidos termogramas de 14 jogadores de voleibol de alto rendimento, do sexo masculino, vinculados a uma equipe brasileira de elite (idade: 19,4± 2,6 anos, massa corporal: 82,4± 13,6 kg, estatura: 190,3± 10,4 cm, gordura corporal: 11,9%). A temperatura da pele média e máxima foi mensurada nos antebraços, braços, ombros, coxas, pernas e na região do tronco. O teste T independente foi usado para comparar a temperatura de regiões bilaterais. Foi encontrada similaridade térmica entre os lados direito e esquerdo em todas regiões corporais bilaterais analisadas ($p > 0.05$). As diferenças térmicas bilaterais médias foram consideradas clinicamente aceitáveis em todas regiões corporais ($\leq 0.49^\circ\text{C}$), com tamanhos de efeito variando entre insignificante e pequeno. Em conclusão, jogadores de voleibol de alto rendimento apresentam simetria térmica bilateral nos membros superiores e inferiores, sugerindo uma avaliação termográfica normal indicativa de ausência de lesão. Valores de temperatura da pele do tronco são mais elevados que nos membros superiores e inferiores.

PALAVRAS-CHAVE: voleibol; temperatura cutânea; termorregulação; termografia.

ABSTRACT

This study aimed to establish the skin temperature thermal profile of upper- and lower-body for high-performance volleyball players and evaluate the thermal symmetry of contralateral body regions. Thermograms were obtained from 14 male volleyball players (age: 19.4± 2.6 years, body mass: 82.4± 13.6 kg, height: 190.3± 10.4 cm, body fat: 11.9%), members of an elite Brazilian team. Average and maximum skin temperatures were measured in the forearms, arms, shoulders, thighs, legs, and trunk region. The independent T-test was used to compare the temperature between bilateral body regions. We observed thermal similarity between the right and left sides in all analyzed body regions ($p > 0.05$). In all body regions, mean bilateral thermal differences were considered clinically acceptable ($\leq 0.49^\circ\text{C}$), with effect sizes ranging between insignificant and small. In conclusion, high-performance volleyball players show contralateral thermal symmetry in their upper and lower limbs, suggesting a normal thermographic assessment indicative of injuries. The trunk's skin temperature values are higher when compared to lower and upper limbs.

KEYWORDS: volleyball; skin temperature; thermoregulation; thermography.

¹Laboratório de Performance Humana, Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Viçosa – Viçosa (MG), Brasil.

²Faculdade de Educação Física e Desportos, Universidade Federal de Juiz de Fora – Juiz de Fora (MG), Brasil.

³Escola Preparatória de Cadetes do Ar, Força Aérea Brasileira – Barbacena (MG), Brasil.

*Autor correspondente: Avenida PH Rolfs, s/n, Campus Universitário, Centro – CEP: 36570-000 – Viçosa (MG), Brasil.

E-mail: joao.rayol@ufv.br

Conflito de interesses: nada a declarar. **Fonte de financiamento:** Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais.

Recebido: 12/07/2021. **Aceite:** 10/10/2021.

INTRODUÇÃO

Atletas de voleibol de alto rendimento são submetidos a inúmeras sessões de treinos físicos, técnicos e táticos. As rotinas são caracterizadas por movimentos repetitivos como saltos, bem como por ações técnicas realizadas acima do plano de altura do jogador, que podem favorecer um grande estresse mecânico na articulação dos ombros (Seminati & Minetti, 2013; Reitmayer, 2019). Nesse contexto, gerenciar adequadamente as cargas de treinamento, bem como a resposta individual à essas cargas, compreende uma ação importante para maximizar o desempenho e prevenir lesões e *overtraining* (Gabbett, 2016; Kellmann et al., 2018).

Várias estratégias que contribuem para esse processo vão desde o monitoramento de parâmetros bioquímicos (Lee et al., 2017) como a creatina quinase (CK), nível de cortisol, ferro e ureia, passando por respostas autonômicas como análise da variabilidade da frequência cardíaca (Hernández-Cruze et al., 2017), monitoramento do sono (Bonnar, Bartel, Kakoschke, & Lang, 2018) e do status neuromuscular por meio de testes físicos como o *countermovement jump* (Claudino et al., 2019). Além disso, recentemente, tem sido proposto uma análise do perfil térmico dos atletas pela termografia infravermelha (TI) (Gómez-Carmona, Fernández-Cuevas, Sillero-Quintana, Arnaiz-Lastras, & Navandar, 2020).

A determinação do perfil térmico do atleta compreende estabelecer o padrão térmico que o atleta apresenta formando uma linha de base. Essa linha varia em função da musculatura e articulação analisada, influenciada ainda pelas cargas de treino ou competições, além do período de recuperação. Isto promove uma onda térmica que é determinada por características individuais. O segundo ponto de análise compreende um monitoramento do nível de assimetria térmica bilateral. Em condições normais, espera-se uma similaridade térmica entre regiões corporais bilaterais e, dessa forma, a técnica é capaz de detectar diferenças entre essas regiões e antecipar um possível surgimento lesivo na musculatura (Marins et al., 2014a; Maior, Leporace, Tannure, & Marocolo, 2017). Os ajustes na carga de treinamento realizados com base no monitoramento de assimetrias térmicas têm se mostrado eficientes em reduzir a incidência de lesões em futebolistas profissionais ao longo de uma temporada (Côte et al., 2019; Gómez-Carmona et al., 2020). Diante disso, Marins, Fernández-Cuevas, Arnaiz-Lastras, Fernandes e Sillero-Quintana (2015) propuseram que diferenças térmicas bilaterais $\leq 0,4^{\circ}\text{C}$ são consideradas normais, ao passo que o surgimento de assimetrias de $0,5 - 0,7^{\circ}\text{C}$ demanda novas avaliações, e valores com maior magnitude ($0,8 - 1^{\circ}\text{C}$) requerem ações preventivas ou até mesmo o afastamento temporário do atleta de suas rotinas de treinamento e uma avaliação médica mais precisa.

Ainda que haja classificações gerais de assimetria, é importante analisar o perfil térmico específico por modalidade, considerando que cada esporte possui sua especificidade (Moreira et al., 2021). Nesse sentido, também é possível perceber, a partir dos valores em condições de repouso, as respostas da temperatura da pele (TP) para cada Região Corporal de Interesse (RCI) e, a partir disso, monitorar o seu comportamento de acordo com as necessidades de cada atleta, a fim de analisar alterações térmicas individualmente e, assim, auxiliar na prevenção de lesões (Marins et al., 2014b; Maior et al., 2017; Sanchez, Mejías-Martínez, Valero-Campo, & Bataller-Cervero, 2017). O uso dessa ferramenta no voleibol profissional é de extrema importância pois, embora a média de lesões por esforço repetitivo seja relativamente baixa, Verhage, Beek, Bouter, Bahr, e Mechelen (2004) verificaram que os atletas que permaneceram mais tempo afastados das quadras são justamente os que sofreram esse tipo de trauma, impactando também em aspectos econômicos da equipe.

Portanto, após uma busca na base de dados *Pubmed* com as palavras-chave “Thermography and volleyball” realizado em treze de Maio de 2020, não ter apresentado nenhum estudo, é indicado expor valores de temperatura expressos em condições de repouso em atletas de voleibol de alto nível para o estabelecimento de um padrão em análises com a técnica termográfica, colaborando assim com o corpo técnico para o uso desta ferramenta como ação preventiva de lesões. Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi traçar o perfil térmico de membro superiores, inferiores e tronco de jogadores de voleibol de alto rendimento, além de avaliar o nível de simetria térmica de RCIs bilaterais. Foi hipotetizado que os atletas apresentariam similaridade térmica nas regiões bilaterais analisadas, e que a TP de RCIs centrais (tronco) seriam mais elevadas que a TP dos membros superiores e inferiores.

MÉTODO

Amostra

Este estudo transversal analisou 14 atletas de voleibol masculino profissional (idade: $19,4 \pm 2,6$ anos, massa corporal: $82,4 \pm 13,6$ kg, estatura: $190,3 \pm 10,4$ cm, gordura corporal: $11,9 \pm 4,4\%$) vinculados a uma equipe brasileira de primeira divisão da Superliga. No momento da coleta, eles encontravam-se na semana inicial de avaliações da pré-temporada. Os atletas foram esclarecidos sobre os procedimentos e objetivos do estudo e, após concordarem em participar, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ou o Termo de Assentimento (menores de idade e pais ou responsáveis). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em

Pesquisa com seres humanos da Universidade local (CAAE 44856821.0.0000.5.153) e seguiu os critérios da legislação brasileira de acordo com as normas da Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde.

Alguns fatores que podem interferir na precisão das imagens (Fernández-Cuevas et al., 2015) foram considerados como critérios de exclusão: a) histórico de lesão osteomioarticular nos últimos dois meses; b) ter realizado tratamento dermatológico nas RCIs horas antes da coleta; c) estivesse consumindo medicamentos anti-inflamatórios, antitérmicos ou diuréticos; d) em estado febril nos últimos sete dias; e) estivesse consumindo algum suplemento nutricional que pudesse influenciar na homeostase hídrica ou temperatura corporal nos últimos 15 dias que antecederam a coleta; f) tivesse feito alguma tatuagem nos últimos três meses.

Procedimentos

Os procedimentos de aquisição das imagens térmicas seguiram as recomendações de um consenso sobre avaliação

termográfica na área do exercício e medicina do esporte (Moreira et al., 2017). Os participantes não ingeriram bebida alcoólica ou café, não ficaram expostos ao sol e não tomaram banho próximo da avaliação. Além disso, não foi realizada atividade física intensa, treino ou testes físicos nas 48h antes da coleta. A coleta de dados ocorreu entre 15 e 16 h em uma sala climatizada (temperatura: $22,5 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$, umidade relativa: $66,9 \pm 0,8\%$). A fim de estabilizar a TP, todos participantes cumpriram no mínimo 10 minutos de aclimação na sala (Marins et al., 2014c). Durante a aclimação, eles ficaram posicionados sobre uma superfície de madeira, usaram sunga e foram orientados a não cruzarem os braços, não se coçarem, não encostarem em outros. Não houve ventilação direcionada aos participantes nem dispositivos eletrônicos ligados na sala.

Em seguida, foram obtidos quatro termogramas por atleta (membros superiores/tronco e membros inferiores, na visão anterior e posterior) (Figura 1) com uma câmera infravermelha T420 (FLIR®, Estocolmo, Suécia), com faixa de detecção

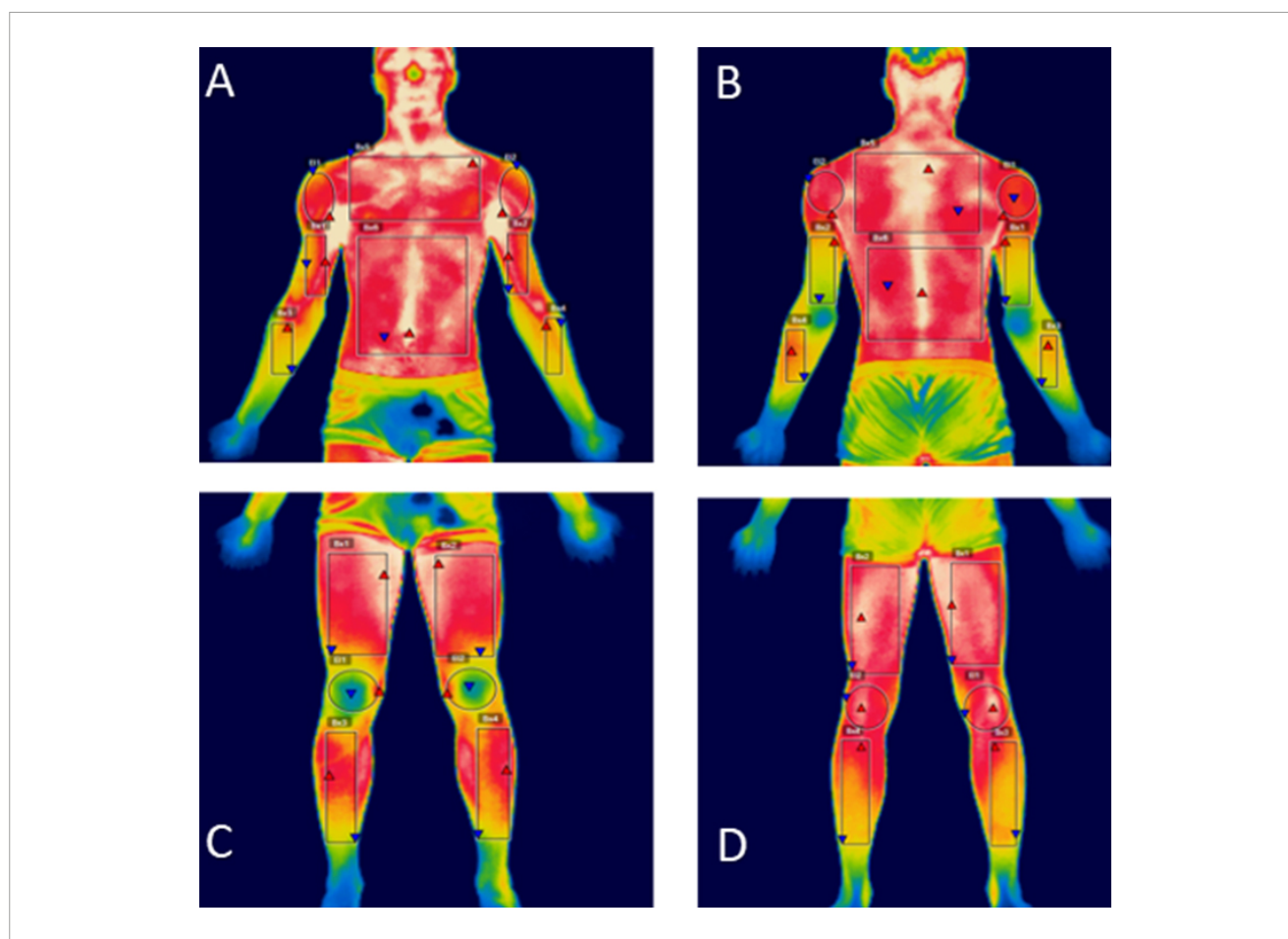


Figura 1. Regiões corporais de interesse analisadas em quatro termogramas obtidos. membros superiores/tronco na visão (A) anterior e (B) posterior, e membros inferiores na visão (C) anterior e (D) posterior.

de temperatura entre - 20 e 650°C, precisão de 2%, sensibilidade $\leq 0,05^\circ\text{C}$, banda de spectral dos infravermelhos de 7,5 a 13 μm , taxa de atualização de 60 Hz, foco automático e resolução de 320 \times 240 pixels. A câmera foi ligada com antecedência de 15 min para permitir a estabilização do sensor, e foi apoiada em um tripé (WF®, WT 3770, Manaus, Brasil) a 3 m de distância dos avaliados, perpendicular às RCIs. A emissividade foi configurada em 0,98 (Moreira et al., 2017).

Os termogramas foram analisados no software Flir Tools 4.1 (Flir®, Estocolmo, Suécia), onde as RCIs foram delimitadas manualmente. Assim, os valores de TP média e máxima do peitoral, abdômen, dorsal superior, lombar, braço, antebraço, coxa, joelho e perna foram obtidos. Pontos anatômicos utilizados previamente em outros estudos foram adotados como referência para guiar a delimitação das RCIs (Marins et al., 2014a, 2014b; Stroppa et al., 2017). A Figura 1 apresenta termogramas de um participante com as RCIs delimitadas.

Análise estatística

A normalidade dos dados foi verificada a partir do teste de Shapiro-Wilk, e os resultados foram expressos em média (M) e desvio padrão (DP). As diferenças térmicas entre RCIs bilaterais foram calculadas subtraindo a média de temperatura do lado direito pela média do lado esquerdo. O teste T independente foi usado para comparar a TP entre os lados direito e esquerdo de cada RCI, considerando como nível de significância um valor de $p \leq 0,05$. Além disso, o tamanho do efeito (TE) foi calculado para as diferenças bilaterais com base no d de Cohen, considerando os valores $\leq 0,19$, $0,2-0,49$, $0,5-0,79$ e $\geq 0,8$ como os limites para efeitos insignificantes, pequenos, médios e grandes, respectivamente (Cohen, 2013). Por fim, a distribuição percentual das diferenças térmicas bilaterais foi quantificada em cinco zonas de temperatura ($\leq 0,49$, $0,5-0,79$, $0,8-1$, $1,1-1,59$ e $\geq 1,6^\circ\text{C}$) para cada RCI (Marins et al., 2014a). Os dados foram analisados no software SPSS (SPSS Inc., Chicago, IL), versão 20.0.

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta os valores de TP média e máxima das RCI bilaterais, bem como a diferença térmica bilateral. Para os valores médios de temperatura, foi observada uma temperatura estatisticamente similar entre os lados direito e esquerdo em todas as RCIs ($p > 0,05$). As diferenças térmicas médias variaram de 0 a $0,2^\circ\text{C}$, e a magnitude das assimetrias foi insignificante ou pequena com base no tamanho do efeito.

Quanto aos resultados de TP máxima, não houve diferença de temperatura entre RCIs bilaterais ($p > 0,05$). As diferenças térmicas bilaterais foram $\leq 0,3^\circ\text{C}$ com TE

entre insignificante e pequeno; com exceção para o braço (visão anterior), onde a magnitude do efeito foi moderada e a assimetria foi de $0,4^\circ\text{C}$.

As Tabelas 2 e 3 mostram a distribuição percentual referente às diferenças térmicas bilaterais para TP média (Tabela 2) e máxima (Tabela 3). Em todas as RCIs, a maioria das assimetrias se concentraram em uma zona de temperatura $< 0,49^\circ\text{C}$, seguida pela zona de $0,5$ a $0,79^\circ\text{C}$. Contudo, para a TP média (visão anterior), houve dois casos de assimetrias de $0,8$ a 1°C no antebraço e joelho, um caso na perna, além de um caso $> 1,6^\circ\text{C}$ no joelho. Já para a TP máxima, houve casos individuais de assimetrias $> 0,8^\circ\text{C}$ no antebraço (visão anterior), braço e ombro (visão posterior), bem como nos membros inferiores (visão anterior e posterior).

DISCUSSÃO

O principal achado deste estudo foi a identificação de simetria térmica em RCIs bilaterais de atletas de voleibol de alto rendimento, tanto para valores de TP média quanto para máxima (Tabela 1). Além disso, do ponto de vista clínico, as diferenças bilaterais observadas são consideradas aceitáveis pois foram insignificantes ou pequenas, com base no cálculo do TE, e não excederam em média $0,4^\circ\text{C}$ (Marins et al., 2015). Dessa forma, nossos resultados reforçam e estão em consonância com trabalhos prévios similares realizados em condições de repouso em atletas de base feminino de voleibol (Morais, Araújo, Carvalho, Sousa & Cruz, 2017; Sanchez et al., 2017).

Em relação às RCIs analisadas do tronco (Tabela 3), em maioria, apresentaram valores de TP (média e máxima) maiores do que os membros superiores e inferiores. Tal fato ocorre, pois, na região central do corpo estão localizados órgãos como o coração, fígado, intestino, que necessitam de um maior aporte sanguíneo, e conseqüentemente produzem uma maior quantidade de calor metabólico se comparado às regiões distais. Esse comportamento também foi visto em outro estudo realizado em adultos saudáveis (Marins et al., 2014a).

Visto que todos os atletas não apresentavam qualquer quadro lesivo, os resultados reforçam que, em condições normais, e com um padrão de referência para avaliação termográfica de jogadores de voleibol de alto rendimento, deve haver simetria térmica entre RCIs contralaterais. Ainda não há um consenso estabelecido para valores de temperatura entre uma RCI e sua região contralateral em indivíduos normais e em atletas. Alguns estudos apresentaram diferentes valores para população de não atletas, chegando a $0,3^\circ\text{C}$ (Brioschi et al., 2009; Marins et al., 2014a); $0,4$ (Pichot, 2001) ou $0,5^\circ\text{C}$ (Selfe, Whitaker, & Hardaker, 2008). Para os atletas de alto

Tabela 1. Temperatura média, temperatura máxima da pele (°C) e diferença térmica bilateral das RCI analisadas.

Região corporal	TP MÉDIA (°C)					TP MÁXIMA (°C)				
	M	DP	Dif.	p	TE	M	DP	Dif.	p	TE
Visão anterior										
Antebraço direito	31.7	0,5	0.2	0.437	0.40	32.6	0.5	0.1	0.401	0.18
Antebraço esquerdo	31.9	0.5				32.7	0.6			
Braço direito	32.9	0.5	0.1	0.678	0.20	34.4	0.6	0.4	0.124	0.67
Braço esquerdo	32.8	0.5				34.0	0.6			
Ombro direito	33.0	0.7	0	0.909	0	34.2	0.8	0.1	0.674	0.12
Ombro esquerdo	33.0	0.6				34.3	0.8			
Coxa direita	31.4	0.8	0.2	0.641	0.25	32.8	1.0	0.3	0.371	0.32
Coxa esquerda	31.2	0.8				32.5	0.9			
Joelho direito	29.0	0.7	0.1	0.873	0.12	30.9	0.9	0.1	0.670	0.09
Joelho esquerdo	29.1	0.9				31.0	1.2			
Perna direita	31.3	0.4	0.1	0.828	0.22	32.8	0.6	0.3	0.204	0.42
Perna esquerda	31.4	0.5				32.5	0.6			
Peitoral	33.2	0.8	-	-	-	35.2	0.6	-	-	-
Abdômen	33.1	0.8	-	-	-	34.6	0.6	-	-	-
Visão posterior										
Antebraço direito	31.3	0.7	0.2	0.836	0.27	32.3	0.7	0.2	0.329	0.27
Antebraço esquerdo	31.5	0.8				32.5	0.8			
Braço direito	30.2	0.9	0	0.935	0	31.5	1.2	0.1	0.721	0.08
Braço esquerdo	30.2	0.9				31.4	1.2			
Ombro direito	32.4	1.0	0.1	0.939	0.10	33.6	0.9	0.2	0.484	0.21
Ombro esquerdo	32.5	1.0				33.4	1.0			
Coxa direita	31.4	0.8	0	0.981	0	32.6	0.7	0.1	0.617	0.15
Coxa esquerda	31.4	0.8				32.5	0.6			
Joelho direito	31.9	0.6	0.1	0.746	0.17	33.1	0.7	0.1	0.811	0.14
Joelho esquerdo	31.8	0.6				33.0	0.6			
Perna direita	31.0	0.6	0.1	0.701	0.15	32.2	0.7	0	0.904	0.0
Perna esquerda	30.9	0.7				32.2	0.8			
Dorsal superior	33.4	0.7	-	-	-	34.8	0.8	-	-	-
Lombar	32.8	1.0	-	-	-	34.6	0.7	-	-	-

TP: temperatura da pele; Dif: diferença de da pele entre os lados; *diferença significativa de temperatura entre os lados direito e esquerdo (p≤ 0,05); TE: tamanho do efeito.

Tabela 2. Distribuição percentual de diferença térmica bilateral para temperatura média.

Região corporal	Zona de temperatura (°C)				
	≤ 0.49	0.5–0.79	0.8–1.0	1.1–1.59	≥ 1.6
Anterior					
Antebraço	57%	29%	14%	0%	0%
Braço	93%	7%	0%	0%	0%
Ombro	86%	14%	0%	0%	0%
Coxa	93%	7%	0%	0%	0%
Joelho	64%	14%	14%	0%	7%
Perna	64%	29%	7%	0%	0%
Posterior					
Antebraço	79%	21%	0%	0%	0%
Braço	93%	7%	0%	0%	0%
Ombro	86%	14%	0%	0%	0%
Coxa	93%	7%	0%	0%	0%
Joelho	86%	14%	0%	0%	0%
Perna	79%	21%	0%	0%	0%

Tabela 3. Distribuição percentual de diferença térmica bilateral para temperatura máxima.

Região corporal	Zona de temperatura (°C)				
	≤ 0.49	0.5–0.79	0.8–1.0	1.1–1.59	≥ 1.6
Anterior					
Antebraço	57%	29%	7%	7%	0%
Braço	57%	43%	0%	0%	0%
Ombro	57%	43%	0%	0%	0%
Coxa	64%	21%	7%	7%	0%
Joelho	50%	29%	0%	14%	7%
Perna	57%	7%	21%	14%	0%
Posterior					
Antebraço	86%	14%	0%	0%	0%
Braço	21%	50%	14%	14%	0%
Ombro	64%	21%	14%	0%	0%
Coxa	71%	14%	7%	7%	0%
Joelho	71%	21%	7%	0%	0%
Perna	29%	43%	7%	21%	0%

rendimento, Hildebrandt, Raschner, e Ammer (2010) definiram um valor de $0,7^{\circ}\text{C}$ como valor máximo aceitável de assimetria, sendo que, mais recentemente, Marins et al. (2015) classificaram como limite de assimetria até $0,4^{\circ}\text{C}$.

Desse modo, os valores médios de assimetria presentes nesse estudo estão de acordo com os trabalhos existentes na literatura. No entanto, é necessário ampliar o conhecimento acerca de uma faixa de normalidade de assimetria térmica em atletas de voleibol, visto que nós avaliamos os atletas apenas no momento de retorno de férias, e que os trabalhos existentes foram realizados apenas com o público feminino em categorias de base, avaliando as alterações decorrentes das partidas e treinamentos (Morais et al., 2017; Sanchez et al., 2017). Por outro lado, em algumas modalidades há estudos que estabeleceram um perfil de simetria térmica. No futebol, por exemplo, alguns autores investigaram atletas de categoria de base (Marins et al., 2014b) e profissionais (Maior et al., 2017). Nesse sentido, é importante destacar que o perfil térmico é dependente da modalidade praticada, pois pode sofrer influência de diversos fatores, como o caráter cíclico ou acíclico, a predominância de membros inferiores ou superiores, ou pela utilização excessiva do membro dominante, como são observados em jogadores de futebol (Gómez-Carmona et al., 2020) ou em atletas de judô (Moreira et al., 2021). Nesses casos, a assimetria térmica pode ser considerada como uma característica do esporte, sem associação com risco de lesão.

Vale ressaltar que as RCI podem apresentar um desequilíbrio térmico em relação a sua área contralateral, o qual pode ser visualizado pela termografia a partir de áreas hipotérmicas ou hipertérmicas na pele, indicando a necessidade de uma avaliação mais detalhada para o diagnóstico da causa dessa alteração. Estudos prévios indicam que valores de assimetria térmica maiores que 1°C são fortes indicativos para o possível surgimento de um processo lesivo (Côrte et al., 2019; Gómez-Carmona et al., 2020). No nosso estudo, a amostra não apresentou valores médios de assimetria térmica maiores que 1°C (Tabelas 1 e 2), sendo que, na maioria das RCI analisadas, os valores foram inferiores a $0,5^{\circ}\text{C}$ (Tabelas 4 e 5). Esse quadro térmico reforça um estado de normalidade térmica e ausência de alterações na TP, e está de acordo com os valores observados em trabalhos realizados com indivíduos não atletas (Marins et al., 2014a).

Entretanto, alterações térmicas acima de $0,8^{\circ}\text{C}$ na TP média e máxima foram observadas em alguns jogadores (Tabelas 4 e 5). Para a TP média, houve 2 casos de assimetrias de $0,8-1^{\circ}\text{C}$ no antebraço e joelho anterior, 1 caso na perna anterior, além de 1 caso com assimetria $> 1,6^{\circ}\text{C}$ no joelho anterior (Tabela 4). Em relação a TP máxima, foram

verificados mais casos se comparado a TP média, retratando casos individuais de assimetrias $> 0,8^{\circ}\text{C}$ no antebraço anterior; braço e ombro posterior. Além disso, para os membros inferiores, foi constatado assimetria térmica de $0,8-1,6^{\circ}\text{C}$ para vista anterior e posterior. Logo, nós recomendamos que os atletas identificados com assimetrias elevadas sejam reavaliados nos dias seguintes e direcionados para exames complementares como imagem de ressonância magnética, dosagem de marcadores inflamatórios e testes funcionais. Isso ajudaria a identificar se as assimetrias observadas são decorrentes de problemas estruturais ou fisiológicos, ou se são habituais ao atleta em função de fatores como lesão antiga, cirurgia prévia etc.

Nesse sentido, as diversas ações técnicas realizadas ao longo de treinamentos e jogos, como por exemplo, bloqueio ou ataque, tendem a sobrecarregar as articulações dos ombros, assim como os saltos geram um forte estresse aos membros inferiores, pois os mesmos são exigidos tanto na fase de impulsão quanto na de queda (Dos Anjos et al., 2017). Associado a isso, por conta de um quadro constante de fadiga, os jogadores são impactados por um desequilíbrio dos músculos e articulações (Horta, Bara Filho, Coimbra, Werneck, & Miranda, 2019). Tais fatores podem promover lesões do tipo ligamentar (Baugh et al., 2018), luxações (Kilic, Maas, Verhagen, Zwerver, & Gouttebauge, 2017) e tendinites (Pires, Bini, Fernandes, & Setti, 2015), traumas estes, que são perceptíveis e captados pela TI.

Portanto, torna-se sugestivo a implementação da avaliação termográfica no cotidiano de equipes de voleibol profissional, tanto durante a pré-temporada quanto durante o período competitivo. Como já é visto em outras modalidades, essa técnica permite o acompanhamento longitudinal dos atletas, comparando-o com o próprio histórico de imagens, permitindo, se necessário, intervenções que visam prevenir lesões (Gómez-Carmona et al., 2020). No estudo de Côrte et al. (2019), foi verificado uma redução expressiva no número de lesões de atletas de futebol se comparado à temporada em que não foi utilizado a TI. Além disso, o tempo de afastamento por lesão, incidência de lesão muscular por atleta e o índice de lesão por sessão de treinamento, também diminuíram.

As limitações do estudo foram a falta de realização de exames sanguíneos como o de creatina quinase, além de exames de imagens, como ressonância magnética para analisar a relação entre casos de assimetrias de TIP superiores a $0,7^{\circ}\text{C}$ com algum problema físico na área. Estudos futuros devem monitorar longitudinalmente a simetria térmica de jogadores de vôlei e analisar o impacto da carga de treinamento e jogos no perfil térmico.

CONCLUSÕES

Atletas de voleibol de alto rendimento apresentam simetria térmica com diferenças na média de TP entre RCI bilaterais iguais ou menores que 0,4°C, além de valores normais de temperatura média e máxima para as RCIs do tronco. Esse padrão simétrico sugere que os atletas apresentaram uma avaliação termográfica normal. O presente trabalho fornece o primeiro perfil termográfico de jogadores de voleibol de alto nível e poderá servir como ponto de referência para novos estudos e para a prática profissional.

REFERÊNCIAS

- Baugh, C. M., Weintraub, G. S., Gregory, A. J., Djoko, A., Dompier, T. P., & Kerr, Z. Y. (2018). Descriptive epidemiology of injuries sustained in national collegiate athletic association men's and women's volleyball, 2013-2014 to 2014-2015. *Sports Health*, 10(1), 60-69. <https://doi.org/10.1177/1941738117733685>
- Bonnar, D., Bartel, K., Kakoschke, N., & Lang, C. (2018). Sleep interventions designed to improve athletic performance and recovery: A systematic review of current approaches. *Sports Medicine*, 48(3), 683-703. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0832-x>
- Brioschi, M. L., Cherem, A. J., Ruiz, R. C., Sardá, J. J., Silva, F. M., & Moraes, R. (2009). The use of infrared thermography in evaluating returns to work in an extended rehabilitation program (PRA). *Acta Fisiátrica*, 16(2), 87-92. <https://doi.org/10.5935/0104-7795.20090004>
- Claudino, J. G., Gabbet, T. J., De Sá Souza, H., Simim, M., Fowler, P., Borba, D. A., Melo, M., Bottino, A., Loturco, I., D'Almeida, V., Amadio, A. C., Serrão, J. C., & Nassiss, G. P. (2019). Which parameters to use for sleep quality monitoring in team sport athletes? A systematic review and meta-analysis. *BMJ Open Sport and Exercise Medicine*, 5(1), bmjsem-2018-000475. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2018-000475>
- Cohen, J. (2013). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2ª ed.). New York: Routledge.
- Côrte, A. C., Pedrinelli, A., Marttos, A., Souza, I. F. G., Grava, J., & José Hernandez, A. (2019). Infrared thermography study as a complementary method of screening and prevention of muscle injuries: Pilot study. *BMJ Open Sport and Exercise Medicine*, 5(1), e000431. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2018-000431>
- Dos Anjos, J. R. C., Munhoz, M. P., Celemi, L. G., Lopes, J. F., De Oliveira, W., Paschoali, L. R., & Gonçalves, R. D. (2017). Prevalência de lesões em jogadoras de voleibol profissional comparado com jogadoras amadoras nos fundamentos que exigem saltos. *Revista Saúde UniToledo*, 1(2), 124-139.
- Fernández-Cuevas, I., Marins, J. C. B., Astras, J. A., Carmona, P. M. G., Cano, S. P., García-Concepción, M. Á., & Sillero-Quintana, M. (2015). Classification of factors influencing the use of infrared thermography in humans: A review. *Infrared Physics and Technology*, 71, 28-55. <https://doi.org/10.1016/j.infrared.2015.02.007>
- Gabbett, T. J. (2016). The training-injury prevention paradox: Should athletes be training smarter and harder? *British Journal of Sports Medicine*, 50(5), 273-280. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095788>
- Gómez-Carmona, P., Fernández-Cuevas, I., Sillero-Quintana, M., Arnaiz-Lastras, J., & Navandar, A. (2020). Infrared thermography protocol on reducing the incidence of soccer injuries. *Journal of Sport Rehabilitation*, 29(8), 1222-1227. <https://doi.org/10.1123/jsr.2019-0056>
- Hernández-Cruz, G., Quezada-Chacon, J. T., González-Fimbres, R. A., Flores-Miranda, F. J., Naranjo-Orellana, J., & Rocio Rangel-Colmenero, B. (2017). Effect of consecutive matches on heart rate variability in elite. *Journal of Sport Psychology*, 26(Supl. 2), 9-14.
- Hildebrandt, C., Raschner, C., & Ammer, K. (2010). An overview of recent application of medical infrared thermography in sports medicine in Austria. *Sensors*, 10(5), 4700-4715. <https://doi.org/10.3390/s100504700>
- Horta, T. A. G., Bara Filho, M., Coimbra, D. R., Werneck, F. Z., & Miranda, R. (2019). Training load profile in high performance volleyball: A case study. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, 41(4), 419-426. <https://doi.org/10.1016/j.rbce.2018.06.008>
- Kellmann, M., Bertollo, M., Bosquet, L., Brink, M., Coutts, A. J., Duffield, R., Erlacher, D., Halson, S. L., Hecksteden, A., Heidari, J., Kallus, K. W., Meeusen, R., Mujika, I., Robazza, C., Skorski, S., Venter, R., & Beckmann, J. (2018). Recovery and performance in sport: Consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(2), 240-245. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2017-0759>
- Kilic, O., Maas, M., Verhagen, E., Zwerver, J., & Gouttebarger, V. (2017). Incidence, aetiology and prevention of musculoskeletal injuries in volleyball: A systematic review of the literature. *European Journal of Sport Science*, 17(6), 765-793. <https://doi.org/10.1080/017461391.2017.1306114>
- Lee, E. C., Fragala, M. S., Kavouras, S. A., Queen, R. M., Pryor, J. L., & Casa, D. J. (2017). Biomarkers in sports and exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(10), 2920-2937. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002122>
- Maior, A. S., Leporace, G., Tannure, M., & Marocolo, M. (2017). Profile of infrared thermography in elite soccer players. *Motriz: Revista de Educação Física*, 23(2), e101654. <https://doi.org/10.1590/s1980-6574201700020013>
- Marins, J. C. B., Fernandes, A. A., Cano, S. P., Moreira, D. G., Silva, F. S., Costa, C. M., Fernandez-Cuevas, I., & Sillero-Quintana, M. (2014a). Thermal body patterns for healthy Brazilian adults (male and female). *Journal of Thermal Biology*, 42(1), 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2014.02.020>
- Marins, J. C. B., Fernandes, A. A., Moreira, D. G., Silva, F. S., Costa, C. M., Pimenta, E. M., & Sillero-Quintana, M. (2014b). Thermographic profile of soccer players' lower limbs. *Medicina del Deporte*, 7(1), 1-6.
- Marins, J. C. B., Moreira, D. G., Cano, S. P., Sillero-Quintana, M., Soares, D. D., Fernandes, A. A., Silva, F. S., Costa, C. M. A., & Amorim, P. R. S. (2014c). Time required to stabilize thermographic images at rest. *Infrared Physics and Technology*, 65, 30-35. <https://doi.org/10.1016/j.infrared.2014.02.008>
- Marins, J. C. B., Fernández-Cuevas, I., Arnaiz-Lastras, J., Fernandes, A. A., & Sillero-Quintana, M. (2015). Applications of infrared thermography in sports. A review. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, (60), 805-824.
- Morais, N. A., Araújo, V. A., Carvalho, L. S., Sousa, P. A. C., & Cruz, R. A. R. S. (2017). Respostas termográficas dos esforços em atletas de voleibol. *Corpoconsciência*, 21(2), 8-14.
- Moreira, D. G., Brito, C. J., Ferreira, J. J., Marins, J. C., Durana, A. L., Canalejo, J. C., Revenda, J. B., & Sillero-Quintana, M. (2021). Lactate concentration is related to skin temperature variation after a specific incremental judo test. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(8), 2213-2221. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003095>
- Moreira, D. G., Costello, J. T., Brito, C. J., Adamczyk, J. G., Ammer, K., Bach, A. J. E., Costa, C. M. A., Eglin, C., Fernandes, A. A., Fernández-Cuevas, I., Ferreira, J. J. A., Formenti, D., Fournet,

- D., Havenith, G., Howell, K., Jung, A., Kenny, G. P., Kolosovas-Machuca, E. S., Maley, M. J., Merla, A., Pascoe, D. D., Quesada, J. I. P., Schwartz, R. G., Seixas, A. R. D., Selfe, J., Vainer, B. G., & Sillero-Quintana, M. (2017). Thermographic imaging in sports and exercise medicine: A Delphi study and consensus statement on the measurement of human skin temperature. *Journal of Thermal Biology*, *69*, 155-162. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2017.07.006>
- Pichot, C. (2001). Aplicación de la termografía en el dolor lumbar crónico. *Revista de la Sociedad Española del Dolor*, *8*(Supl. 2), 43-47.
- Pires, L. M. T., Bini, I. C., Fernandes, W. V. B., & Setti, J. A. P. (2011). Lesões no ombro e sua relação com a prática do voleibol: revisão da literatura. *Revista Científica Indexada Linkania Master*, *1*(1), 1-16.
- Reitmayer, H. E. (2019). A review on volleyball injuries. *Timisoara Physical Education and Rehabilitation Journal*, *10*(19), 189-194. <https://doi.org/10.1515/tperj-2017-0040>
- Sanchez, C. B., Mejías-Martínez, M., Valero-Campo, C., & Bataller-Cervero, A. V. (2017). Thermo-graphic profile of volleyball player and its possible use for injury prevention. *Sports Nutrition and Therapy*, *2*(3), 128. <https://doi.org/10.4172/2473-6449.1000128>
- Selfe, J., Whitaker, J., & Hardaker, N. (2008). A narrative literature review identifying the minimum clinically important difference for skin temperature asymmetry at the knee. *Thermology International*, *18*(2), 51-54.
- Seminati, E., & Minetti, A. E. (2013). Overuse in volleyball training/practice: A review on shoulder and spine-related injuries. *European Journal of Sport Science*, *13*(6), 732-743. <https://doi.org/10.1080/17461391.2013.773090>
- Stroppa, G.M., da Silva, A.G., Moreira, D.G., Cerqueira, M.S., Fernandes, A.A., & Marins, J.C.B. (2017). Análise da temperatura da pele em joelhos de jogadoras de futebol profissional. *Revista Brasileira de Futebol*, *8*(2), 36-42.
- Verhagen, E. A. L. M., Beek, A. J. V., Bouter, L. M., Bahr, R. M., & Mechelen, W. V. (2004). A one season prospective cohort study of volleyball injuries. *British Journal of Sports Medicine*, *38*, 477-481. <https://doi.org/10.1136/bjism.2003.005785>

Comparação do impacto da pandemia da COVID-19 entre profissionais de Educação Física do nordeste e do sul do Brasil

Comparison of the impact of the COVID-19 pandemic among Physical Education professionals from the northeast and south of Brazil

Pedro Henrique de Sousa^{1*} , Francisca Nimara Inácio da Cruz² ,
Danilo Lopes Ferreira Lima^{3,4} , Nuno Domingo Garrido^{1,5} 

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo geral comparar o impacto da pandemia da COVID-19 entre profissionais de Educação Física do Nordeste e do Sul do Brasil. Trata-se de um estudo de caráter transversal. A coleta de dados ocorreu por meio digital. Através dos Formulários Google® foi criado um questionário, com perguntas de múltipla escolha, sendo este disseminado por meio das redes sociais Whatsapp®, Instagram@ e Facebook@. Foram investigados um total de 746 participantes, sendo 50,8% da Região Sul e 49,2% da Região Nordeste. Com relação à formação e atuação profissional, a maioria tinha até 10 anos de formado (59,5%), possuíam licenciatura plena ou as ambas as modalidades (61,3%) e atuavam no Setor privado/profissional liberal (52%). Considerando-se as questões de planejamento financeiro e de saúde, a maioria dos participantes era o principal mantenedor da casa (64,9%), não tinham realizado reserva financeira (75,9%), nem tinham plano de saúde (58,6%) ou de aposentadoria (67%). Com relação às atitudes e riscos frente à pandemia, um total de 94,5% dos profissionais de Educação Física afirmou estar em isolamento. Pode-se concluir que os efeitos da pandemia da Covid-19 sobre os profissionais de Educação Física foram impactantes. A proibição do exercício profissional provocada pelo isolamento social demonstrou uma profissão com pouco planejamento e vulnerável situação financeira independente da região brasileira de atuação.

PALAVRAS-CHAVE: educação física; COVID-19; impacto na profissão; atuação profissional.

ABSTRACT

The present study aimed to compare the impact of the COVID-19 pandemic among Physical Education professionals in the Northeast and South of Brazil. This is a cross-sectional study. Data collection took place digitally. Through Google® Forms, a questionnaire was created, with multiple choice questions disseminated through the social networks Whatsapp®, Instagram@ and Facebook@. A total of 746 participants answered the questionnaire, 50.8% from the South Region and 49.2% from the Northeast Region. Regarding education and professional activity, most had graduated for up to 10 years (59.5%), had a full degree or both (61.3%) and worked in the private/liberal professional sector (52%). Considering financial and health planning issues, most participants were the main household income provider (64.9%), had no financial reserve (75.9%), nor had a health plan (58.6%) or retirement plan (67%). Regarding attitudes and risks in the face of the pandemic, 94.5% of Physical Education professionals said they were in isolation. It can be concluded that the effects of the Covid-19 pandemic had an impact on Physical Education professionals. The ban on professional practice caused by social isolation demonstrated a profession with little planning and a vulnerable financial situation regardless of the Brazilian region.

KEYWORDS: physical education, COVID-19; impact on the profession; professional performance.

¹Universidade Trás-os-Montes e Aldo Douro – Vila Real, Portugal.

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Canindé (CE), Brasil.

³Universidade de Fortaleza e Centro Universitário Unichristus – Fortaleza (CE), Brasil.

⁴Centro Universitário Unichristus – Fortaleza (CE), Brasil.

⁵Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano – Vila Real, Portugal.

*Autor correspondente: Rua Mamede Rodrigues Teixeira, 459, Centro – CEP: 62610-000 – Tejuçuoca (CE), Brasil. E-mail: pedrohx2@hotmail.com

Conflito de interesses: nada a declarar. **Financiamento:** Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I. P., projeto UID04045/2020.

Recebido: 15/08/2021. **Aceite:** 23/11/2021.

INTRODUÇÃO

No final de 2019, o mundo foi surpreendido pelo aparecimento de uma virose denominada de COVID-19 e causada por um vírus da família coronaviridae denominado de Coronavírus 2 ou SARS-CoV-2. A COVID-19 se alastrou progressivamente pelo mundo, a partir da China, adquirindo o status de pandemia pela Organização Mundial de Saúde (OMS) (Li et al., 2020). Dessa forma, por causa da globalização o vírus se alastrou pelo mundo trazendo vários impactos na vida das pessoas e dos profissionais de Educação Física.

Com o início do vírus no Brasil, o impacto na economia sofreu bastante por causa da quarentena que foi necessária para diminuir os casos de infecção por covid-19. E assim, os profissionais de Educação Física tiveram que parar seus ofícios, por conta das relações interpessoais estabelecidas durante a crise justifica-se a relevância do trabalho.

A profissão de Educação Física no Brasil é dividida em duas áreas que são licenciatura e bacharelado. Enquanto, o profissional formado em licenciatura trabalha na área formal contemplando educação infantil, ensino fundamental e ensino médio, o bacharel trabalha em academias, clubes de futebol, acessórias esportivas contemplando a área não formal da profissão.

Atualmente no Brasil, têm aproximadamente 463.022,00 mil profissionais. Sendo, 273.384,00 do gênero masculino e 189.638,00 do gênero feminino inscritos no Conselho Federal de Educação Física (Confef, 2020). Desse modo, estudo realizado com profissionais de Educação Física no Brasil constatou uma predominância de 62,9% masculino e 34,1% feminino e a classe de atividades mais bem pagas são atividades de condicionamento físico, administração pública em geral e clubes sociais, esportivos e similares (Proni, 2010). Com isso, os alunos preferem contratar os profissionais de Educação Física que sejam competentes, dedicados, que se atualizem, tenham uma relação interpessoal, um comportamento adequado na sociedade e um corpo em forma independentemente do gênero (Bardini, 2020).

O interesse em realizar tal estudo sobre o impacto da pandemia da COVID-19 entre profissionais de Educação Física do Nordeste e do Sul do Brasil deve-se ao fato do pesquisador ser profissional de Educação Física e trabalhar em uma equipe multidisciplinar na área da saúde.

Dessa maneira, o objetivo do presente estudo é comparar o impacto da pandemia da COVID-19 entre profissionais de Educação Física do Nordeste e do Sul do Brasil.

MÉTODOS

Caracterização da pesquisa

O presente estudo de caráter transversal foi realizado com profissionais de Educação Física residentes em Estados do

Nordeste e do Sul do Brasil. A coleta de dados ocorreu por meio digital sob parecer nº 3.997.229 do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Fortaleza.

Amostra e procedimentos para convocação

Através dos Formulários Google® foi criado um questionário, com perguntas de múltipla escolha e múltiplos gabaritos, sendo este disseminado através das redes sociais Whatsapp®, Instagram@ e Facebook@. O questionário consistiu de perguntas relacionadas a aspectos socioeconômicos e demográficos dos profissionais de Educação Física, tendo-se obtidos respostas de residentes em todos os 9 Estados Nordestinos (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe) e nos 3 Sulistas (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul).

Também foram incluídas no questionário perguntas relacionando o participante com questões referentes aos seus comportamentos e impactos que possam sofrer com a pandemia.

Tratamento estatístico

Os dados foram tabulados em planilha de Excel e analisados por meio do software SPSS versão 24.0®. Foram calculadas frequências absoluta e relativa de todas as variáveis do estudo. A associação entre variáveis foi verificada por meio do teste Qui-quadrado. Foi adotado um nível de significância de 5% para os procedimentos inferenciais.

RESULTADOS

O estudo teve um total de 746 participantes, sendo 50,8% da Região Sul e 49,2% da Região Nordeste. A maioria era do sexo masculino (61,9%) e tinha filhos (52,8%).

Com relação à formação e atuação profissional, a maioria tinha até 10 anos de formado (59,5%), quando somados aqueles de até 5 anos e de 6 a 10 anos, possuíam licenciatura plena ou as ambas as modalidades (61,3%) e atuava no Setor privado/Profissional liberal (52%). Na comparação entre os grupos verificou-se que os profissionais de Educação Física nordestinos tinham o tempo de formado menor do que os sulistas ($p < 0,001$), além de uma maior quantidade de profissionais que tinham somente licenciatura ($p < 0,001$). Já entre os profissionais sulistas, aqueles que trabalham no Setor Público são em maior número do que os nordestinos, que estão mais no Setor privado/Profissional liberal ($p < 0,001$) (Tabela 1).

Considerando-se as questões de planejamento financeiro e de saúde, a maioria dos participantes era o principal mantenedor da casa (64,9%), não tinham realizado reserva financeira (75,9%), nem tinham plano de saúde (58,6%) ou

de aposentadoria (67%). Ainda, 95,4% afirmou que suportariam ficar sem remuneração durante a pandemia de 1/2 meses. Enquanto os nordestinos possuem mais plano de saúde privado ($p= 0,038$), os sulistas são os principais mantenedores das despesas de suas casas ($p= 0,047$) (Tabela 2).

Com relação às atitudes e riscos frente à pandemia, um total de 94,5% dos profissionais de Educação Física afirmou estar em isolamento, muito embora 45,7% concordassem com o isolamento vertical. Somente 30% consideraram como alto o risco de contaminação durante o exercício laboral e 49,9% estavam fazendo

Tabela 1. Comparação da formação e atuação profissional entre profissionais de Educação Física nordestinos e sulistas.

Variáveis	Região				Valor p
	Nordeste		Sul		
	n	%	n	%	
Tempo de formado? (anos)					
Até 5	147	40,1	99	26,1	< 0,001
6 a 10	94	25,6	104	27,4	
11 a 15	58	15,8	70	18,5	
16 a 20	27	7,4	58	15,3	
20 ou mais	41	11,2	48	12,7	
Qual sua formação?					
Licenciatura	93	25,3	33	8,7	< 0,001
Ambas/Plena	202	55	255	67,3	
Bacharelado	72	19,6	91	24	
Onde você atua?					
Setor público	84	22,9	129	34	< 0,001
Setor privado/Profissional liberal	229	62,4	159	42	
Ambos	54	14,7	91	24	
Teste Qui-quadrado					

Tabela 2. Comparação do planejamento financeiro e saúde entre profissionais de educação física nordestinos e sulistas.

Variáveis	Região				Valor p
	Nordeste		Sul		
	n	%	n	%	
Você é o principal mantenedor das despesas da sua casa?					
Sim	226	61,6	258	68,1	0,047
Não	141	38,4	121	31,9	
Você tem algum plano de aposentadoria?					
Sim	118	32,2	128	33,8	0,567
Não	249	67,8	251	66,2	
Você possui plano de saúde privado?					
Sim	165	45	144	38	0,038
Não	202	55	235	62	
O exercício da profissão lhe permitiu fazer uma reserva financeira?					
Sim	89	24,3	91	24	0,896
Não	278	75,7	288	76	
Tempo sem remuneração durante a pandemia? (meses)					
1/2	350	95,4	363	95,8	0,752
> 6 ou mais	17	4,6	16	4,2	
Teste Qui-quadrado					

trabalhos on-line através de redes sociais ou videoconferências enquanto 43,4% estavam parados em suas atividades. Ainda 77% consideraram-se ansiosos ou muito ansiosos. Quando comparados os grupos observou-se que os nordestinos são mais favoráveis ao isolamento horizontal ($p= 0,006$) e consideram alto o risco de contaminar-se durante a intervenção profissional ($p= 0,046$). Em contrapartida, os sulistas estão realizando mais trabalhos on-line ($p= 0,019$) e sentem-se muito ansiosos ($p= 0,034$) (Tabela 3).

DISCUSSÃO

Em relação ao impacto relacionado a formação e atuação dos profissionais de Educação física na pandemia, dois aspectos devem ser considerados, o gênero e o tempo de formado dos profissionais. Com relação ao gênero, um trabalho realizado com universitários demonstrou que o nível de atividade física depende do gênero do estudante, e as mulheres têm menor nível do que os homens (Mateus, Luna, & Vivanco, 2019). Um outro estudo com adolescentes e universitários também encontrou resultados semelhantes, indicando que os homens praticam mais exercício físico do que as mulheres, independente da idade (Gonçalves & Martínez, 2018).

Isso também é latente das aulas de Educação Física na escola. É possível dizer que ainda hoje estas aulas na escola possuem características tecnicistas, biologicistas e que ainda privilegiam a performance esportiva em muitas situações, reproduzindo desigualdades da sociedade em geral, favorecendo maior adesão dos homens (Frizzo, Alves, & Cecchim, 2018). Talvez isso possa explicar que mais homens procurem o Curso de Educação Física, e também pode ter relação com a maior participação dos homens em nosso questionário. Não há estudos que mostrem o perfil de gênero dos graduados em Educação Física nas Regiões Nordeste e Sul. Além disso, o Conselho Federal de Educação Física (Confef) também não disponibiliza esta informação.

Quando é observado que a maioria dos profissionais que responderam o questionário deste estudo tinha até 10 anos de formado, é importante destacar que entre 1995 e 2015, o número de jovens entre 18 e 24 anos de idade que cursavam ou haviam concluído o ensino superior no Brasil aumentou mais de 250%, passando de 1.279.366 estudantes para 4.779.597, sendo maior o número de matrículas no ensino privado quando comparado com o ensino público (Salata, 2018). Ou seja, nos últimos anos o número de graduados é

Tabela 3. Comparação das atitudes frente à pandemia entre profissionais de Educação Física nordestinos e sulistas.

Variáveis	Região				Valor p
	Nordeste		Sul		
	n	%	n	%	
Está em isolamento social?					
Sim	348	94,8	357	94,2	0,719
Não	19	5,2	22	5,8	
A favor de qual modalidade de isolamento?					
Horizontal	218	59,4	187	49,3	0,006
Vertical	149	40,6	192	50,7	
Você está trabalhando durante o isolamento?					
Sim, estou fazendo atendimento pessoal	19	5,2	31	8,2	0,019
Estou fazendo somente trabalhos on line (redes sociais e etc..)	171	46,6	201	53,0	
Não	177	48,2	147	38,8	
Como você avalia seu grau de ansiedade com a atual situação?					
Não sinto-me ansioso	96	26,2	75	19,8	0,034
Sinto-me ansioso	188	51,2	192	50,7	
Sinto-me muito ansioso	83	22,6	112	29,6	
Como você avalia o seu risco em contaminar-se com a Covid-19 durante um atendimento?					
Alto	125	34,1	99	26,1	0,046
Médio	136	37,1	148	39,1	
Baixo	106	28,1	132	34,8	
Teste Qui-quadrado					

de fato maior, o que pode explicar a maioria dos respondentes com graduação nos últimos 10 anos.

Já em relação ao planejamento financeiro e de saúde do profissional de Educação Física na pandemia. Todos esses fatores reunidos podem dar início a um importante dado coletado neste trabalho. Um total de 75,9% dos participantes não tinham reserva financeira e 95,4% afirmaram que suportariam ficar sem remuneração durante a pandemia de 1/2 meses. Devemos ainda considerar que 71,5% necessitam do setor privado para ter sua renda total ou complementá-la. A maior parte dos profissionais de Educação Física é composta de autônomos, celetistas e microempreendedores.

Dados registrados no trabalho realizado por Proni (2010) confirmam esta afirmação. Assim como a maior parte da população brasileira, a grande maioria dos participantes deste estudo demonstrou não possuir orientação financeira e não saber fazer as devidas provisões para agir em momentos de crise. Saber lidar com o dinheiro é fato incontestável para vencer tais situações.

A Educação financeira relaciona-se com o correto planejamento financeiro, organização de orçamentos, poupança e investimento gerando qualidade de vida e realização pessoal e profissional (Mendes, 2015). Contudo, devemos considerar que no Brasil somos afetados pela mais alta taxa tributária do mundo, atingindo quase 40% do PIB, o que impacta nesse planejamento (Lima & Rezende, 2019). O fato de 64,9% dos participantes serem os principais mantenedores do lar, nos remete a uma grande preocupação quanto aos profissionais de Educação Física.

Para reduzir a propagação da COVID-19, a OMS e os principais governos do mundo têm recomendado que toda a população fique em casa, apesar das inúmeras consequências colaterais negativas dessa medida (Burtscher, Burtscher, & Millet, 2020; Matias, Dominski, & Marks, 2020). Para estes órgãos, medidas de isolamento neste momento são a melhor estratégia para evitar um número extremamente elevado de mortes. O caso de Wuhan na China é usado como exemplo, com o isolamento total (horizontal) da cidade (Lake, 2020).

Durante a pandemia de COVID-19, todos os residentes da China continental ficaram isolados, sem transportes públicos como ônibus, trens, balsas e aviões (Zhai et al., 2020). Isso serviu para mostrar os efeitos do benefício do isolamento total num país com mais de 1 bilhão de habitantes. Assim, a experiência de países mais desenvolvidos e afetados pela COVID-19 mostrou que a medida de isolamentos horizontal é a forma mais efetiva de evitar o colapso do sistema de saúde, o que determina uma menor mortalidade em números absolutos. Entretanto, apesar dos exemplos, áreas do setor econômico põe em dúvida tal estratégia, com argumentos de

cenários futuros catastróficos do ponto de vista econômico e social, indicando como alternativa o isolamento vertical, sem qualquer eficiência comprovada (Schuchmann et al., 2020). O isolamento vertical não inibe a circulação do vírus de forma adequada e pode causar graves consequências para boa parte da população (Rocha & Tomazelli, 2020). Quando comparados os grupos observou-se que os nordestinos são mais favoráveis ao isolamento horizontal ($p= 0,006$).

A dificuldade de manter o serviço de orientação à prática de exercício físico presencial pelo Profissional de Educação Física no período de confinamento foi determinada no início pelo decreto nº 10.282/2020 do Governo Federal de 20 de março de (2020), que regulamenta a Lei Federal nº 13.979, de 6 de fevereiro de (2020), e definiu os serviços públicos e as atividades essenciais. No primeiro momento a Educação Física não foi incluída inicialmente, porém em 11 de maio de 2020, com a ampliação dos serviços essenciais ocorreu a inclusão. Contudo, o Supremo Tribunal Federal (STF) proibiu o Governo Federal de derrubar decisões estaduais e municipais. Dessa forma, em muitos Estados a proibição da atuação do profissional de Educação Física permaneceu através de decretos estaduais. Na data da coleta de dados do presente estudo, todos os Estados investigados estavam em isolamento.

Por causa desses decretos estaduais muitos profissionais buscaram alternativas. A tentativa de contato remoto através de trabalhos on-line por meio das redes sociais, videoconferências ou por e-mail foi uma forma encontrada por muitos profissionais de Educação Física para enfrentar este momento de distanciamento social e fazer com que suas finanças não fossem mais afetadas. A prática de exercícios físicos é considerada fundamental para a saúde física e mental durante a Pandemia da COVID-19 (Helmich & Bloem, 2020; Jiménez-Pavón, Carbonell-Baeza, & Lavie, 2020; Raiol, 2020; Toresdahl & Asif, 2020). A população, inclusive de atletas, não deveria ficar sem praticar exercícios orientados e de qualidade durante o confinamento. Estudos indicam que os exercícios que melhoram a imunidade, notadamente aqueles de curta duração e de intensidade leve a moderada (Krüger, Mooren, & Pilat, 2016; Simpson et al., 2020). Apenas o profissional pode estabelecer junto ao seu aluno o melhor programa a ser seguido neste momento, adaptando aos espaços que este possui. Neste estudo, os profissionais sulistas estão realizando mais trabalhos on-line ($p= 0,019$) que os nordestinos.

A falta de preparação financeira tem gerado estresse na população vulnerável, socialmente e economicamente, durante a pandemia (Patel et al., 2020; Wang & Tang, 2020). Portanto, além de pensar apenas em levar saúde para a população, também é necessário pensar na saúde dos profissionais

de Educação Física. Segundo Brooks et al. (2020), a perda financeira gera, durante momentos de pandemias, diversos problemas de saúde relacionados ao estresse vivido, e a falta de planejamento financeiro para enfrentar esta realidade contribuiu para aumentar esse estresse. Deste modo, como o sistema público de saúde está saturado neste momento e a maioria dos profissionais de Educação Física não possui plano de saúde privado, os cuidados devem ser redobrados, principalmente com a saúde mental. Tal situação pode provocar o alto grau de ansiedade observado neste estudo, onde os profissionais de Educação Física sulistas sentem-se significativamente mais muito ansiosos ($p=0,034$) apesar de estarem realizando mais trabalhos on-line conforme foi discutido.

Com relação as atitudes e riscos frente à pandemia o exercício laboral da Educação Física impõe aos profissionais duras cargas de trabalho físico e emocional, principalmente aos autônomos. Estes são sujeitos a muitas horas de trabalhos semanais, muitas vezes com contratos com baixa remuneração e pouca estabilidade. Some-se a isso, o contato humano próximo e os riscos ergonômicos que atingem principalmente aqueles que prestam serviços de treinamento personalizado (Hartwig, 2012). Os participantes nordestinos, que exercem significativamente mais que os sulistas o trabalho autônomo ($p < 0,001$), são também os que consideram alto o risco de contaminar-se durante a intervenção profissional ($p=0,046$). Possivelmente essa percepção ocorra pela proximidade maior com o cliente. Devemos considerar um dado importante e que está diretamente ao planejamento financeiro de vida. Um total de 58,6% não tinha plano de saúde e 67% não tinham plano de aposentadoria, o que deixa a maioria dos profissionais sob os cuidados somente do SUS diante de algum problema de saúde e com a situação financeira incerta na sua velhice, tendo que prolongar o já desgastante exercício laboral.

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que os efeitos da pandemia da Covid-19 sobre os profissionais de Educação Física foram impactante. A proibição do exercício profissional provocada pelo isolamento social demonstrou uma profissão com pouco planejamento e vulnerável financeiramente, independente da região brasileira de atuação, mesmo que entre elas as condições financeiras sejam desiguais e o serviço público, que garante um salário fixo mensal, absorva mais profissionais sulistas que demonstraram também estar significativamente mais ansiosos. Políticas públicas federais que venham gerar crédito financeiro para o retorno à atividade laboral será de grande valia.



REFERÊNCIAS

- Bardini, A. B. Fatores que influenciam o cliente no momento da escolha do seu personal trainer. Recuperado de: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/12599>
- Brasil. (2020a). Decreto nº 10.282, de 20 de março de 2020. Regulamenta a Lei nº 13.979, de 6 de fevereiro de 2020, para definir os serviços públicos e as atividades essenciais. Recuperado de: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10282impresao.htm
- Brasil. (2020b). Lei Federal nº 13.979, de 6 de fevereiro de 2020. Dispõe sobre as medidas para enfrentamento da emergência de saúde pública de importância internacional decorrente do coronavírus responsável pelo surto de 2019. Recuperado de: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l13979.htm
- Brooks, S. K., Webster, R. K., Smith, L. E., Woodland, L., Wessely, S., Greenberg, N., Rubin, G. J. (2020). The psychological impact of quarantine and how to reduce it: rapid review of the evidence. *The Lancet*, 395(10227), 912-920. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30460-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30460-8)
- Burtscher, J., Burtscher, M., & Millet, G. P. (2020). (Indoor) isolation, stress, and physical inactivity: Vicious circles accelerated by COVID-19? *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 30(8), 1544-1545. <https://doi.org/10.1111/sms.13706>
- Conselho Federal de Educação Física (Confef). Recuperado de: <https://www.confef.org.br/confef/registros/>
- Frizzo, G., Alves, P., Cecchim, K. (2018). A desigualdade de gênero na Educação Física Escolar. *Última Década*, 26(49), 22-35. <https://doi.org/10.4067/S0718-22362018000200022>
- Gonçalves, V. O., Martínez, J. P. (2018). Gender and physical exercise in adolescents and college students. *Cadernos de Pesquisa*, 48(170), 1114-1128. <https://doi.org/10.1590/198053145588>
- Hartwig, T. W. (2012). *Condições de trabalho e saúde de profissionais de Educação Física atuantes em academias da cidade de Pelotas-RS*. Dissertação, Mestrado em Educação Física, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- Helmich, R. C., Bloem, B. R. (2020). The impact of the COVID-19 pandemic on Parkinson's disease: hidden sorrows and emerging opportunities. *Journal of Parkinson's Disease*, 10(2), 351-354. <https://doi.org/10.3233/jpd-202038>
- Jiménez-Pavón, D., Carbonell-Baeza, A., Lavie, C. J. (2020). Physical exercise as therapy to fight against the mental and physical consequences of COVID-19 quarantine: special focus in older people. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 63(3), 386-388. <https://doi.org/10.1016%2Fj.pcad.2020.03.009>
- Krüger, K., Mooren, F. C., Pilat, C. (2016). The immunomodulatory effects of physical activity. *Current Pharmaceutical Design*, 22(24), 3730-3748. <https://doi.org/10.2174/1381612822666160322145107>
- Lake, M. A. (2020). What we know so far: COVID-19 current clinical knowledge and research. *Clinical Medicine*, 20(2), 124-127. <https://doi.org/10.7861/clinmed.2019-coron>
- Li, R., Pei, S., Chen, B., Song, Y., Zhang, T., Yang, W., & Shaman, J. (2020). Substantial undocumented infection facilitates the rapid dissemination of novel coronavirus (SARS-CoV-2). *Science*, 368(6490), 489-493. <https://doi.org/10.1126/science.abb3221>
- Lima, E. M., Rezende, A. J. (2019). Um estudo sobre a evolução da carga tributária no Brasil: Uma análise a partir da Curva de Laffer. *Interações*, 20(1), 239-255. <https://doi.org/10.20435/inter.v0i0.1609>
- Mateus, K. C. P., Luna, R. D. L. R., Vivanco, A. M. R. (2019). Niveles de actividad física y su relación entre la distribución por sexo y programa académico en una universidad. *MHSalud*, 16(2), 46-57. <https://doi.org/10.15359/mhs.16-2.4>
- Matias, T., Dominski, F. H., & Marks, D. F. (2020). Human needs in COVID-19 isolation. *Journal of Health Psychology*, 25(7), 871-882. <https://doi.org/10.1177/1359105320925149>

- Mendes, J. S. (2015). *Educação financeira para uma melhor qualidade de vida*. Trabalho de Conclusão de Curso, Pós-Graduação em Matemática Financeira Aplicada aos Negócios, Universidade do Sul de Santa Catarina.
- Patel, J. A., Nielsen, F. B. H., Badiani, A. A., Assi, S., Unadkat, V. A., Patel, B., Ravindrane, R., Wardle, H. (2020). Poverty, inequality and COVID-19: the forgotten vulnerable. *Public Health*, 183, 110-111. <https://doi.org/10.1016%2Fj.puhe.2020.05.006>
- Proni, M. W. (2010). Universidade, profissão Educação Física e o mercado de trabalho. *Motriz*, 16(3), 788-798. <https://doi.org/10.5016/1980-6574.2010v16n3p788>
- Raiol, R. A. (2020). Physical exercise is essential for physical and mental health during the COVID-19 Pandemic. *Brazilian Journal of Health Review*, 3(2), 2804-2813. <https://doi.org/10.34119/bjhrv3n2-124>
- Rocha, R. P., Tomazelli, J. L. Isolamento social e distanciamento entre políticas públicas e demandas sociais. Recuperado de: <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/489/624>
- Salata, A. (2018). Ensino superior no Brasil das últimas décadas: redução nas desigualdades de acesso? *Tempo Social*, 30(2), 219-253. <https://doi.org/10.11606/0103-2070.ts.2018.125482>
- Schuchmann, A. Z., Schnorrenberger, B. L., Chiquetti, M. E., Gaiki, R. S., Raimann, B. W., Maeyama, M. A. (2020). Vertical social isolation X Horizontal social isolation: health and social dilemmas in coping with the COVID-19 pandemic. *Brazilian Journal of Health Review*, 3(2), 3556-3576. <https://doi.org/10.34119/bjhrv3n2-185>
- Simpson, R. J., Campbell, J. P., Gleeson, M., Kr ger, K., Nieman, D. C., Pyne, D. B., Turner, J. E., Walsh, N. P. (2020). Can exercise affect immune function to increase susceptibility to infection? *Exercise Immunology Review*, 26, 8-22.
- Toresdahl, B. G., Asif, I. M. (2020). Coronavirus disease 2019 (COVID-19): considerations for the competitive athlete. *Sports Health*, 12(3), 221-224. <https://doi.org/10.1177/1941738120918876>
- Wang, Z., Tang, K. (2020). Combating COVID-19: Health equity matters. *Nature Medicine*, 26(4), 458. <https://doi.org/10.1038/s41591-020-0823-6>
- Zhai, P., Ding, Y., Wu, X., Long, J., Zhong, Y., Li, Y. (2020). The epidemiology, diagnosis and treatment of COVID-19. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 55(5), 105955. <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2020.105955>

Diretrizes para atuação de profissionais de educação física no contexto da COVID-19

Guidelines for Job of Physical Education Professionals in the context of COVID-19

Ana Elisa Messetti Christofolletti¹ , Raiana Lídice Mór Fukushima¹ ,
Hudson Fabricius Peres Nunes^{1,2} , Claudio Joaquim Borba-Pinheiro^{3,4*} ,
Andreia Cristina Metzner⁵ , Mayra Matias Fernandes¹ , Alexandre Janotta Drigo¹ 

RESUMO

O objetivo do estudo foi criar um protocolo de atendimento ao público, específico para os profissionais de Educação Física (EF), no contexto da COVID-19. Trata-se de um estudo com abordagem qualitativa, delimitada pelas análises documental e bibliográfica dos documentos disponíveis nos sites dos Conselhos das Profissões da área da Saúde. Assim, elaborou-se um protocolo composto por dois tipos de ações profissionais, de domínio geral, o qual reforça ações já apresentadas por outros estudos e, de domínio específico, o qual apresenta novas diretrizes aos profissionais da EF. Ainda, o presente protocolo classificou o trabalho destes profissionais em três situações, a saber: contato físico constante, contato físico transitório e contato físico improvável. Uma vez que, até o momento, não foram verificadas especificações dos equipamentos de proteção individual direcionados aos profissionais de EF, focado na vestimenta, contato com o cliente e intensidade do exercício, apenas para o ambiente geral de trabalho, espera-se que o atual estudo contribua para a saúde e segurança dos profissionais de EF neste contexto de pandemia.

PALAVRAS-CHAVE: protocolos; saúde; pandemias; exercício físico.

ABSTRACT

The objective of the study was to create an assistance protocol for the public, specific for Physical Education (PE) professionals, in the context of COVID-19. The present study had a qualitative approach, delineated by documental and bibliographic analysis of the documents available on the websites of the Health Professional Councils. Thus, a protocol was elaborated consisting of two types of professional activity, of a general domain, which reinforces actions already presented by other studies, and of a specific domain, which presents new guidelines for PE professionals. Furthermore, this protocol classified the work of these professionals into three situations, namely: constant physical contact, transitory physical contact, and improbable physical contact. Up to the present moment, specifications of Personal Protective Equipment for PE professionals focused on clothing, client contact and exercise intensity have not been verified, except for the general work environment. Therefore, it is expected that the current study contributes to the health and safety of PE professionals in this pandemic context.

KEYWORDS: protocols; health; pandemics; exercise.

INTRODUÇÃO

A pandemia da COVID-19 ocasionou diversas mudanças no cotidiano das pessoas, pois envolve múltiplas questões relacionadas a comportamentos sociais, educacionais, ambientais e físicos, entre eles: o distanciamento, a higiene, os problemas econômicos e os extremismos merecem atenção

(Drigo et al., 2021), além disso, as questões relacionadas ao ambiente e a atuação no trabalho dos profissionais da saúde, e em especial dos profissionais de Educação Física, merecem destaque. No sentido de preservar a segurança dos pacientes e dos profissionais, diversos protocolos e orientações foram criadas. Profissões como Odontologia, Medicina, Fisioterapia

¹Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Biociências, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Motricidade – Rio Claro (SP), Brasil.

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Votuporanga (SP), Brasil.

³Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – Tucuruí (PA), Brasil.

⁴Universidade do Estado do Pará – Tucuruí (PA), Brasil.

⁵Centro Universitário UNIFAFIBE, cursos de Licenciatura e Bacharelado em Educação Física – Bebedouro (SP), Brasil.

*Autor correspondente: Rua 8, quadra 11, casa 4A, Parque dos Buritis – CEP: 68459-876 – Tucuruí (PA), Brasil. E-mail: claudioborba18@gmail.com

Conflito de interesses: nada a declarar. **Financiamento:** nada a declarar.

Recebido: 25/08/2021. **Aceite:** 08/12/2021.

e Enfermagem elaboraram protocolos específicos para a profissão devido à preocupação laboral. Nestes protocolos há orientações sobre a colocação e a retirada dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI) (CONFEN, 2020), orientações para casos suspeitos, confirmados e acompanhantes. Para a Fisioterapia, Terapia Ocupacional e as ocupações de apoio (recepção e segurança) (COFFITO, 2020) são orientados para que o primeiro contato com o indivíduo seja de forma não presencial, no qual ocorrerá uma espécie de pré-triagem por meio de um questionário rápido composto por questões associadas à COVID-19 (FOUSP, 2020).

Entretanto, evidencia-se que para os profissionais de Educação Física (EF), há uma escassez de documentos que orientem sobre os cuidados necessários para minimizar a disseminação do vírus. No Brasil, verifica-se a nota técnica nº 10/2020-CGPROFI/DEPROS/SAPS/MS para nortear práticas de atividades com segurança nos polos do Programa Academias da Saúde (Brasil, 2020b). Além disso, há uma cartilha desenvolvida pela ACAD (2020), que indica as diretrizes sobre os cuidados que os usuários devem ter no interior da academia. A cartilha teve avanços para a área, todavia percebeu-se que as prevenções são realizadas na recepção do aluno no setor de secretaria. Para os profissionais de EF os procedimentos de segurança são limitados. Observa-se que outros protocolos brasileiros e internacionais estão relacionados aos estabelecimentos ou as academias e não especificamente aos profissionais de EF (CDC, 2021; Mayo Clinic Health System, 2020; New Jersey Department of Health, 2021; SEBRAE, 2020).

Sendo assim, os profissionais de EF ainda carecem de protocolos e orientações para o gerenciamento e atendimento dos diferentes públicos. Orientações específicas como vestimentas adequadas, distanciamento, atendimento individualizado e em grupo. Dessa forma, o objetivo do estudo foi criar um protocolo específico para os profissionais de EF de atendimento ao público no contexto da COVID-19, de forma confiável e segura.

MÉTODOS

Trata-se de um estudo com abordagem qualitativa, delimitada pela análise documental e bibliográfica dos documentos disponíveis nos sites dos Conselhos das Profissões da área da saúde (Alves-Mazzotti & Gewandszajder, 1998) com a finalidade de identificar protocolos e orientações para os profissionais da área da saúde no contexto da pandemia da COVID-19.

A partir da Classificação Brasileira de Ocupações (CBO), identificou-se as profissões das áreas das ciências biológicas

e da saúde. Em seguida, localizou-se o Conselho de Classe Profissional destas profissões em busca de protocolos e orientações no contexto da COVID-19 (CBO).

Para a elaboração do protocolo específico para os profissionais de EF foram reunidas informações e distribuídas em dois quadros referentes aos protocolos e orientações publicados com relação à COVID-19. No primeiro quadro constam os protocolos e orientações para os profissionais de EF e, no segundo quadro, os protocolos de outras profissões da área da saúde. Como há diversas profissões da área da saúde, optou-se por analisar profissões que, dependendo das situações, não podem manter o distanciamento social e que necessitam de atendimentos que envolvem a aproximação e o contato físico entre o profissional e o paciente. As profissões analisadas foram: medicina, fisioterapia e terapia ocupacional, odontologia, enfermagem e EF. Para a elaboração do protocolo foram considerados os protocolos existentes de outras profissões da área da saúde e da própria EF.

Foi utilizado com referência de observação e fonte de informação o documento “Guia de Elaboração: escopo para protocolos clínicos e diretrizes terapêuticas” (Brasil, 2019).

RESULTADOS

Com base nas análises dos dados, observa-se que os protocolos das outras profissões da área da saúde (CFM, 2020; CONFEN, 2020; CREFITO, 2020; CRO, 2020) apresentam EPI para os profissionais, equipamentos de proteção para o ambiente geral de trabalho e sequência das ações protocolares a serem adotadas (Quadro 1).

Para a profissão de EF nenhum dos protocolos analisados possuem especificações dos equipamentos de proteção individual direcionados aos profissionais. Todos os protocolos informam sobre os equipamentos de proteção para o ambiente geral de trabalho. Apenas dois protocolos mencionam a sequência das ações profissionais a serem adotadas (Quadro 2).

Os profissionais de EF têm contato com diversos clientes durante o dia. Esta exposição pode torná-lo possível

Quadro 1. Protocolos para profissionais de Enfermagem, Odontologia, Fisioterapia e Medicina.

Profissões da saúde	Equipamento de proteção individual	Equipamentos de proteção do ambiente e geral	Sequência do protocolo
Enfermagem	Consta	Consta	Consta
Odontologia	Consta	Consta	Consta
Fisioterapia	Consta	Consta	Consta
Medicina	Consta	Consta	Consta

vetor do vírus se os cuidados necessários não forem tomados. A literatura revelou que a prática de exercícios físicos em ambientes fechados com pouca circulação e troca de ar aumentada pelo esforço, podem potencializar os fatores de risco para a transmissão da COVID-19 (Andrade, Dominski, Pereira, de Liz, & Buonanno, 2018). Outro fator de risco é a aglomeração de pessoas. A combinação desses riscos exige que a ventilação durante estes treinamentos sejam maiores. Ambientes fechados e com pouca ventilação natural potencializa a disseminação de gotículas (Morawska & Cao, 2020; Setti et al., 2020) expelidas pelo nariz e boca, as quais podem ficar suspensas no ar ou nas superfícies dos equipamentos ou objetos (Doremalen et al., 2020; Kampf, Todt, Pfaender, & Steinmann, 2020). Conseqüentemente, mesmo com o uso de máscara, a prática de exercícios físicos em ambientes fechados é uma atividade de alto risco de infecção e, portanto, é preferível que essas práticas sejam feitas em ambientes abertos e com o quantitativo reduzido de praticantes.

Considerando a preocupação com a realidade apresentada, criou-se um protocolo para o profissional de EF composto por dois tipos de ações profissionais: domínio geral e domínio específico. O domínio geral reforça ações já apresentadas

por outros estudos com relação às orientações e como proceder no contexto pandêmico. O domínio específico se refere às novas ações direcionadas aos profissionais da EF. Essas ações profissionais foram criadas como sugestão para que o profissional de EF possa atuar de forma individual e coletiva com mais segurança. As ações profissionais têm o objetivo de minimizar os riscos de contágio e, por outro lado, aumentar a confiabilidade dos usuários e das outras pessoas que trabalham nos estabelecimentos de atividades e exercícios físicos.

No que se refere aos protocolos, as ações profissionais foram pensadas e organizadas na lógica da orientação de manter o distanciamento social. Assim, o trabalho dos profissionais de EF pode ser classificado em três situações, a saber: contato físico constante; contato físico transitório; contato físico improvável.

- Contato físico constante: para os profissionais que trabalham com treinamento personalizado como atividades supervisionadas e também as lutas, que necessitam de auxílios e correções da execução de exercícios realizados pelo cliente. O contato físico nestes casos sempre ocorrerão;
- Contato físico transitório: para profissionais que trabalham em salas de musculação. Existe a possibilidade do contato físico com os clientes, em casos específicos que necessitam de correções. Estes contatos são rápidos e aleatórios;
- Contato físico improvável: para profissionais que trabalham com aulas coreografadas. Existe a possibilidade do contato físico com o cliente em menor grau, apenas em casos excepcionais.

Orientações gerais

No Quadro 3, evidencia-se que com relação ao domínio geral, aconselha-se dar preferência, sempre que possível, para a realização de atividades em ambientes abertos e com grupos reduzidos de pessoas, assim como sugere (Dominski & Brandt, 2020).

Quanto ao domínio específico, sugere-se que os clientes respondam o questionário de perguntas rápidas (relacionado aos fatores de riscos biológicos da COVID-19) e o fluxograma (questões relacionadas ao comportamento social) conforme sugerido por Christofolletti et al. (2021). Estes instrumentos foram desenvolvidos, especificamente, para contribuir com a

Quadro 2. Protocolos para os Profissionais de Educação Física.

Protocolos da EF sobre a COVID-19	Equipamentos de proteção individual	Equipamentos de proteção do ambiente geral	Sequência dos protocolos
Protocolo da ACAD	Não consta	Consta	Não consta
Ministério da Saúde - Nota Técnica nº 10/2020-CGPROFI/DEPROS/SAPS/MS	Não consta	Consta	Não consta
CONFEEF publica cartilha com orientações para retomada das atividades	Não consta	Consta	Consta
Secretaria do estado da saúde - Paraná. Revisão dos procedimentos para a volta aos treinos ao ar livre de corrida de rua.	Não consta	Consta	Consta

Quadro 3. Orientações gerais.

Domínio geral	Local de trabalho	Ambientes abertos e com grupos reduzidos de pessoas.
Domínio específico	Aplicação dos questionários.	Os clientes devem responder o questionário de perguntas rápidas (relacionado aos fatores de riscos biológicos da COVID-19) e o fluxograma (questões relacionadas ao comportamento social) conforme sugerido por Christofolletti et al. (2021).

saúde e segurança dos clientes no contexto do vírus, sendo que, em caso de suspeita de COVID-19, o cliente deverá procurar auxílio médico e, se necessário, fazer o teste diagnóstico.

Descrição de EPI e higienização

No que se refere ao Quadro 4, verifica-se que para o domínio geral, recomenda-se a utilização da máscara cobrindo o nariz e a boca, bem como a higienização das mãos, sempre que necessário (ACAD, 2020; Brasil, 2020a; CONFEF, 2020).

Para o domínio específico, o atual estudo orienta que a vestimenta do profissional de EF inclua a utilização de calça, camiseta com manga e tênis. Para pessoas com cabelos compridos recomenda-se amarrá-los. Após atender o cliente ou tocar em alguma em alguma superfície, é aconselhável realizar a higienização das mãos.

Ainda, de acordo com as possíveis situações que o profissional de EF possa vivenciar, sugere-se que para o contato físico constante a utilização de luvas, máscaras descartáveis, jaleco ou avental descartável e trocá-los após o término de cada aula; utilizar óculos de proteção e higienizá-los com álcool 70% ao final de cada aula.

Quanto ao contato físico transitório, recomenda-se utilizar máscaras descartáveis e óculos de proteção. Cabe ressaltar que é necessário trocar a máscara sempre que ficar úmida ou apresentar sujidades (Morais et al., 2021) bem como higienizar os óculos de proteção (álcool 70%) sempre que necessário. Ainda, com o intuito de intensificar a proteção do profissional de EF e clientes, o profissional de EF pode utilizar jaleco ou avental descartável. É relevante destacar que o profissional de EF é o principal vetor de transmissão nas

academias, pois ele é o elo ligação entre todos os ambientes, funcionários e clientes das turmas.

Já para a situação em que há contato improvável, é aconselhável utilizar máscaras descartáveis e trocá-las ao final de cada aula, assim como o uso de face shield, visto que há uma hiperventilação no momento do exercício físico (Setti, 2020).

Descrição das ações profissionais

Com relação ao Quadro 5, para o domínio geral, é recomendado que ao receber um cliente, o profissional de EF deve evitar o contato físico. Nos estabelecimentos de atividades e exercícios físicos, é importante orientar o cliente quanto à higienização dos aparelhos, colchonetes, bancos ou demais objetos antes e após a sua utilização com álcool 70%. Em caso de treinamento personalizado, o profissional de EF pode fazer essa higienização para o cliente. Ainda, sempre que o profissional de EF tocar em um aparelho que será utilizado pelo cliente, é preciso fazer uma nova higienização. O profissional de EF que optar em não usar luva descartável deve fazer a higienização das mãos constantemente com álcool 70% e entre um cliente e outro deve lavar as mãos com água e sabão (ACAD, 2020; Brasil, 2020a; CONFEF, 2020).

Quanto ao distanciamento, vale destacar que os praticantes de exercício físico e os profissionais de EF devem manter o distanciamento social de no mínimo 1,5 metros (Brasil, 2020a).

E, no que se refere à quantidade de pessoas no local, é aconselhado que as academias restrinjam um número de pessoas no local conforme a Portaria nº 100-R, de 30 de maio 2020:

Quadro 4. Vestimenta, descrição de EPIs e higienização.

<i>Domínio geral</i>	O uso de máscara cobrindo o nariz e a boca e a higienização das mãos, sempre que necessário (ACAD, 2020; Brasil, 2020a; CONFEF, 2020).		
<i>Domínio específico</i>	Recomenda-se que o profissional de EF utilize calça, camiseta com manga e tênis. Para pessoas com cabelos compridos recomenda-se amarrá-los.	Contato físico constante	Recomenda-se utilizar luvas (optativo), máscaras PFF2 N95, jaleco ou avental descartável e trocá-los após o término de cada atendimento; utilizar óculos de proteção ou face shield e higienizá-los com álcool 70% ao final de cada aula.*
		Contato físico transitório	Recomenda-se utilizar máscara PF2F N95, jaleco ou avental descartável e trocá-los conforme a orientação do fabricante e após o turno, usar óculos de proteção ou face shield e higienizá-los com álcool 70% sempre que necessário.
		Contato físico improvável	Utilizar máscara PFF2 N95 e trocá-la no final de cada aula ou conforme a orientação do fabricante e da Anvisa.

*Sugere-se utilizar jaleco ou avental descartável para aumentar o bloqueio físico de contato com a pele ou vestimenta pessoal. Colocar as roupas sujas em um saco de plástico, para que seja lavado ao chegar na residência (para todos os outros).

Quadro 5. Descrição das ações profissionais.

<i>Domínio geral</i>	Atendimento de clientes diversificados	Respeitar as regras do distanciamento social, orientar o cliente para higienizar os aparelhos, colchonetes, bancos ou demais objetos antes e após a sua utilização com álcool 70%. Em caso de treinamento personalizado, os profissionais de EF podem fazer essa higienização para o cliente. Sempre que os profissionais de EF tocarem em um aparelho que será utilizado pelo cliente, é preciso fazer uma nova higienização.
	Distanciamento Social	Os praticantes de exercício físico e os profissionais de EF devem manter o distanciamento social de no mínimo 1,5 metros (Brasil, 2020a).
	Quantidade de pessoas no local	É aconselhado que as academias restrinjam um número de pessoas no local conforme a Portaria nº 100-R, de 30 de maio 2020 (Brasil, 2020a, p. 9).
	Horário de atendimento	É aconselhado que academias que possuem elevados fluxos de clientes solicitem que os usuários marquem o horário previamente (Brasil, 2020a).
<i>Domínio específico</i>	Intensidade do exercício	Durante a pandemia é indicado que os exercícios sejam de intensidade leve a moderada (Pitanga et al., 2002; Raiol, 2020). Ainda é importante ressaltar a importância do controle dos praticantes de atividades físicas por meio da aplicação de um questionário de perguntas rápidas e um fluxograma antes de iniciar uma prática de exercício físico, principalmente em academias de ginástica, relacionados à COVID-19 para verificar fatores de risco biológico e verificar o perfil comportamental dos usuários. (Christofolletti et al., 2021).

§ 1º Para Municípios classificados como de nível de risco baixo: I - atividades aeróbicas: 1 (um) aparelho/ usuário a cada 12 m² (doze metros quadrados) de área de salão, garantindo espaçamento mínimo de 4 m (quatro metros) entre os aparelhos/usuários; II - atividades não aeróbicas com aparelhos fixos: 1 (um) aparelho/usuário a cada 10 m² (dez metros quadrados) de área de salão, garantindo espaçamento mínimo de 3 m (três metros) entre aparelhos/usuários; e III - atividades não aeróbicas em aulas coletivas: 1 (uma) pessoa a cada 8 m² (oito metros quadrados) de área de salão, incluso o professor, garantindo espaçamento mínimo de 2,5 m (dois metros e cinquenta centímetros) entre as pessoas. § 2º Para Municípios classificados como de nível de risco moderado ou alto é possibilitado o funcionamento apenas para atividades não aeróbicas, restritas a treinos de baixo impacto, garantindo sempre espaçamento mínimo de 4 m (quatro metros) entre aparelhos/usuários e os seguintes limites de lotação: I - estabelecimentos com área menor que 30 m² (trinta metros quadrados): máximo de 1 (um) aluno por horário de agendamento; II - estabelecimentos com área igual ou superior a 30 m² (trinta metros quadrados) e menor que 45 m² (quarenta e cinco metros quadrados): máximo de 2 (dois) alunos por horário de agendamento. III - estabelecimentos com área igual ou superior a 45 m² (quarenta e cinco metros quadrados) e menor que 60 m² (sessenta metros quadrados): máximo de 3 (três) alunos por horário de agendamento; IV - estabelecimentos com área igual ou superior a 60 m² (sessenta metros quadrados) e

menor que 75 m² (setenta e cinco metros quadrados): máximo de 4 (quatro) alunos por horário de agendamento; e V - estabelecimentos com área igual ou superior a 75 m² (setenta e cinco metros quadrados): máximo de 5 (cinco) alunos por horário de agendamento (Brasil, 2020b, p. 9).

Por fim, referente aos horários de atendimento, sugere-se que academias maiores solicitem que os usuários marquem o horário previamente (Brasil, 2020a).

Para o domínio específico, o presente estudo aconselha, que a prática dos exercícios seja de intensidade leve a moderada, assim como é sugerido para o contexto de pandemia (Pitanga, Beck, & Pitanga, 2002; Raiol, 2020). Portanto, sugere-se que o profissional de EF aplique um teste de intensidade subjetiva (Escala de Borg) nos praticantes de exercício físico. Em caso de clientes que já contraíram a COVID-19, o controle e cuidado devem ser ainda maiores. Na literatura, o retorno às atividades ou exercícios físicos devem ser cautelosos, pois em alguns casos, há diminuição da capacidade respiratória e eventuais problemas cardíacos (Halabchi, Ahmadinejad, & Selk-Ghaffari, 2020); fraqueza muscular (Xiong et al., 2021) e inflamação neural (Xiong et al., 2021).

Ainda é importante ressaltar a importância do controle dos praticantes de atividade física, como sugere o artigo de Christofolletti et al. (2021).

Este artigo sugere a aplicação de um questionário de perguntas rápidas e um fluxograma antes de iniciar uma prática de exercício físico, principalmente em academias de ginástica, relacionados à COVID-19 com a finalidade de verificar fatores de risco biológico e o perfil comportamental dos

usuários. O ineditismo deste estudo é no sentido de não haver protocolos voltado para os aspectos socioculturais e comportamentais, relacionados com o contágio da COVID-19 (Christofoletti et al., 2021).

Ademais, os profissionais de EF podem contribuir como profissionais da saúde, fazendo registros dos usuários e passando um relatório semanal para as autoridades da saúde. Dessa forma é possível controlar a quantidade de pessoas que estão fazendo atividades e exercícios físicos que não contraíram o vírus; a quantidade de pessoas que contraíram o vírus e retornaram a praticar atividades ou exercícios físicos; e como as pessoas percebem o próprio estado de saúde após a COVID-19.

A sistematização das ações profissionais preserva a própria saúde bem como a saúde de seus clientes. Nesse sentido o compromisso, a responsabilidade e a ética profissional são premissas para a inserção dos profissionais de EF na área da saúde.

O avanço deste estudo é na direção de que até o momento não há estudos que buscaram desenvolver protocolos para profissionais de EF e o presente trabalho fez isso. Todavia, as limitações do atual estudo envolvem o fato do vírus ser recente e estar em constante investigações, ou seja, é natural que ocorra novas descobertas e, conseqüentemente, orientações no que se refere ao vírus, e isso pode modificar algumas das orientações aqui apresentadas. Contudo, para estudos futuros, é sugerido a utilização deste protocolo no sentido de estabelecer uma relação de causa e efeito para os profissionais de EF que atuam nas academias de ginástica.

CONCLUSÕES

A partir das análises realizadas, baseadas na literatura científica, em documentos oficiais de outras profissões e nos poucos documentos na área da EF, foi desenvolvido um protocolo voltado aos profissionais de EF com o intuito de minimizar os riscos de contágio durante a prática de atividades ou exercícios físicos. As orientações já antes apresentadas na literatura são o distanciamento social, quantidade de pessoas no local, horário de atendimento e EPIs. As novidades deste protocolo consistem em um protocolo específico para os profissionais de EF, focando na vestimenta, EPIs dependendo do contato com o cliente e intensidade do exercício.

As orientações consideram a segurança do cliente, do profissional de EF e das pessoas que trabalham na secretaria (setor de recepção) por meio da descrição detalhada da investigação biológica e comportamental do cliente, vestimenta profissional, assepsia adequada dos aparelhos utilizados, horários e quantidade de pessoas, local das atividades, distanciamento, atendimento individualizado ou em pequenos grupos.

Ademais, Drigo e Pitanga (2021) reforçam que os protocolos de segurança devem ser seguidos em ambientes de academias e de práticas de exercícios físicos, tanto no âmbito público quanto no individual. Os autores ressaltam que para o funcionamento de áreas destinadas aos exercícios físicos durante a pandemia da COVID-19 é necessário que o foco esteja totalmente na saúde, ou seja, o exercício físico deve ser pensado para a saúde e não para a estética. Os autores ainda fortalecem que o exercício físico deve ser prioritariamente para os grupos com comorbidades e idosos. A manutenção da saúde contribui significativamente para melhorar a imunidade dessas pessoas durante o período da pandemia (ACSM, 2020).

É relevante dizer que apesar das informações trazidas neste artigo, o presente estudo não restringe a liberdade de trabalho do profissional de EF. As técnicas e práticas são de competência dos profissionais de EF e a prestação de serviços devem estar pautadas no altruísmo, na qualidade e no compromisso ético. Portanto, o estudo não questiona a técnica de trabalho, a sua importância é apresentar informações sistematizadas por meio de protocolos específicos para os profissionais de EF que fazem atendimento ao público no contexto da pandemia, de forma confiável e segura.

Essas informações têm o intuito de contribuir e transformar as academias e os estabelecimentos de atividades e exercícios físicos em um centro de saúde, além de garantir a segurança dos profissionais de EF, dos clientes e de toda a população. Ademais, é importante dizer que há possibilidades de uma terceira onda da pandemia, visto que houve uma redução da preocupação das medidas restritivas e circulação da variante Delta (Tokarski, 2021).

É reforçado que as ideias deste artigo não estão esgotadas, visto que as contribuições e estudos sobre a pandemia estão em processos constantes de aperfeiçoamento.

REFERÊNCIAS

- Alves-Mazzotti, A. J., & Gewandsznajder, F. (1998). *O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa*. São Paulo: Pioneira.
- American College of Sport Medicine (ACSM). (2020). *Staying active during the coronavirus pandemic*. Recuperado de: https://www.exercisemedicine.org/assets/page_documents/EIM-Rx%20for%20Health_%20Staying%20Active%20During%20Coronavirus%20Pandemic.pdf
- Andrade, A., Dominski, F. H., Pereira, M. L., de Liz, C. M., & Buonanno, G. (2018). Infection risk in gyms during physical exercise. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(20), 19675-19686. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1822-8>
- Associação Brasileira de Academias (ACAD). (2020). *O papel das academias na prevenção contra a COVID-19*. Recuperado de: <https://acadbrasil.com.br/wp-content/uploads/2020/11/cartilha-acad-a-importancia-das-academias-no-combate-ao-covid.pdf>

- Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. (2019). *Guia de elaboração: escopo para protocolos clínicos e diretrizes terapêuticas*. Brasília: Ministério da Saúde.
- Brasil. Ministério da Saúde. (2020a). *Portaria nº 100-R, de 30 de maio de 2020*. Recuperado de: https://coronavirus.es.gov.br/Media/Coronavirus/Legislacao/PORTARIA%20SESA%20N%C2%BA%20100-R,%20de%2030_05_2020%20-%20DIO%20Extra%20de%2030_05_2020%20-%20medidas%20qualificadas%20-%20PDF.pdf
- Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Primária à Saúde. (2020b). *Nota Técnica nº 10/2020-CGPROFI/DEPROS/SAPS/MS*. Brasília: Ministério da Saúde.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2021). Stay safe while doing indoor and outdoor activities with others. Recuperado de: <https://healthcareready.org/infographic-stay-safe-while-doing-indoor-and-outdoor-activities-with-others/>
- Christofoletti, A. E. M., Fukushima, R. L. M., Fernandes, M. M., Nunes, H. F. P., Metzner, A. C., Drigo, A. J. (2021). Desenvolvimento de protocolos para a atuação dos profissionais de educação física no contexto da pandemia da COVID-19. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*, 26(1).
- Conselho Federal de Educação Física (CONFEF). (2020). *CONFEF publica cartilha com orientações para retomada das atividades*. Recuperado de: https://www.confef.org.br/extra/revistaef/arquivos/2020/N75_JUNHO/04.pdf
- Conselho Federal de Enfermagem (CONFEN). (2020). *Orientações sobre a colocação e retirada dos equipamentos de proteção individual (EPIs)*. Recuperado de: http://www.cofen.gov.br/wp-content/uploads/2020/03/cartilha_epi.pdf
- Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional (COFFITO). (2020). *Recomendações do COFFITO quanto ao uso de equipamentos de proteção individual (EPIs)*. Recuperado de: https://www.coffito.gov.br/nsite/wp-content/uploads/2020/05/cartilha-2_compressed-5-1.pdf
- Conselho Federal de Medicina (CFM). (2020). *Combate à COVID-19: Orientações gerais do CFM aos médicos e profissionais da saúde sobre medidas de prevenção e para uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI)*. Recuperado de: https://portal.cfm.org.br/images/PDF/nota_epi.pdf
- Conselho Regional de Fisioterapia e Terapia Ocupacional (CREFITO). (2020). *Biossegurança na COVID-19*. Fisioterapeutas e Terapeutas Ocupacionais. Recomendações do Crefito-3 sobre normas contra infecção por Coronavírus. Recuperado de: <http://www.crefito.com.br/imp/oficios/cart-biosseguranca-c3-v2.pdf>
- Conselho Regional de Odontologia (CRO). (2020). *Orientação de biossegurança: adequações técnicas em tempos de COVID-19*. Recuperado de: <http://www.crosp.org.br/uploads/arquivo/747df5ff505e7beff33c1a5ff5d6f12a.pdf>
- Dominski, F. H., Brandt, R. (2020). Do the benefits of exercise in indoor and outdoor environments during the COVID-19 pandemic outweigh the risks of infection? *Sport Sciences for Health*, 16(3), 583-588. <https://doi.org/10.1007%2Fs11332-020-00673-z>
- Doremalen, N. V. D., Bushmaker, T., Morris, D. H., Holbrook, M. G., Gamble, A., Williamson, B. N., Tamin, A., Harcourt, J. L., Thornburg, N. J., Gerber, S. I., Lloyd-Smith, J. O., Wit, E., Munster, V. J. (2020). Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1. *New England Journal of Medicine*, 382(16), 1564-1567. <https://doi.org/10.1056/nejmc2004973>
- Drigo, A. J., Fernandes, M. M., Fukushima, R. L. M., Ribeiro, E. D. R. D., Marcon, G., Borba-Pinheiro, C. J., Mataruna-Dos-Santos, L., & Christofoletti, A. E. M. (2021). The contribution of Human Sciences to educational processes associated with COVID-19. *Motricidade*, 17(2), 104-107. <https://doi.org/10.6063/motricidade.23304>
- Drigo, A. J., & Pitanga, F. J. G. (2021). A Educação Física precisa focar no compromisso com a saúde pública e individual. *Revista ProAtiva*. Recuperado de: <https://revistaproativa.com.br/a-educacao-fisica-precisa-focar-no-compromisso-com-a-saude-publica-e-individual/>
- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (FOUSP). (2020). *Protocolo completo sobre os atendimentos odontológicos atuais segundo CDC*. Recuperado de: <http://www.fo.usp.br/?p=64215>
- Halabchi, F., Ahmadinejad, Z., & Selk-Ghaffari, M. (2020). COVID-19 Epidemic: Exercise or Not to Exercise; That is the Question! *Asian Journal of Sports Medicine*, 11(1), e102630. <https://doi.org/10.5812/asjms.102630>
- Kampf, G., Todt, D., Pfaender, S., & Steinmann, E. (2020). Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. *Journal of Hospital Infection*, 104(3), 246-251. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2020.01.022>
- Mayo Clinic Health System. (2020). *COVID-19 safety: Tips for leaving home to travel, visit restaurants and more*. Recuperado de: <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/coronavirus/in-depth/coronavirus-safety-tips/art-20485967>
- Morais, F. G., Sakano, V. K., Lima, L. N., Franco, M. A., Reis, D. C., Zanchetta, L. M., Jorge, F., Landulfo, E., Catalani, L. H., Barbosa, H. M. J., John, V. M., & Artaxo, P. (2021). Filtration efficiency of a large set of COVID-19 face masks commonly used in Brazil. *Aerosol Science & Technology*, 55(9), 1028-1041. <https://doi.org/10.1080/02786826.2021.1915466>
- Morawska, L., & Cao, J. (2020). Airborne transmission of SARS-CoV-2: the world should face the reality. *Environment International*, 139, 105730. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105730>
- New Jersey Department of Health. (2021). *Are gyms open? Are there safety recommendations?* Recuperado de: <https://covid19.nj.gov/faqs/nj-information/reopening-guidance-and-restrictions/are-gyms-open-are-there-safety-recommendations#direct-link>
- Pitanga, F. J. G., Beck, C. C., & Pitanga, C. P. S. (2002). Atividade física e redução do comportamento sedentário durante a pandemia do Coronavírus. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. <https://doi.org/10.36660/abc.2020023>
- Raiol, R. A. (2020). Praticar exercícios físicos é fundamental para a saúde física e mental durante a Pandemia da COVID-19. *Brazilian Journal of Health Review*, 3(2), 2804-2813. <https://doi.org/10.34119/bjhrv3n2-124>
- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE). (2020). *Retomada segura das atividades: academias de ginástica*. Recuperado de: https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/retomada-segura-das-atividades-academias-de-ginastic_a_9a8b33d8e7672710VgnVCM1000004c00210aRCRD
- Setti, L., Passarini, F., Gennaro, G. D., Barbieri, P., Perrone, M. G., Borelli, M., & Miani, A. (2020). Airborne transmission route of COVID-19: why 2 meters/6 feet of inter-personal distance could not be enough. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(8), 2932. <https://doi.org/10.3390%2Fijerph17082932>
- Tokarski, M. (2021). *3ª onda de covid-19: o recado que vem dos Estados Unidos*. Recuperado de: <https://exame.com/bussola/3a-onda-de-covid-19-o-recado-que-vem-dos-estados-unidos/>
- Xiong, Q., Xu, M., Li, J., Zhang, J., Xu, Y., & Dong, W. (2021). Clinical sequelae of COVID-19 survivors in Wuhan, China: a single-centre longitudinal study. *Clinical Microbiology and Infection*, 27(1), 89-95. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2020.09.023>

Acute effects of two HIIT protocols on oxidative responses

George Franklin Santana de Carvalho¹ , Anderson Carlos Marçal¹ , Felipe José Aidar¹ , Jymmys Lopes Santos¹ , Ciro José Brito³ , Márcio Getirana-Mota¹ , Clésio Andrade Lima¹ , Ricardo Aurélio Carvalho Sampaio¹ , Raphael Fabrício de Souza¹ , Lucio Marques Vieira-Souza^{1,2,3*} 

ABSTRACT

The aim of this experimental study was to evaluate acute responses to oxidative stress (OS) after a single session of two HIIT protocols. 24 Wistar rats were divided into three groups ($n=8$): sedentary control (SC), HIIT with a 7-minute volume (LW) and HIIT with 14-min (HW). After the protocol, blood was collected for the measurement of uric acid (UA), and the liver and the gastrocnemius muscle were collected for OS assessment by measuring malondialdehyde (MDA) and total antioxidant capacity (FRAP). The LW and HW groups showed a reduction in hepatic MDA (51.9 and 29.9%; $p < 0.05$) compared to SC. However, the muscle of the HW group increased the MDA (12.6%; $p < 0.05$) compared to SC. As for FRAP, LW and HW reduced values (78.3 and 75.3%; $p < 0.05$) compared to SC, respectively. UA in the LW group was higher when compared to SC (64.7%; $p < 0.05$), HW group was similar to SC ($p > 0.05$). Among the different HIIT protocols, the LW group showed an increase in UA compared to the HW group (44%; $p < 0.05$). Compared to SC, the LW and HW groups did not promote acute OS in the liver tissue. However, HW caused OS in muscle tissue after a single exercise session.

KEYWORDS: HIIT; oxidative stress; damage.

INTRODUCTION

The search for a healthy lifestyle, as well as the adoption of healthy habits, contribute significantly to improving the quality of life (Niven, Laird, Saunders & Phillips, 2021). In this sense, several exercise modalities arise intending to optimize physiological aspects. For example, HIIT, High-Intensity Interval Training, is characterized by brief and repeated episodes of intense activity followed by short periods of passive or active rest with low-intensity exercises (Torma et al., 2019).

Due to the possibility of adjusting certain variables, such as intensity and duration of effort and rest, active or passive rest, number and duration of sets, duration and type of recovery between sets, different HIIT protocols can be triggered (Alves, Salerno, Panissa, Franchini & Takito, 2017). These interval training models promote physiological adaptations very similar to those found in traditional aerobic exercise. Among these adjustments, some authors reported an increase in the generation of new

mitochondria and modulation of oxidative enzymes, however in a much smaller period of training volume (MacInnis & Gibala, 2017; Torma et al., 2019; Silva, Galliano, & Del Vecchio, 2020).

As a high-intensity exercise, HIIT requires a high metabolic demand (Ahler, Matzenbacher, Albarello & Halmenschlager, 2019; Souza et al., 2020), which can result in an increase in reactive oxygen species, and consequently, resulting in increased oxidative stress (OS) in various organs and tissues (Powers, Talbert, & Adhietty, 2011). This is defined as the imbalance between the production of reactive oxygen species (ROS) and the intracellular antioxidant defense capacity (Zhang et al., 2019). Despite the studies that analyzed HIIT and its effects on the body, its role on the oxidative responses induced by this modality is still scarce. Thus, this study aimed to evaluate the effects of an acute session of two HIIT protocols on oxidative parameters in rats. We hypothesize that the HW protocol will result in higher OS.

¹Universidade Federal de Sergipe, Post-Graduate Program in Physical Education – São Cristóvão (SE), Brazil.

²Universidade do Estado de Minas Gerais, Physical Education Course – Passos (MG), Brazil.

³Universidade Federal de Juiz de Fora, Post-Graduate Program in Physical Education – Governador Valadares (MG), Brazil.

*Corresponding author: Department of Physical Education – Cidade Universitária Professor José Aloísio de Campos – Avenida Marechal Rondon, s/n., Jardim Rosa Elze – CEP: 49100-000 – São Cristóvão (SE), Brazil.
E-mail: profedf.luciomarkes@gmail.com

Conflict of interests: nothing to declare. **Funding:** nothing to declare.

Received: 08/06/2021. **Accepted:** 12/04/2021.

METHODS

Animals

Twenty-four male Wistar rats, with an initial age of 60 days (250 to 300 g), from the Sectorial Animal Facility of Intracellular Signaling Research Nucleus (NUPESIN) of the Universidade Federal de Sergipe (UFS) were used. The animals were divided into three groups with $n=8$ each: animals that did not perform high-intensity interval exercise (SC); animals that performed high-intensity interval exercise with low work volume (LW) and animals that performed high-intensity interval exercise with high work volume between swims (HW). All experimental groups were kept in collective cages in groups of 04 rodents and under environmental conditions of temperature from 21 to 24°C and 12-hour light-dark cycle with free access to filtered water and specific food for rodents (Purina, Brazil). The procedures that were used in this study were previously approved by the Ethics Committee in Animal Research of Universidade Federal de Sergipe (CEUA/UFS), under the protocol (15/2017), and were in accordance with the Guidelines of the Brazilian College of Experiences with Animals (COBEA).

Procedures

Acute session protocol

Previously, the animals underwent an adaptation to the liquid medium, carried out for 15 days, following the protocol adapted from Contarteze, Manchado, Gobatto and Mello, (2007). In an 80 cm deep × 80 cm in diameter cylindrical tank and a water temperature of $25 \pm 1^\circ\text{C}$ with lead overload (small cotton fabric bags and Velcro) placed near the ventral region of each rodent, below the neck region distributed distally to the thoracic region, with different levels of water, load, intensity and volume.

After adaptation, the animals were submitted to two acute interval exercise protocols of high-intensity swimming, derived from the protocol by Terada et al. (2021). The LW group did a single session with 14 swimming periods lasting 20 seconds and 10-second intervals between each period, totaling a volume of 07 minutes. The HW performed a single session with 14 swimming periods lasting 35 seconds and intervals of 25 seconds between each period, totaling a volume of 14 minutes. In both HIIT cases, a load of 14% of body weight was used, with a depth of 60 cm.

Collection of biological materials

Immediately after the acute sessions, the animals were anesthetized with ketamine/xylazine (75 mg/kg + 10 mg/kg

i.p) and blood (approximately 5 mL) was collected through cardiac puncture and the animals were euthanized by bleeding preceded by anesthesia. Immediately the collected blood was centrifuged at 800 g for 15 minutes at 4°C. The supernatant was then stored at -80°C. Part of the liver (1g) and gastrocnemius skeletal muscle (1 g) were removed and then washed 3 times with a 1.15% solution of KCL (Vetec, LTDA, Rio de Janeiro, Brazil), dried and weighed. After the liver and muscle were homogenized, each gram of tissue was mixed with 5 mL of KCl, 10 µL of phenylmethylsulfonyl fluoride (PMSF, 100 mmol, Sigma-Aldrich, Steinheim, Germany) and 15 µL of 10% Triton. The homogenates were then centrifuged at 3,000 g for 10 minutes at 4°C. The supernatants were stored at -80°C until further analysis of OS and tissue damage markers.

Determination of OS biomarkers

The MDA measurements were performed according to the method described by Ohkawa, Ohishi and Yagi (1979). Quantification of MDA: 100 µL of the liver and muscle tissue homogenates were incubated in Eppendorf with 350 µL of 20% acetic acid (pH 3.5) and 600 µL of thiobarbituric acid (TBA, 0.36%) for 1 hour at 85°C. Then, the Eppendorf were cooled on ice and centrifuged at 1,500 RPM for 5 minutes. Absorbance reading was performed at 532 nm. The molar extinction coefficient used was $1.54 \times 10^5 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ and the result of TBARS in nmol of MDA/g of tissue, where TBARS stands for substances reactive to thiobarbituric acid.

Determination of antioxidant capacity

Using the FRAP (Ferric Reducing Ability of Plasma) technique, a 9 µL aliquot of liver plasma was pipetted into a microplate, where 27 µL of distilled water and 270 µL of FRAP reagent were added. The plate was incubated at 37°C for 30 minutes and reading was performed at 595 nm. Ferrous sulfate (FeSO_4) was used as a standard and the results were expressed in µM of equivalents of ferrous sulfate produced.

To measure uric acid (enzymatic UV uricase-peroxidase), the commercial kit (Labtest, Santa Lagoa, Minas Gerais, Brazil) was used. Plasma (20 µL) from each animal was homogenized in specific reagents at $37 \pm 0.2^\circ\text{C}$, and readings were taken using a spectrophotometer (Biospectrum Model SP-22 UV / Visible, Minas Gerais, Brazil) at one wavelength of 540 nm.

Statistical analysis

Data normality was tested by the Shapiro-Wilk test. Then, the Anova One Way with Bonferrini post-hoc was used to analyze the data of OS markers and antioxidant capacity. We

adopted the significance level $p < 0.05$. All data were analyzed using the GraphPad Prism statistical program version 7.0 (GraphPad Software, San Diego, CA, USA).

RESULTS

The tissue oxidative stress lipid oxidation biomarker (Figure 1A), it shows that the protocol of single sessions of high-intensity exercise (HIIT) with low work volume (LW) was able to decrease (600.2 ± 89.9 vs 288.9 ± 15.2 ; -51.9% ; $p = 0.0001$) the values of liver TBARs in rats after exercise in relation to the sedentary control group (SC). Likewise, we observed that the HIIT protocol with high workload HW also reduced (600.2 ± 89.9 vs 421.0 ± 110.7 ; -29.9% ; $p = 0.0058$) the values of liver TBARs in rats after exercise compared to the sedentary control group (SC). However, when comparing the protocols, it was observed that there was a significantly higher decrease (421.0 ± 110.7 vs 288.9 ± 15.2 ; 22% ; $p = 0.0435$) in the LW protocol compared to the HW.

In the skeletal muscle tissue (Figure 1B), the LW protocol did not change tissue TBAR levels compared to the SC group (117.1 ± 13.7 vs 107.9 ± 5.8 ; -7.9% ; $p = 0.21$). On the contrary, the HW protocol generated an increase in TBARs (117.1 ± 13.7 vs 131.8 ± 4.0 ; 12.6% ; $p = 0.012$) in the tissue compared to the SC group. As seen above, the effect between protocols was 22.2% greater in HW in increasing muscle tissue TBARs than in LW.

Regarding the antioxidant capacity of the rat liver tissue measured using the iron reduction method (FRAP) (Figure 2A), suffered a strong alteration from the applied HIIT. We identified that the LW and HW protocols reduced the FRAP levels ($1,210 \pm 320.1$ vs 263.2 ± 109.6 ; -78.3% and $1,210 \pm 320.1$ vs 299.4 ± 64.0 ; -75.3% ; $p = 0.0002$) when compared to the SC group, respectively. On the other hand, we did not observe any difference in the tissue's antioxidant capacity between LW and HW groups (263.2 ± 109.6 vs 299.4 ± 64.0 ; $p > 0.9999$), suggesting that, regardless of the protocol, HIIT causes depletion in the liver tissue's antioxidant stores.

When we analyzed the antioxidant marker uric acid (UA) in blood plasma (Figure 2B), we identified that HIIT in the LW group promoted a significant increase in the UA blood concentration compared to the SC group (4.6 ± 1.1 vs 7.6 ± 1.5 ; $64, 65\%$; $p = 0.01$). On the other hand, UA concentrations in the HW group were similar to SC (4.6 ± 1.1 vs 4.3 ± 0.6 ; $p > 0.9999$). But when the effects between protocols were compared, the LW group had a significant increase in blood UA compared to the HW (44% ; $p = 0.0046$).

DISCUSSION

The present study evaluated the acute effects of two high-intensity interval exercise protocols on markers of OS in rats. Based on the results, it can be inferred that a single session of high volume HIIT promoted oxidative damage related to lipid peroxidation in the liver of Wistar rats. In

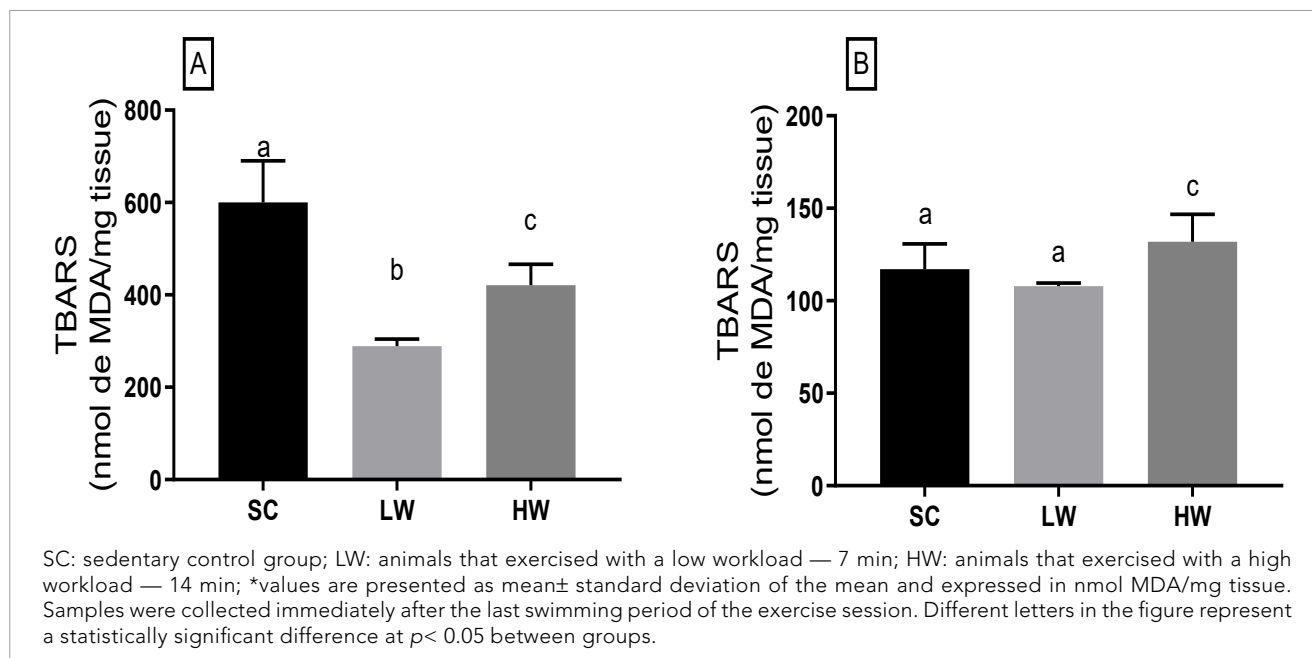


Figure 1. Effect of the high-intensity interval exercise session on oxidative stress biomarker on lipid damage in (A) liver tissue and (B) gastrocnemius skeletal muscle of rats*.

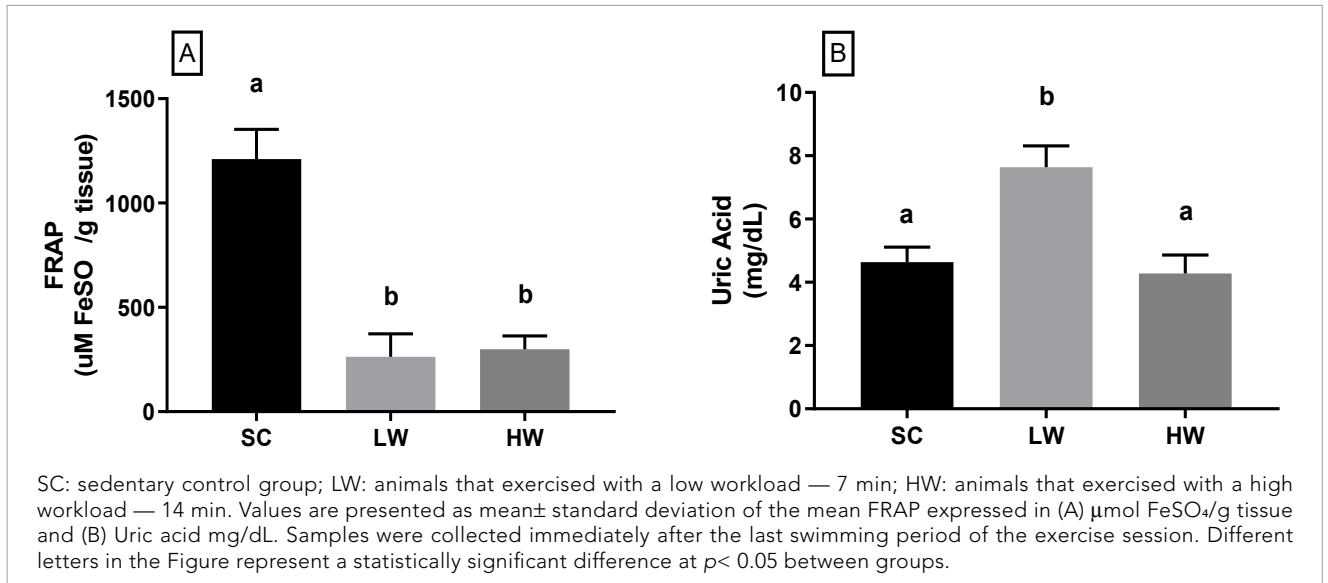


Figure 2. (A) Hepatic and (B) blood antioxidant capacity of rats after a high-intensity interval exercise session*.

addition, both high and low volume protocols reduced the antioxidant activity marker in plasma FRAP. MDA is the final product of lipid peroxidation, being used as a marker for measuring OS (Kawamura & Muraoka, 2018).

Oxidative damage to membrane lipids occurs due to an increased production of free radicals, such as reactive oxygen species (ROS) (Valko et al., 2007). During muscle contraction, ROS are produced mainly in the mitochondria, and by the activity of the enzyme xanthine oxidase and nicotinamide adenine dinucleotide phosphate (Nemes et al., 2018), and have regulatory functions in a variety of intracellular processes such as proliferation, differentiation, immune response, signaling, energy metabolism, gene expression and exercise adaptation (Schieber & Chandel, 2014; Morales-Alamo & Calbet, 2016).

However, the exacerbated increase in its production is associated with deleterious effects related to oxidative stress such as overtraining (Lewis et al., 2018). This dichotomy between the physiological effects caused by ROS and consequent oxidative stress seems to be associated with the amount of reactive oxygen and nitrogen species that is produced by intracellular processes, which may be a dose-dependent effect on the stimulus that causes it (Nikolaidis & Margaritelis, 2018).

In the present study, a decrease in the concentration of MDA was observed in the exercised groups compared to the control group, demonstrating that an acute session of HIIT did not provide significant oxidative damage, similarly to the study carried out by Bloomer and Goldfarb (2004). In addition, Ramos-Filho et al. (2015). Using the same exercise protocol, showed no significant difference immediately after

exercise in the concentration of MDA in the gastrocnemius muscle of rats. The gastrocnemius muscle is formed by different types of muscle fibers, both of slow and fast contraction, which are arranged in different ways along the muscle (Ramos-Filho et al., 2015). It is known that high-intensity interval exercise requires greater activity on the fast-twitch type II contraction fibers (Holloway, Bloemberg, Silva, Quadrilatero & Spriet, 2015).

During swimming using the HIIT protocol, the gastrocnemius muscle is less recruited when compared to the tibialis anterior muscle, which contains a higher percentage of fast-twitch fibers (Nikolovski, Faulkner, Palmer & Fournier, 1996). Likewise, the less active muscle may represent a decrease in the oxidation of energy substrates during physical exercise (Ørtenblad, Westerblad, & Nielsen, 2013; Gejl et al., 2017). Therefore, it can be hypothesized that, in the models evaluated in this study, there may have been less activity of energy pathways and intracellular mechanisms responsible to produce reactive species. Therefore, it was unable to generate oxidative damage in the gastrocnemius muscle, due to the characteristics of the composition of its fibers.

Confirming this hypothesis, Ramos-Filho et al. (2015), found that the tibialis anterior muscle produces hydrogen peroxide (H₂O₂) in greater amounts, compared to the gastrocnemius, using the same HIIT protocol presented in our study. In more recent findings, researchers observed that the production of H₂O₂ depends on the characteristics of the exercise performed. HIIT was not able to increase the generation of H₂O₂ through mitochondrial complexes I and II in the gastrocnemius of rats, while continuous exercise presented a different scenario (Martins et al., 2018).

Adaptations to the HIIT training protocol are shown to be specific in some tissues such as skeletal muscle when compared to the continuous exercise protocol, which demonstrates that the oxidative response may vary depending on the tissue analyzed (Groussard et al., 2019). Thus, our results did not show a difference in the oxidative response in different tissues such as skeletal muscle and liver. In another tissue territory, the liver is the organ responsible for the control of glycemic homeostasis during physical exercise Gonzalez, Fuchs, Betts and Van Loon (2016), when liver cells mobilize their glycogen stores, thus providing the energy substrate needed to perform the muscle contraction (Trefts, Williams, & Wasserman, 2015). The liver is the organ responsible for the synthesis of antioxidant molecules, the main one being glutathione (Kalinina, Chernov, & Novichkova, 2014). The HIIT training protocol demonstrates an increase in the concentrations of antioxidant enzymes produced by the liver (Delwing-de Lima et al., 2018). This adaptation to training occurs due to the attack of ROS during physical exercise sessions (Powers et al., 2011).

A recent study investigated the effect of a single session of HIIT In rats, using a treadmill, on oxidative damage Melo et al. (2019), showing no significant difference in post-exercise MDA levels, although it showed improvement in antioxidant capacity in 24 h. However, due to the lack of data on exercise induced ROS quantification, it is not possible to determine whether there is a threshold of their production that results in oxidative damage, as well as the period in which the attack on biomolecules occurs, as our study portrays the moment right after the end of the exercise. Pimenta et al. (2015), observed that swimming using HIIT as a training protocol is able to improve the antioxidant defense in ovariectomized rats and hyperlipidemic diets, demonstrating the beneficial effect of reducing MDA concentrations in the gastrocnemius.

CONCLUSIONS

In conclusion and given the above, the HW protocol reduced the antioxidant capacity in the plasma, while increasing the concentration of MDA in the liver.

REFERENCES





Ahlert, M., Matzenbacher, F., Albarello, J. C. S., & Halmenschlager, G. H. (2019). Comparison of epic and recovery energy expenditure betweenast and continuous aerobic exercise training. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 25(1), 20-23. <https://doi.org/10.1590/1517-869220192501181346>

- Alves, E. D., Salerno, G. P., Panissa, V., Franchini, E., & Takito, M. Y. (2017). Effects of long or short duration stimulus during high-intensity interval training on physical performance, energy intake, and body composition. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 13(4), 393-399. <https://doi.org/10.12965/jer.1734962.481>
- Bloomer, R. J., & Goldfarb, A. H. (2004). Anaerobic exercise and oxidative stress: a review. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 29(3), 245-263. <https://doi.org/10.1139/h04-017>
- Contarteze, R. V. L., Machado, F. B., Gobatto, C. A., & Mello, M. A. R. (2007). Biomarcadores de estresse em ratos exercitados por natação em intensidades igual e superior à máxima fase estável de lactato. *vervista Brasileira de Medicina do Esporte*, 13(3), 169-174. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922007000300008>
- Delwing-de Lima, D., Ulbricht, A., Werlang-Coelho, C., Delwing-Dal Magro, D., Joaquim, V., Salamaia, E. M., de Quevedo, S. R., & Desordi, L. (2018). Effects of two aerobic exercise training protocols on parameters of oxidative stress in the blood and liver of obese rats. *Journal of Physiological Sciences*, 68(5), 699-706. <https://doi.org/10.1007/s12576-017-0584-2>
- Gejl, K. D., Ørtenblad, N., Andersson, E., Plomgaard, P., Holmberg, H. C., & Nielsen, J. (2017). Local depletion of glycogen with supramaximal exercise in human skeletal muscle fibres. *Journal of Physiology*, 595(9), 2809-2821. <https://doi.org/10.1113/JP273109>
- Gonzalez, J. T., Fuchs, C. J., Betts, J. A., & van Loon, L. J. (2016). Liver glycogen metabolism during and after prolonged endurance-type exercise. *American journal of physiology. Endocrinology and Metabolism*, 311(3), E543-E553. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00232.2016>
- Groussard, C., Maillard, F., Vazeille, E., Barnich, N., Sirvent, P., Otero, Y. F., Combaret, L., Madeuf, E., Sourdrille, A., Delcros, G., Etienne, M., Teixeira, A., Sauvanet, P., Pialoux, V., & Boisseau, N. (2019). Tissue-specific oxidative stress modulation by exercise: a comparison between MICT and HIIT in an obese rat model. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2019, 1965364. <https://doi.org/10.1155/2019/1965364>
- Holloway, T. M., Bloemberg, D., Silva, M. L., Quadrilatero, J., & Spriet, L. L. (2015). High-intensity interval and endurance training are associated with divergent skeletal muscle adaptations in a rodent model of hypertension. *American Journal of Physiology*, 308(11), R927-R934. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00048.2015>
- Kalinina, E. V., Chernov, N. N., & Novichkova, M. D. (2014). Role of glutathione, glutathione transferase, and glutaredoxin in regulation of redox-dependent processes. *Biochemistry. Biokhimiia*, 79(13), 1562-1583. <https://doi.org/10.1134/S0006297914130082>
- Kawamura, T., & Muraoka, I. (2018). Exercise-induced oxidative stress and the effects of antioxidant intake from a physiological viewpoint. *Antioxidants*, 7(9), 119. <https://doi.org/10.3390/antiox7090119>
- Lewis, N. A., Redgrave, A., Homer, M., Burden, R., Martinson, W., Moore, B., & Pedlar, C. R. (2018). Alterations in redox homeostasis during recovery from unexplained underperformance syndrome in an elite international rower. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(1), 107-111. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2016-0777>
- Maclnns, M. J., & Gibala, M. J. (2017). Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. *Journal of Physiology*, 595(9), 2915-2930. <https://doi.org/10.1113/JP273196>
- Martins, E. L., Ricardo, J. C., de-Souza-Ferreira, E., Camacho-Pereira, J., Ramos-Filho, D., & Galina, A. (2018). Rapid regulation of substrate use for oxidative phosphorylation during a single session of high intensity interval or aerobic exercises in different rat skeletal muscles. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry & Molecular Biology*, 217, 40-50. <https://doi.org/10.1016/j.cbpb.2017.11.013>

- Melo, C. S., Rocha-Vieira, E., Freitas, D. A., Soares, B. A., Rocha-Gomes, A., Riul, T. R., Mendonça, V. A., Lacerda, A., Camargos, A., Carvalho, L., Sousa, R., & Leite, H. R. (2019). A single session of high-intensity interval exercise increases antioxidants defenses in the hippocampus of Wistar rats. *Physiology & Behavior*, 211, 112675. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2019.112675>
- Morales-Alamo, D., & Calbet, J. (2016). AMPK signaling in skeletal muscle during exercise: Role of reactive oxygen and nitrogen species. *Free Radical Biology & Medicine*, 98, 68-77. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2016.01.012>
- Nemes, R., Koltai, E., Taylor, A. W., Suzuki, K., Gyori, F., & Radak, Z. (2018). Reactive Oxygen and Nitrogen Species Regulate Key Metabolic, Anabolic, and Catabolic Pathways in Skeletal Muscle. *Antioxidants*, 7(7), 85. <https://doi.org/10.3390/antiox7070085>
- Nikolaidis, M. G., & Margaritelis, N. V. (2018). Same redox evidence but different physiological "stories": the Rashomon effect in biology. *BioEssays*, 40(9), 1800041. <https://doi.org/10.1002/bies.201800041>
- Nikolovski, S., Faulkner, D. L., Palmer, T. N., & Fournier, P. A. (1996). Muscle glycogen depletion from endogenous carbon sources during recovery from high intensity exercise in the fasted rat. *Acta Physiologica Scandinavica*, 157(4), 427-434. <https://doi.org/10.1046/j.1365-201X.1996.507273000.x>
- Niven, A., Laird, Y., Saunders, D. H., & Phillips, S. M. (2021). A systematic review and meta-analysis of affective responses to acute high intensity interval exercise compared with continuous moderate- and high-Intensity exercise. *Health Psychology Review*, 15(4), 540-573. <https://doi.org/10.1080/17437199.2020.1728564>
- Ohkawa, H., Ohishi, N., & Yagi, K. (1979). Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Analytical Biochemistry*, 95(2), 351-358. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(79\)9077938-3](https://doi.org/10.1016/0003-2697(79)9077938-3)
- Ørtenblad, N., Westerblad, H., & Nielsen, J. (2013). Muscle glycogen stores and fatigue. *Journal of Physiology*, 591(18), 4405-4413. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2013.251629>
- Pimenta, M., Bringhenti, I., Souza-Mello, V., Santos Mendes, I. K., Aguilá, M. B., & Mandarim-de-Lacerda, C. A. (2015). High-intensity interval training beneficial effects on body mass, blood pressure, and oxidative stress in diet-induced obesity in ovariectomized mice. *Life Sciences*, 139, 75-82. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2015.08.004>
- Powers, S. K., Talbert, E. E., & Adhietty, P. J. (2011). Reactive oxygen and nitrogen species as intracellular signals in skeletal muscle. *Journal of Physiology*, 589(9), 2129-2138. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2010.201327>
- Ramos-Filho, D., Chicaybam, G., de-Souza-Ferreira, E., Guerra Martinez, C., Kurtenbach, E., Casimiro-Lopes, G., & Galina, A. (2015). High intensity interval training (HIIT) induces specific changes in respiration and electron leakage in the mitochondria of different rat skeletal muscles. *PLoS One*, 10(6), e0131766. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0131766>
- Schieber, M., & Chandel, N. S. (2014). ROS function in redox signaling and oxidative stress. *Current Biology*, 24(10), R453-R462. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2014.03.034>
- Silva, B. N. M., Galliano, L. M., & Del Vecchio, F. B. (2020). Relativizing effects of high intensity interval training vs continuous moderate. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 22, e68179. <https://doi.org/10.1590/1980-0037.2020v22e68179>
- Souza, L. M. V., Aidar, F. J., de Matos, D. G., Marçal, A. C., de Souza, R. F., dos Santos, J. L., Wartha, E. R. S. A., da Silva, A. N., Estevam, C. S., & de Araújo, S. S. (2020). Analysis of oxidative stress in Wistar rats submitted to high-intensity interval training. *Matricidade*, 16(3), 274-281. <https://doi.org/10.6063/matricidade.21310>
- Terada, S., Yokozeki, T., Kawanaka, K., Ogawa, K., Higuchi, M., Ezaki, O., & Tabata, I. (2001). Effects of high-intensity swimming training on GLUT-4 and glucose transport activity in rat skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*, 90(6), 2019-2024. <https://doi.org/10.1152/jappl.2001.90.6.2019>
- Torma, F., Gombos, Z., Jokai, M., Takeda, M., Mimura, T., & Radak, Z. (2019). High intensity interval training and molecular adaptive response of skeletal muscle. *Sports Medicine and Health Science*, 1(1), 24-32. <https://doi.org/10.1016/j.smhs.2019.08.003>
- Trefts, E., Williams, A. S., & Wasserman, D. H. (2015). Exercise and the regulation of hepatic metabolism. *Progress in Molecular Biology and Translational Science*, 135, 203-225. <https://doi.org/10.1016/bs.pmbts.2015.07.010>
- Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, M. T., Mazur, M., & Telser, J. (2007). Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, 39(1), 44-84. <https://doi.org/10.1016/j.biocel.2006.07.001>
- Zhang, L., Wang, X., Cueto, R., Effi, C., Zhang, Y., Tan, H., Qin, X., Ji, Y., Yang, X., & Wang, H. (2019). Biochemical basis and metabolic interplay of redox regulation. *Redox Biology*, 26, 101284. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2019.101284>

Análise do comportamento técnico da luta marajoara

Analysis of the technical behavior of the marajoara fight

Ítalo Sérgio Lopes Campos^{1*} , Amauri Gouveia Júnior¹ ,
Marcelo Moreira Antunes² , Monica da Silveira Torres³ 

RESUMO

A Luta Marajoara (LM) é uma modalidade esportiva de combate ainda pouco investigada. Caracterizada como luta de agarre, a LM demanda peculiaridades ainda pouco conhecidas, como a relação entre a constituição física e uso de técnicas competitivas. O estudo tem como objetivo analisar o desempenho técnico-tático da LM em termos de técnicas utilizadas e configuração dos combates. Trata-se de um estudo transversal e observacional realizado a partir de uma amostra constituída por três atletas masculinos com idades entre 23 e 33 anos. Os atletas foram filmados em ambiente natural durante um combate simulado de LM na perspectiva de levantar alguns elementos técnicos da LM, tais como: atitudes defensivas, técnica de ataque, queda e luta de solo. Os resultados permitem as seguintes conclusões: Não existe um padrão técnico-tático em LM e sim uma combinação de elementos envolvendo, acervo técnico-tático, tempo de prática e indicadores antropométricos; Elementos temporais e funcionais são configurados a partir de seu local de prática; A cabeçada é a técnica mais frequente, sendo muito utilizada quando combinada com outras técnicas; O trabalho defensivo é muito similar entre os atletas, o mesmo não acontece em relação à luta de chão, onde se observou diferenças na configuração da luta. Espera-se que o estudo possa ser útil na proposição de programas de treinamento voltados ao desempenho técnico-tático da LM.

PALAVRAS-CHAVE: luta marajoara; esportes de combate; educação física; desempenho.

ABSTRACT

Marajoara Wrestling (MW) is a combat sport that has been not sufficiently investigated. Characterised as a grappling fight, MW demands peculiarities that are still not well known, such as the relationship between physical constitution and the use of competitive techniques. The present study aimed to analyse the technical-tactical performance of the MW in terms of techniques used and combat configuration. This was a cross-sectional observational study from a sample of three male athletes aged between 23 and 33 years. Athletes were filmed in a natural environment during simulated MW combat in order to raise some technical elements of the MW, such as: defensive attitudes, attack technique, takedown and ground fighting. The results allowed the following conclusions: there is no technical-tactical standard in MW, but a combination of elements involving technical-tactical collection, practice time and anthropometric indicators; temporal and functional elements are configured from one's place of practice; the halter is the most frequent technique, being widely used when combined with other techniques; the defensive work is very similar among athletes, the same does not happen in relation to the ground fight, where differences were observed in the fight configuration. This study is expected to be useful in proposing training programs aimed at the technical-tactical performance of the MW.

KEYWORDS: marajoara wrestling; combat sports; physical education; performance.

¹Universidade Federal do Pará – Belém (PA), Brasil.

²Universidade Federal Fluminense – Niterói (RJ), Brasil.

³Universidade do Grande Rio – Duque de Caxias (RJ), Brasil.

*Autor correspondente: Rua Augusto Corrêa, 1, Guamá – CEP: 66075-110 – Belém (PA), Brasil. E-mail: italo@ufpa.br

Conflito de interesses: nada a declarar. **Financiamento:** nada a declarar.

Recebido: 13/05/2021. **Aceite:** 23/10/2021.

INTRODUÇÃO

A Luta Marajoara (LM) como é conhecida, é uma manifestação cultural que acontece originalmente em alguns municípios, situados geograficamente na foz do Rio Amazonas, especificamente no Arquipélago do Marajó ao norte do Estado do Pará no Brasil. Enquanto modalidade esportiva de combate a LM ainda é pouco estudada, sendo que algumas investigações já foram direcionadas a luta enquanto manifestação cultural, acervo histórico e tradição (Assis, Pinho, & Santos, 2011; Santos & Freitas, 2018). Mais recentemente, ainda que de forma incipiente, estudos estão sendo realizados na tentativa de problematizar sua modelização técnica e pedagógica ou ainda levantar indicadores morfofuncionais (Campos, Pinheiro, & Gouveia Júnior, 2018; Campos, Pinheiro, & Gouveia Júnior, 2019). No campo esportivo, ainda que discretamente sejam identificadas algumas iniciativas locais no sentido de ampliar sua prática na perspectiva de enquadrar a LM enquanto esporte de combate, tais ações ainda carecem de um modelo unificado que permita sua padronização, institucionalização e difusão enquanto esporte regional. Quanto a isso, o esforço para a sua regulamentação e estruturação federativa vem sendo enfrentado com algumas dificuldades. Por um lado, por envolver questões relacionadas ao seu caráter tradicional e por outro pelas próprias limitações impostas pelas dimensões geográficas da região do Marajó.

No que pese a sua caracterização técnica enquanto luta de agarre (Espartero, 1999), a LM busca projetar o adversário em posição de decúbito dorsal no solo, através de técnicas de desequilíbrio pela retirada da base de apoio utilizando as mãos e os pés, alterando o centro de gravidade do oponente. Tal condição requer curta distância entre os oponentes, impondo ações de execução gestual (aplicação das técnicas) que devem acontecer respeitando as características básicas de outras modalidades de luta de agarre, quais sejam, espacialidade/distância e ação motora (Sayenga, 1995; Avaler & Figueredo, 2009). Diante de tal configuração, alguns elementos relacionados ao tempo movimento da LM, podem ser listados enquanto atitudes de desempenho técnico tático, a saber: atitudes defensivas, técnica de ataque, queda e luta de solo. Com esta perspectiva o presente estudo tem como objetivo analisar o desempenho técnico-tático na Luta Marajoara em termos de técnicas utilizadas e configuração dos combates.

MÉTODOS

O presente estudo se configura como transversal e observacional de caráter qualitativo, considerando a necessidade de articulação de dados para a melhor compreensão de um

determinado fenômeno (Thomaz, Nelson, & Silverman, 2012). A pesquisa foi realizada na cidade de Soure na Ilha do Marajó no estado do Pará, sendo que as coletas de dados foram realizadas nas duas primeiras semanas de fevereiro de 2018.

Sujeitos

A amostra foi constituída por três atletas voluntários reconhecidos e indicados pela comunidade organizadora das competições de LM das cidades de Soure e Salvaterra na ilha do Marajó como praticantes de destaque na região. Todos eles foram do sexo masculino com idades entre 23 e 33 anos. Como critério de inclusão, os selecionados deveriam ser lutadores experientes em LM reconhecidos pela comunidade local, ter no mínimo cinco anos de experiência competitiva, ter vencidos torneios e não apresentar evidência ou relato de doenças em fase aguda. Como critério de exclusão considerou-se as seguintes condições: apresentar desconforto durante a coleta de dados; manifestar algum problema físico durante a coleta de dados; e desistir de participar do estudo por qualquer motivo.

A pesquisa foi realizada em conformidade com a Resolução Nº466/12 do Conselho Nacional de Saúde que trata de pesquisa com seres humanos, e seu projeto foi registrado sob o CAAE 50027515.7.0000.5235 e obteve parecer de aprovação número 1.359.041. Assim, todos os voluntários, após apresentação do objetivo da pesquisa, bem como, de seus procedimentos de coleta de dados e da preservação de suas identidades, assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) elaborado para este fim. Com objetivo de apresentação no texto e preservação das identidades dos três participantes do estudo eles são identificados pelas letras A, B e C.

Procedimentos e instrumentos

Informações contendo dados gerais de identificação e levantamento das principais técnicas dos atletas registrados previamente. Posteriormente, foram realizadas medidas de massa corporal e estatura. Para a medição da massa corporal foi utilizado uma balança digital (Incoterm®, 28010, Brasil), com capacidade de 150 kg, com precisão de até 100 gr, enquanto que a medida de altura foi feita com a utilização de uma fita métrica (Fiber® Glass, M128341, Brasil), fixada na parede, com precisão de milímetro. Ambos os protocolos, seguiram padronização específica (Marfell-Jones, Olds, Stewart, & Carter, 2006). A partir das medidas de massa e estatura, foi calculado e classificado o Índice de Massa Corporal (IMC) a partir da relação kg/m^2 (WHO, 2003).

Em sequência, os três participantes foram deslocados para uma praia da região, idêntica as que são realizadas as

competições regulares, onde foram filmados experimentalmente em ações de combate, com duração de três minutos com uma câmera digital (Sony®, DCR-SX20, Brasil). Antes das filmagens os atletas foram orientados a realizar alguns exercícios de mobilidade articular, alongamentos e execução de técnicas para rememoração e foram orientados a demonstrar durante as filmagens suas principais técnicas de luta. As gravações foram feitas a partir da lateral da área do combate, delimitada por traços marcados na areia, com a visão completa e temporalidade integral da luta (Miarka, 2014). O material coletado captado em filmagens foi transcrito em planilha e compreende ao desempenho técnico-tático dos três atletas.

No Quadro 1, são observados os elementos que foram analisados nas filmagens, a saber: técnica/atitudes defensivas (medida em segundos, equivale a movimentação em pé, com contato intermitente, com uma ou ambas as mãos no corpo do oponente, visando evitar o ataque); técnica de ataque (medida em repetições, equivale a movimentação para a execução, em pé ou no chão, de uma técnica); queda (medida em repetições, acontece por ação de um golpe, por erro técnico ou por ação do adversário, considerando que os lutadores podem cair simultaneamente); luta de solo (medida em segundos, equivale ao transcurso da luta no solo, tanto com os oponentes completamente no solo ou com pelo menos um dos atletas nesta condição); técnica de preferência (medida em repetições, equivale a técnica mais utilizada pelo atleta).

Quadro 1. Categorização e nomenclatura das principais técnicas da LM*.

Categoria	Descrição
Ataque	Cabeçada
	Calçada
	Lambada
	Rasteira
	Desgalhada
	Boi Laranja
Defesa e contra-ataque	Espalhada
	Escora/escorada
	Recalçada
	Baiana
	Passagem (gratuita)
Técnicas excluídas em função do risco	Enfincada
	Recolhida
Desfecho	Encostamento

*Nomenclatura das técnicas informadas pelos participantes da pesquisa.

Análise dos dados

A estatística descritiva foi utilizada e os valores foram expressos em média e desvio padrão para os parâmetros antropométricos. Para subsidiar a análise das filmagens foi utilizada a categorização e descrição das principais técnicas da LM (Campos et al., 2019) apresentada no Quadro 1.

RESULTADOS

Na Tabela 1, são apresentados em termos de média e desvio padrão os valores para as variáveis antropométricas, tempo de prática e técnica de preferência dos atletas.

Descrição das filmagens das lutas

A Tabela 2 descreve os elementos da luta que foram identificados e analisados nas filmagens.

De acordo com a Tabela 2, a cabeçada foi a técnica utilizada com mais frequência (sete ocorrências), seguida pela calçada (seis ocorrências), boi laranja (cinco ocorrências), rasteira (quatro ocorrências).

O objetivo deste estudo foi analisar o desempenho técnico-tático da LM em termos de técnicas utilizadas e configuração dos combates. Vale ressaltar que o comportamento técnico que envolve a LM, no que se refere a aproximação dos competidores, pegadas, movimentações de defesa e ataque são ações simultâneas e com múltiplas interações entre os competidores. Assim, algumas técnicas observadas são similares a outras encontradas em esportes de lutas com agarre (Espartero, 1999), como o Wrestling (Jarman & Hanley, 1983), Shuaijiao (Antunes, 2014), Judô (Kano, 1994) e Jiu-jitsu (Mol, 2001), sendo que o desempenho em tais modalidades apresenta-se na dependência de vários fatores envolvendo diversos componentes técnicos, táticos e de aptidão física que também serão determinantes para o resultado de um combate em LM. Nesta direção, apesar de algumas similaridades, alguns determinantes de desempenho, como por exemplo, produção de energia, condições neuromusculares, aspectos morfofuncionais e fatores biomecânicos, podem variar de uma de luta para outra (Campos, Campos, & Gouveia Júnior, 2015), em função da variedade de movimentos, técnicas, e exigências específicas da LM, principalmente no que se relaciona as particularidades das regras competitivas dessa modalidade e do tipo de solo onde ela se desenvolve. Em que pese algumas similaridades técnicas entre a LM e outras modalidades, a questão da vestimenta e a possibilidade da realização de pegadas para a execução de técnicas inerentes ao shuaijiao, judô e jiu-jitsu, coloca a LM mais próxima do wrestling estilo livre do que das demais.

Em relação à análise das filmagens dos atletas participantes é possível identificar as seguintes sequências de eventos:

Tabela 1. Caracterização da amostra em termos de valores médios e desvio padrão em relação a valores antropométricos, tempo de prática e principal técnica.

Atletas	Idade (anos)	Massa corporal (kg)	Estatura (cm)	IMC (kg/m ²)	Tempo de prática (anos)	Principal técnica
A	32	76.3	167	27.35	28	Boi laranja
B	23	82.5	176	26.63	18	Boi laranja
C	33	82.3	168	29.16	25	Lambada
Média/DP	29.33± 5.5	80.36± 3.52	170.33± 4.93	27.71± 1.3	23.66± 5.13	

DP: desvio padrão; IMC: índice de massa corporal.

Tabela 2. Elementos da luta observados e analisados nas filmagens.

Atletas	Trabalho defensivo (Seg.)	Técnicas de ataque (Rep.)	Quedas (Rep.)	Tempo de chão (s)	Técnica de preferência (Rep.)
A	80	Rasteira Boi laranja Calçada Cabeçada Cabeçada Baiana (5 técnicas diversas)	4	70	Boi laranja: Uma vez TD+ TC= 150 s TL= 2'43"
B	73	Calçada Rasteira Cabeçada Boi laranja Cabeçada Boi laranja Boi laranja Calçada Boi laranja Recolhida Cabeçada Rasteira (5 técnicas diversas)	6	94	Boi laranja: Cinco vezes TD+ TC= 167 s TL= 2'47"
C	77	Calçada Calçada Calçada Passagem Cabeçada Rasteira (4 técnicas diversas)	4	27	Calçada: Três vezes TD+ TC= 104 s TL= 2'37"

TD: tempo defensivo; TC: tempo de chão; TL: tempo de luta.

os três atletas filmados apresentaram um tempo de trabalho defensivo muito próximo. Porém, o mesmo não acontece em relação ao tempo de luta de chão, onde foi observado uma diferença na configuração de luta entre os atletas. Existe certa semelhança entre a prevalência de trabalho defensivo, número de quedas em relação a indicadores antropométricos de altura e o IMC dos atletas. Em relação à identificação do uso das técnicas, constatou-se que, com exceção das técnicas recalçada, desganhada, lambada e espalhada, todas as outras principais técnicas categorizadas no Quadro 1 foram utilizadas pelos atletas. As técnicas recolhida, passagem e baiana apresentaram apenas uma ocorrência durante a coleta de dados. Aqui vale destacar também que apesar da recolhida ser uma

técnica que oferece risco aos praticantes, esta foi executada durante a realização dos combates. Outro aspecto observado se reporta a cabeçada, que enquanto técnica de ataque permite a variação para outras técnicas nas sequências ofensivas, tal condição justifica o fato da cabeçada ser a técnica mais utilizada pelos atletas analisados.

Considerando que a dinâmica da LM é sumarizada em três momentos que devem suceder-se, ou seja, preparação para o combate, aplicação das técnicas de desequilíbrio, e encostamento no chão (Campos et al., 2019), é possível inferir que existem diferentes configurações de LM em termos de trabalho defensivo, tempo de luta no chão e sequência dos golpes. Assim, não existe um padrão técnico-tático em LM e

sim uma combinação de elementos envolvendo entre outros fatores, o acervo técnico-tático e tempo de prática dos atletas (Calmet & Ahmaidi, 2004).

Outro aspecto observado se reporta ao fator idade. Ao que parece o atleta B não se afasta muito do perfil defensivo e do quantitativo de quedas dos outros atletas, no entanto, seu tempo de luta de chão e a quantidade de golpes aplicados, são elementos que sugerem que a idade talvez possa ter alguma influência neste aspecto. A este respeito vale lembrar que os atletas A e C, além de apresentarem idades superiores ao atleta B, também apresentam maiores tempos de treinos. Tempo de prática implica em experiência adquirida. Em estudo envolvendo atletas vencedores e perdedores no judô, constatou-se que o tempo de prática no judô parece influenciar no resultado das lutas em vencedor (Campos, Campos, Ardilla, Saraiva, & Gouveia Júnior, 2017). Ainda no judô, evidências sugerem que o fator experiência diferencia atletas novatos daqueles com mais experiências (García, Valdivielso, Ravé, & Rico, 2007), sendo perceptível que o maior tempo de prática leve ao incremento de um maior número de técnicas por conta do fator experiência (Ando, Miarka, & Pinto, 2016). Quanto a maior quantidade de golpes aplicados pelo atleta B em relação aos demais atletas, essa condição possa ser decorrente do fator idade do atleta (Ryszard, Marek, Agnieszka, & Wieslaw, 2014). Em relação a configuração de luta no chão, onde o atleta B também apresenta um maior tempo de permanência, isto pode ser consequência do menor tempo de prática considerando que este atleta, por ser o lutador mais jovem da amostra e por ter menos tempo de prática, possa apresentar um repertório técnico ainda não definido por completo, impactando diretamente na sua estratégia de combate. Em outra direção é possível inferir também, que o atleta B, por apresentar uma maior estatura em relação aos demais atletas possa apresentar uma configuração de luta associada a este parâmetro antropométrico. Na condição relatada, uma característica morfológica (estatura) poderia estar diretamente relacionada a técnicas de preferências (Costa & Franchini, 2010). Atletas com estatura mais alongada, com membros inferiores longos, tem maiores facilidades de aplicar técnicas de perna que os de estaturas mais baixa. Assim como atletas com membros inferiores menores possuem mais adaptabilidade para o uso de técnicas de quadril (Costa & Franchini, 2010). Isso imprime significativa importância para a característica morfológica dos atletas de luta marajoara, considerando as similaridades desta com as lutas de agarre como o judô, jiu-jitsu, wrestling e shuaijiao. Portanto, faz-se necessário à adequação das características técnicas a serem selecionadas e treinadas aos parâmetros morfológicos dos atletas no sentido de aumentar o rendimento de suas capacidades físicas

competitivas (Santos & Melo, 2010). Tal argumento justificaria por um lado, não somente a maior quantidade de técnica aplicada, mas também o maior volume de luta no chão do atleta B. Ou seja, por ser mais alto este atleta estaria também exposto ao jogo do oponente com menor estatura, considerando que nessas condições comumente atletas mais baixos utilizam muito técnicas de contragolpes a partir de arremessos de sacrifício (quedas de sacrifício) ou técnicas de quadril. Também sinaliza a importância da avaliação morfológica para a escolha do repertório de técnicas a serem utilizadas, além de possibilitar a elaboração de estratégias de luta mais eficientes.

Diante dos aspectos elencados, pensar a estruturação de programas de treinamentos nesta modalidade de combate não parece algo tão simples, e ainda não observado com frequência. Evidentemente que o fator treinabilidade restringindo-se apenas a capacidade de desempenho do atleta configura-se como um valioso elemento, no entanto, tal tarefa parece ser mais complexa, considerando a importante integração dos fatores ambientais e comportamentais envolvidos (Campos, Saraiva, Campos, Campos, & Gouveia Júnior, 2016).

Apesar de não ser o foco deste estudo ressalta-se também o papel de elementos como tradição e regras locais sobre o desempenho e resultados dos atletas. Ou seja, alguns eventos reforçam a utilização de técnicas tradicionais, outros procuram estabelecer regras de segurança visando inibir técnicas que apresentem maiores riscos para os competidores. Neste sentido, qualquer que seja a resposta comportamental frente a tais elementos, irá requerer uma leitura de como comportamento e ambiente se cruzam diante das demandas individuais (Campos et al., 2016). Desse modo, inevitavelmente além de análises em torno das características locais da luta e dos principais fatores associados ao seu desempenho, faz-se necessário considerar as exigências rurais relacionadas ao contexto diário dos atletas investigados, pois, é previsível que esta possa ter influência especial em seus desempenhos.

Assim, na dependência de uma análise integrativa, é possível inferir que as ações técnicas da LM dependem de diferentes fatores, sendo que além da idade e experiência dos atletas, do conhecimento do repertório de técnicas e da correta aplicação destas, cada configuração de luta em seus elementos temporais e funcionais são dependentes da realidade onde a luta está inserida, podendo abarcar uma gama de subfatores ainda não investigados, que sem dúvida deverão suscitar e justificar futuras pesquisas envolvendo a LM.

Cabe ainda destacar que o número de participantes do estudo se configurou como uma limitação, tendo em vista a distribuição demográfica da ilha e a falta de concentração de praticantes em locais acessíveis. Esse fato indica a necessidade do desenvolvimento de estratégias para o aumento da amostra

em futuros estudos, no sentido de ampliar o conhecimento das características dos praticantes em diferentes localidades da Ilha do Marajó, considerando que a LM é praticada tanto em regiões urbanas, como também em ambientes mais distantes no interior da ilha, ocorrendo, predominantemente, em sete municípios da microrregião do Arari, muitos deles de difícil acesso.

Com os indicadores apresentados, é possível futuramente a proposição de novas investigações, como por exemplo, a relação Esforço: Pausa em atletas de LM. Com esse viés, é possível racionalizar programas de treinamento voltados para as competições, oportunizando desse modo a ampliação do conhecimento sobre essa modalidade de luta brasileira ainda tão pouco conhecida.

CONCLUSÃO

Por se tratar de uma luta que possui uma configuração técnica ainda pouco investigada, elementos relacionados a constituição física dos atletas e acervo técnico dos atletas são pertinentes no atual cenário. Os resultados da investigação apresentaram alguns achados que permitem algumas conclusões: Não existe um padrão técnico-tático em LM e sim uma combinação de elementos envolvendo entre outros fatores, o acervo técnico-tático, o tempo de prática dos atletas e indicadores antropométricos; A cabeçada foi a técnica evidenciada com mais frequência, sendo muito utilizada em combinação ou em sequência com outras técnicas de ataque; O trabalho defensivo é muito similar entre os participantes, o mesmo não acontecendo em relação a luta de chão, onde observou-se diferenças na configuração da luta de cada lutador.

REFERÊNCIAS

- Ando, G. Y. U., Miarka, B., & Pinto, M. N. N. (2016). Avaliação de análise técnico-tática em combates de judô por programa computacional por usuários com diferentes níveis de expertise. *Journal of Physical Education*, 27, e2718. <https://doi.org/10.4025/jphseduc.v27i1.2718>
- Antunes, M. M. (2014). *Introdução ao Shuaijiao: teoria e prática*. São Paulo: Phorte.
- Assis, J. W. P., Pinho, R. F., & Santos, C. A. S. (2011). A Agarrada Marajoara como manifestação de identidade cultural da ilha do Marajó, Pará. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, 16(157).
- Avaler, B. & Figueredo, A. (2009). Initiation to combat sports: explanation of the structure of the ludic combative phenomenon. *Revista de Artes Marciales Asiáticas*, 4(3), 44-57. <https://doi.org/10.18002/rama.v4i3.177>
- Calmet, M. & Ahmaidi, S. (2004). Survey of the advantages obtained by judoka in competition according to their level of practice. *Perceptual and Motor Skills*, 99(1), 284-290. <https://doi.org/10.2466/PMS.99.5.284-290>
- Campos, I. S. L., Campos, Y. S., Ardila, H. A. P., Saraiva, A. R., & Gouveia Júnior, A. (2017). Morfofuncional parameters in judo's fight. *Motricidade*, 13(3), 59-68. <https://doi.org/10.6063/motricidade.10817>
- Campos, I. S. L., Campos, Y. S., & Gouveia Júnior, A. (2015). Características morfofuncionais e contexto esportivo. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, 9(56), 655-661. Recuperado de <http://www.rbpfex.com.br/index.php/rbpfex/article/view/913>
- Campos, I. S. L., Pinheiro, C. J. B., & Gouveia Júnior, A. (2018). Morphofunctional characterization of male marajoara wrestlers. *Archives of Budo*, 14(1), 81-85. Recuperado de <http://smaes.archbudo.com/view/abstract/id/12155>
- Campos, I. S. L., Pinheiro, C. J. B., & Gouveia Júnior, A. (2019). Modelagem do comportamento técnico da Luta Marajoara: do desempenho ao educacional. *R. bras. Ci. e Mov*, 27(2), 209-217. doi.org/10.31501/rbcm.v27i2.9421.
- Campos, I. S. L., Saraiva, A. R., Campos, Y. S., Campos, Y. S., & Gouveia Júnior, A. (2016). Ganhar e perder em esportes de combate: descrição de elementos determinantes. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 24(4), 156-167. <https://doi.org/10.18511/rbcm.v24i4.6765>
- Costa, R. F., & Franchini, E. (2010). Aspectos morfológicos de atletas de judô. In E. Franchini. *Judô: desempenho competitivo* (2ª ed., pp. 207-226). Barueri: Manole.
- Espartero, J. (1999). Aproximación histórica-conceptual a los deportes de lucha. In M. Villamón (Ed.). *Introducción al judô* (pp. 23-54). Barcelona: Hispano Europea.
- García, J. M. G., Valdivielso, F. N., Ravé, J. M. G., & Rico, B. C. (2007). Paradigma experto-novato: análisis diferencial de la pérdida de consistencia del Tokui Waza en Judo bajo situación específica de fatiga. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 3(9), 11-28. <https://doi.org/10.5232/ricyde2007.009.02>
- Jarman, T., & Hanley, R. (1983). *Wrestling for beginners*. Nova York: McGraw Hill.
- Kano, J. (1994). *Kodokan judô*. Tóquio: Kodansha.
- Marfell-Jones, M., Olds, T., Stewart, A., & Carter L. (2006). *International Standards for Anthropometric Assessment*. Potchefstroom: International Society for the Advancement of Kinanthropometry.
- Miarka, B. (2014). *Modelagem das interações técnicas e táticas em atletas de judô: comparações entre categorias, nível competitivo e resultados de combate no circuito mundial de judô dos jogos olímpicos de Londres*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo. Recuperado de <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/39/39132/tde-29042014-174600/pt-br.php>
- Mol, S. (2001). *Classical fighting arts of Japan: a complete guide to koryu jujutsu*. Tóquio: Kodansha.
- Ryszard, P., Marek, A., Agnieszka, K., & Wieslaw, B. (2014). The course of the judo fight in the heaviest category (+100kg) seen from the perspective of attacks in the standing position, based on the Olympic Games in London 2012. *Journal of Martial Arts Anthropology*, 14(1), 63-71. <https://doi.org/10.14589/ido.14.1.6>
- Santos, C. A. F., & Freitas, R. G. (2018). Luta marajoara e memória: práticas "esquecidas" na educação física escolar em Soure-Marajó. *Caderno de Educação Física e Esporte*, 16(1), 57-67. <https://doi.org/10.36453/2318-5104.2018.v16.n1.p57>
- Santos, S. G., & Melo, S. I. L. (2010). Biomecânica aplicada ao judô. In E. Franchini. *Judô: desempenho competitivo* (2ª ed., pp. 227-264). Barueri: Manole.
- Sayenga, D. (1995). The problem of wrestling "styles" in the Modern Olympic Games: a failure of olympic philosophy. *Citius, Altius, Fortius*, 3, 19-29.
- Thomaz, J. R., Nelson, J. K., & Silverman, S. J. (2012). *Métodos de pesquisa em atividade física* (6ª ed.). Porto Alegre: ArtMed.
- World Health Organization (WHO) (2003). Diet, nutrition and the prevention of chronic disease. Report 8. nº 916. Genebra: WHO.

Análise dos níveis de correlação entre índice de força reativa e corrida de aceleração em atletas de basquetebol

Analysis of correlation levels between reactive strength index and sprint acceleration in basketball players

Lucas de Freitas Vieira¹ , Yasmim Kéllen Siqueira Luna¹ ,
Valbério Candido de Araújo² , Ytalo Mota Soares^{1*} 

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi analisar a correlação entre o maior valor do Índice de Força Reativa (IFR) e a corrida de aceleração em atletas de basquetebol. Sete atletas de basquetebol (idade 19 anos \pm 2.16, estatura 1.85 metros \pm 0.04, massa corporal 80.16 kg \pm 12.20, tempo de prática 6.28 anos \pm 2.75) a nível regional, da cidade de João Pessoa, Paraíba, foram avaliados no índice de força reativa e na aceleração no sprint em 20 metros, em 0-10, 0-20 e 10-20 metros, medidas por um tapete de contato e fotocélulas, respectivamente. Os dados foram analisados no software SPSS 22.0, apresentados em média e desvio padrão. Foi aplicado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk e, após o resultado de não normalidade dos dados, utilizou-se o teste de correlação de Spearman. Houve correlação negativa fraca entre o IFR e 0-10 metros ($r = -0.107$, $p = 0.819$) e negativa moderada entre o IFR e 0-20 ($r = -0.429$, $p = 0.337$) e 10-20 metros ($r = -0.214$, $p = 0.645$). Pode-se concluir que atletas experientes podem apresentar correlação moderada entre os maiores valores de IFR e a corrida de velocidade nos 20 metros.

PALAVRAS-CHAVE: treinamento físico; força muscular; basquetebol.

ABSTRACT

The aim of the present study was to analyze the relationship between the highest value of the Reactive Strength Index (RSI) and sprint acceleration in basketball players. Seven basketball players (age 19 years \pm 2.16, height 1.85 meters \pm 0.04, body mass 80.16 kg \pm 12.20, BMI 24.21 km² \pm 3.33 and practice time 6.28 years \pm 2.75) at the regional level, from the city of João Pessoa, Paraíba, were evaluated in the reactive strength index and acceleration in the sprint, at 0-10, 0-20 and 10-20 meters, measured by a contact platform and photocells, respectively. Data were analyzed in SPSS 22.0 software quantitatively through mean and standard deviation. The Shapiro-Wilk normality test was used and, after the result of non-normality of the data, the Spearman correlation. Negative and weak correlations were found between RSI and 0-10 meters ($r = -0.107$, $p = 0.819$), and negative and moderate correlation between RSI and 0-20 ($r = -0.429$, $p = 0.337$) and 10-20 meters ($r = -0.214$, $p = 0.645$). It can be concluded that experienced athletes may have a moderate correlation between the highest RSI values and a 20-meter sprint.

KEYWORDS: physical training; muscular strength; basketball.

INTRODUÇÃO

O basquetebol é um esporte coletivo e de esforço intermitente, no qual ocorre alternância na intensidade de suas movimentações características, além de algumas paralisações dentro das partidas (Ferioli et al, 2020). Nessa modalidade, os atletas precisam

ações como saltos, sprints, mudanças de direção (Alemdaroglu, 2012; Conte et al., 2015) e ressalto que caracteriza o aspecto reativo da força explosiva, capacidade considerada fundamental para um bom desempenho físico nesse esporte (Castagna, Chaouachi, Rampinini, Chamari, & Impellizzeri, 2009).

¹Universidade Federal da Paraíba, Grupo de Estudos em Treinamento e Rendimento Esportivo – João Pessoa (PB), Brasil.

²Universidade Federal da Paraíba, Laboratório de Estudos do Treinamento Físico Aplicado ao Desempenho e à Saúde – João Pessoa (PB), Brasil.

*Autor correspondente: Campus I, Departamento de Educação Física, Universidade Federal da Paraíba. Loteamento Cidade Universitária – CEP: 58051-900 – João Pessoa (PB), Brasil. E-mail: ytalomota@yahoo.com.br

Conflito de interesses: nada a declarar. **Financiamento:** nada a declarar.

Recebido: 27/05/2021. **Aceite:** 30/09/2021.

Durante uma partida de basquetebol, outra capacidade física bastante utilizada é a velocidade, sobretudo quando expressada pela aceleração, a capacidade de um jogador acelerar pode ser um fator decisivo para enfrentar com sucesso um adversário (Reina, García-Rubio, Pino-Ortega, & Ibáñez, 2019). A realização de atividades intensas e de curtíssima duração, caracterizam-se como ponto convergente entre essas duas capacidades físicas, o que motiva estudiosos a perceber a relação entre elas, como no estudo realizado por Marques, Travassos e Almeida (2010) em jovens futebolistas, onde se destaca a correlação significativa e moderada entre a força explosiva de membros inferiores (salto vertical) e o sprint de 30 metros (aceleração).

Estudos têm mostrado que exercícios pliométricos levam à otimização da aplicação da força resultante no solo durante o sprint (Loturco et al., 2015; Loturco et al., 2017), melhora de ações explosivas, as quais podem ter uma elevada transferência para o desempenho (Ramírez-Campillo et al., 2014) e, por conseguinte, podem acarretar uma diminuição do tempo de contato no solo (Villarreal, Requena, & Cronin, 2012; Cappa & Behm, 2013). Dentre os exercícios pliométricos mais utilizados, temos o salto em profundidade, como o drop jump (DJ), caracterizado pela queda de uma altura pré-determinada seguida de um ressalto, com o objetivo de minimizar o tempo de contato com o solo e maximizar a ação do ciclo de alongamento encurtamento durante o ressalto, para garantir o máximo desempenho (Komi & Nicol, 2010).

Derivado do drop jump, o Índice de Força Reativa (IFR) tem sido utilizado como uma forma de quantificar o desempenho em exercícios de característica pliométrica e pode ser calculado dividindo a altura do ressalto (em metros) no drop jump sobre o tempo de contato na superfície (em segundos) (McClymont, 2003). O IFR indica o quão alto o sujeito ressalta, com relação ao tempo de contato com o solo; assim, repercute a habilidade que o mesmo tem de modificar rapidamente a fase de contração muscular excêntrica para uma concêntrica, essa que pode ser vista como uma medida de reatividade relacionada à força explosiva (Flanagan & Comyns, 2008).

Poucos estudos analisaram a correlação entre a força reativa no salto com sprints, e os que fizeram, utilizaram alturas fixas (30 e 40 cm) no drop jump (Smirniotou et al., 2008; Lockie, Jalilvand, Callaghan, Jeffriess, & Murphy, 2015; Healy, Smyth, Kenny, & Harrison, 2019). Assim, ainda não há clareza na literatura sobre a relação entre o maior valor do IFR com a aceleração. Diante do exposto, o presente estudo se propôs a analisar a correlação entre o IFR, no salto em profundidade drop jump, e a corrida de aceleração

em atletas de basquetebol. A hipótese adotada foi que o IFR fosse inversamente proporcional a corrida de aceleração, ou seja, quanto maior o escore dessa variável, menor o tempo no sprint.

MÉTODOS

Caracterização da pesquisa

O presente estudo utiliza da abordagem quantitativa de natureza aplicada, que pretende medir com precisão os indicadores do estudo (Sampieri, Colado, & Lucio, 2013). O delineamento do estudo é quase experimental de corte transversal por avaliarem determinadas variáveis em uma amostra específica num espaço do tempo (Thomas, Nelson, & Silverman, 2012). O estudo tem caráter crossover, ou seja, todos os participantes realizarão todas as condições de forma randomizada.

Amostra

O estudo teve início com 9 atletas, na familiarização, mas durante a realização dos testes, dois atletas foram excluídos por faltarem as sessões. A equipe estava em fase de pré-temporada, no início da periodização para um campeonato regional. Amostra de caráter não probabilística e por acessibilidade composta por jovens atletas de basquetebol do sexo masculino que disputam competições a nível regional e nacional. As características individuais estão disponíveis na Tabela 1.

Como critérios de inclusão no estudo, os atletas deveriam praticar a modalidade há pelo menos quatro anos, não possuírem algum tipo de lesão osteomioarticular nos últimos 6 meses e responderem negativamente todas as questões do *Physical Activity Readiness Questionnaire / PAR-Q* (Shephard, 1988). Foram excluídos aqueles que se lesionaram

Tabela 1. Caracterização individual dos atletas de basquetebol.

Amostra	Idade	Estatura (m)	Massa Corporal (kg)	Tempo de Prática (anos)
1	19	1.77	78.7	6
2	16	1.88	79.2	4
3	21	1.88	87.5	5
4	16	1.85	68.4	7
5	20	1.82	96.4	4
6	20	1.82	86.8	6
7	21	1.92	86.5	12
Média (DP):	19 (2.16)	1.85 (0.04)	80.02 (11.14)	6.28 (2.75)

no período de coleta de dados, assim como aqueles que tiveram duas faltas consecutivas.

A aprovação do estudo foi obtida a partir do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba (parecer n° 2.792.828), e o protocolo foi escrito de acordo com os padrões estabelecidos pela Declaração de Helsinque.

Variáveis e instrumentos para a coleta de dados

As variáveis dependentes foram: índice de força reativa, que foi determinado pela equação $IFR = \text{altura do ressalto (em metros)} / \text{tempo de contato (em segundos)}$ (McClymont, 2003) e o tempo realizado (em segundos) durante o sprint de 20 metros, divididos em 0– 10, 10– 20 e 0– 20 metros. Assim como o tempo de contato, a altura do ressalto foi coletada por meio de um tapete de contato (*Jump Test* da Hidrofit®, software *MultiSprint Full*) e foram utilizados dez caixotes de madeira com altura de 10 cm cada para realização do drop jump. O tempo de contato foi determinado a partir do contato dos pés no solo (aterrissagem logo após a queda a partir do caixote) até a perda de contato dos pés com o solo (*takeoff*) para realização do ressalto vertical sobre o tapete de contato. Quanto à aceleração no sprint, foram utilizadas fotocélulas com o mesmo software, também da Hidrofit®.

Procedimentos para a coleta de dados

Foram realizadas três sessões (Figura 1). A primeira foi utilizada para obtenção de informações sobre os participantes (caracterização da amostra), assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), aplicação do questionário PAR-Q, instrução aos sujeitos sobre os procedimentos da pesquisa e familiarizá-los ao protocolo utilizado

para o teste drop jump. Na segunda e terceira sessões, os atletas realizaram os testes de forma randomizada, fazendo apenas um teste por sessão. Todas as sessões tiveram no mínimo 48 h de intervalo entre elas. Todos os testes foram realizados no local de treinamento da equipe.

A familiarização aconteceu da seguinte forma: os atletas foram organizados em fila indiana e realizaram saltos em profundidade, com alturas de caixote de 40 e 50 centímetros, sendo cinco saltos em cada nível, totalizando 10 saltos com intervalo entre eles de aproximadamente 2 min. Durante os exercícios, os atletas foram informados quanto aos resultados (altura e tempo de contato) e foram instruídos sobre a movimentação do salto e seu objetivo (mais alto possível dentro dos 200 milissegundos de contato).

Para o teste drop jump, foram utilizados caixotes de dez centímetros, começando a uma altura de 20 cm, aumentando progressivamente a altura do caixote, de 10 em 10 cm (Komi & Bosco, 1978). Com as mãos na cintura (região supra-íliaca), os participantes subiram nos caixotes, realizaram um movimento de queda, colocando, inicialmente, a perna dominante a frente, deixando o corpo “cair”, e aterrissaram com os dois pés simultaneamente, provocando uma ação excêntrica nos músculos extensores dos joelhos, seguido de uma ação concêntrica, de maior potência possível. Foram três saltos em cada altura, com intervalo 45 a 60 segundos entre cada salto e altura. O teste continuou até que o atleta não conseguisse manter o tempo de contato igual ou abaixo de 200 milissegundos, como proposto por Schmidbleicher (2005), por mais de duas vezes seguidas. Os resultados foram fotografados para que diminuíssem possíveis erros de tabulação, dando possibilidade de conferir os valores após a coleta, sendo o maior IFR utilizado para as análises.

Para o teste de aceleração, foram disponibilizadas três fotocélulas nas linhas laterais da quadra, perpendiculares a

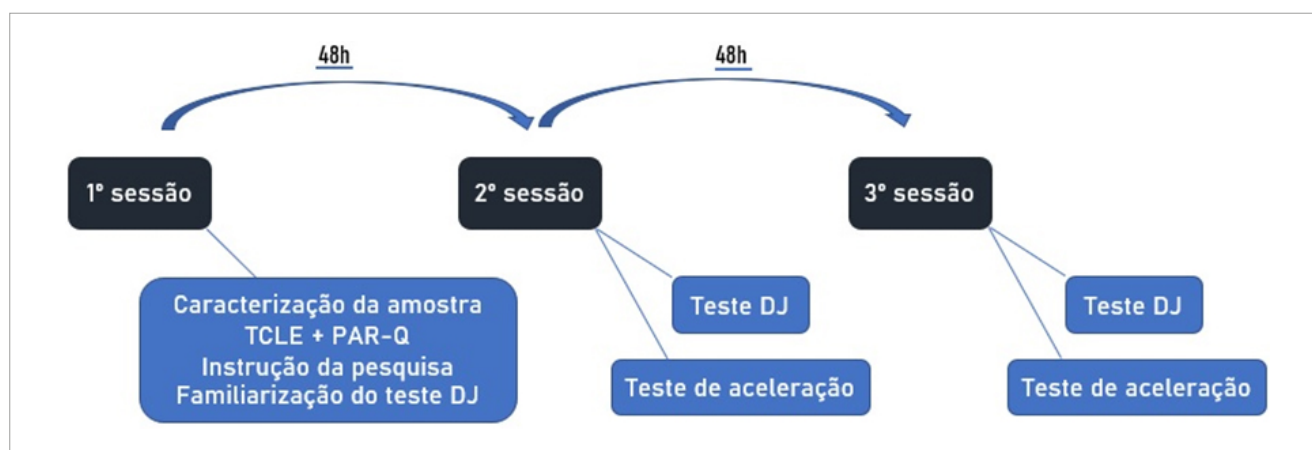


Figura 1. Delineamento experimental.

três pontos específicos: o centro da cesta, 3,25 metros após a linha dos três pontos e 10 centímetros após a entrada da área restritiva do lado oposto. Os atletas ficaram com um dos pés a 30 centímetros da primeira fotocélula, organizados em fila indiana e realizaram o teste um por vez, um logo após o outro. Foi dado o comando sonoro para o início do sprint; o atleta, assim que estivesse preparado, iniciava o sprint, sendo registrado o seu tempo a partir das suas passagens pelas fotocélulas. Para análise do tempo dos 10 metros, foi subtraído o tempo parcial dos 10 metros com o inicial; e para o tempo dos 20 metros, foi subtraído o tempo final dos 20 metros com o tempo inicial. Foram três sprints, com pelo menos 2 minutos de intervalo entre eles, sendo o menor tempo de 10 e 20 metros utilizado para a análise dos dados.

Cada teste teve uma atividade preparatória. Para o sprint, foram realizados quatro minutos de corrida moderada em aproximadamente 9 km/h, dez movimentos de avanço unilateral (cinco em cada perna) e duas corridas progressivas nos 20 metros do teste. Para o drop jump, foi realizado três minutos de corrida moderada e nove saltos em profundidade (específicos para o teste) com 20, 30 e 40 centímetros, sendo três em cada altura. Após as atividades preparatórias, os atletas tiveram entre 60–90 segundos de intervalo, tempo necessário para prontificar os programas da coleta.

Os atletas tiveram uma área de escape em torno de 8 metros após a última fotocélula, com proteção acolchoada no final, visando preservar a integridade física dos mesmos. Foi colocado cones com a distância de 2 metros após a linha de chegada, para que o sujeito só desacelerasse depois dessa marca, essa estratégia foi utilizada para que o sujeito não desacelerasse precocemente. Durante os testes, houve estimulação verbal para que os atletas conseguissem manter um padrão de alto desempenho e liberados para ingerir água *ad libitum*.

Análise estatística

Inicialmente os dados foram testados quanto à normalidade e homogeneidade utilizando o teste de Shapiro-Wilk e Levene. Considerando que os dados de todas as variáveis não apresentaram normalidade e homogeneidade, foi realizado o teste de correlação de Spearman. A magnitude de correlação adotada de acordo com Hopkins, Marshall, Batterham e Hanin (2009): 0.10 a 0.29 considerada pequena; 0.30 a 0.49 moderada; 0.50 a 0.69 forte, 0.7 a 0.89 muito forte e 0.90 a 1 extremamente forte. Os resultados foram apresentados individualmente e em média e desvio padrão dos valores do grupo. O nível de significância adotado foi de $p \leq 0.05$. Todas as análises foram realizadas por meio do software SPSS Statistics (v.22, IBM SPSS).

RESULTADOS

A Tabela 2 mostra os resultados obtidos no tempo durante o sprint de 10 e 20 metros e o Índice de Força Reativa (IFR) de cada atleta, média e desvio padrão da equipe.

A Tabela 3 mostra o resultado da correlação de Spearman entre as três variáveis.

Os resultados da análise mostraram uma correlação negativa fraca nas variáveis de IFR com sprint de 10 metros iniciais ($r = -0.107$, $p = 0.879$) e IFR com 10 metros finais ($r = -0.214$, $p = 0.645$). Também houve uma correlação negativa moderada entre as variáveis de IFR e os melhores 20 metros ($r = -0.429$, $p = 0.337$). Positivamente, houve correlação entre as variáveis de 10 metros iniciais e 10 metros finais ($r = 0.71$, $p = 0.879$), 10 metros iniciais e os melhores 20 metros ($r = 0.679$, $p = 0.94$), e 10 metros finais e os melhores 20 metros ($r = 0.714$, $p = 0.71$), sendo de magnitude fraca, forte e muito forte, respectivamente.

Tabela 2. Resultados dos testes de aceleração dos melhores 20 metros, 10 metros iniciais, 10 metros finais, IFR e altura do caixote no IFR.

Resultados	0– 10 metros*	0– 20 metros*	10– 20 metros*	IFR#	Altura ótima (cm)
1	1.494	2.804	1.310	2.568	50
2	1.553	3.019	1.466	2.007	40
3	1.629	2.970	1.341	2.325	50
4	1.541	2.834	1.293	1.486	50
5	1.721	3.150	1.429	1.630	70
6	1.614	2.919	1.305	2.264	50
7	1.709	2.906	1.197	2.380	60
Média (DP)	1.573 (0.063)	2.963 (0.108)	1.356 (0.082)	2.027 (0.365)	

*Tempo em segundos; #unidade metros/segundos.

Tabela 3. Resultado do teste de correlação de Spearman para as variáveis de Índice de Força Reativa e tempo no sprint nos 10 metros iniciais, finais e 20 metros.

Variáveis	IFR	0- 10 metros	0- 20 metros	10- 20 metros
IFR	1	-0.107	-0.429	-0.214
0- 10 metros	- 0.107	1	0.679	0.071
0- 20 metros	-0.429	0.679	1	0.714
10- 20 metros	-0.214	0.071	0.714	1
N	7	7	7	7

DISCUSSÃO

Esse estudo teve como objetivo analisar a correlação entre o maior valor do IFR, no salto em profundidade drop jump, e a corrida de aceleração em atletas de basquetebol. Apesar dos resultados não apresentarem significância estatística, o estudo expõe uma correlação negativa moderada dos saltos com a aceleração em 20 metros, parcialmente acautando a hipótese inicial.

Parece haver uma forte relação na prática de exercícios com características reativas, como o salto e sprints. Uma revisão sistemática e metanálise realizada por Oxfeldt, Overgaard, Hvid e Dalgas (2019) apontaram melhoras no desempenho do sprint (≤ 30 m), com a aplicação do treinamento pliométrico, variando de 2.3 a 13.7% — amplitude do resultado justificada pela metodologia aplicada nos testes e instrumentos utilizados nos mesmos. Ademais, em estudo recente, é apontado por treinadores de velocistas de alto nível a grande utilização de exercícios pliométricos, inclusive saltos verticais (Healy, Kenny, & Harrison, 2019).

A hipótese inicial do presente estudo foi que seria encontrado uma correlação negativa forte entre os maiores valores do índice de força reativa e os menores tempos na corrida de aceleração. A mesma pode ser justificada pela similaridade do ciclo alongamento-encurtamento para o drop jump e o sprint de 20 m, dada pela alta frequência e curta distância das passadas, incitando um baixo tempo de contato no solo na corrida de aceleração (Debaere, Jonkers, & Delecluse, 2013), assim como uma rápida transição da fase excêntrica-concêntrica no ciclo alongamento-encurtamento (Healy et al., 2019; Healy et al., 2021), semelhante ao salto em profundidade, o drop jump (Flanagan & Comyns, 2008).

A correlação negativa moderada e fraca entre o IFR e o tempo na corrida de aceleração encontrada no presente estudo corrobora com a pesquisa realizada por Lockie et al. (2015), a qual procurou correlações entre a potência e a força muscular dos membros inferiores e a aceleração no sprint (até 10 m) em atletas, e teve como resultado uma correlação

positiva moderada ($r= 0.37$) entre o IFR, sendo aplicado o drop jump a uma altura fixa de 40 centímetros, e a velocidade no sprints na fase de 5 a 10 metros; e uma correlação positiva fraca ($r= 0.25$) entre o IFR e a velocidade nos sprint na fase de 0 a 10 metros. O presente estudo não utilizou altura fixas dos caixotes, e sim um aumento progressivo de altura, selecionando o maior valor de IFR como forma de individualizar o protocolo (Byrne, Browne, Byrne, & Richardson, 2016; Luna et al., 2020).

Analisando parâmetros de força e explosão (saltos variados) como preditores de desempenho no sprint (em 0-10, 10-30, 30-60 e 60-100 metros), Smirniotou et al. (2008) chegaram ao resultado que há correlação entre a altura do drop jump e o tempo no sprint de 0-10 m ($r= -0.649$), e entre a variável IFR, com altura fixa de 40 cm, e sprints até os 100 m, sendo 0-10 m ($r= -0.488$) e 0-30 m ($r= -0.511$). Esse estudo não apresentou parâmetros relacionados ao nível de magnitude da correlação. Os resultados do presente estudo corroboram parcialmente com tais achados, visto a diferença entre o nível da força de correlação encontrado entre o DJ e os 10 metros iniciais do sprint. Essa diferença pode ser justificada pela utilização de alturas fixas e pela caracterização da amostra — corredores de curtas distâncias (sprinters) com experiência de, pelo menos, 3 anos na modalidade.

Em contrapartida, Healy et al. (2019) avaliaram a correlação entre força reativa e máxima com o desempenho no sprint de 40 m com sprinters de ambos os sexos, e não encontraram nenhuma relação entre IFR, utilizando o drop jump com altura de 30 cm, e o sprint de até 40 m, nem mesmo diferença de desempenho entre os sexos. Os autores justificaram esses resultados pela possível baixa tolerância dos atletas as cargas impostas na fase excêntrica durante o drop jump, pontificando variabilidade de resultados no tempo de contato da variável, e assim, indicando que o IFR no drop jump não seria um forte indicador do desempenho do ciclo alongamento-encurtamento rápido em amostras com tais características.

Os níveis de correlação entre o IFR e o tempo de aceleração nos 10 metros iniciais no presente estudo podem ser explicados pela teoria do vetor de aplicação de força, a qual afirma que a habilidade de orientar o vetor de força de reação resultante do solo com uma orientação “para a frente”, ou seja, horizontal, tem sido considerada um fator chave no desempenho máximo do sprint (Morin, Edouard, & Samozino, 2011; Morin et al., 2012; Moran et al., 2020). No entanto, quando correlacionado a distância de 0-20 m com o IFR, o presente estudo registra uma correlação negativa moderada.

Dello Iacono, Martone, Milic e Padulo (2017) aplicaram saltos verticais e horizontais (drop jump) para analisar

o desempenho na força explosiva de membros inferiores, e como resultado, o DJ horizontal levou à um melhor desempenho no sprint de 25 m e na agilidade orientada horizontalmente; já o DJ vertical não obteve melhoras no sprint, apenas no salto vertical com contramovimento. Por outro lado, Loturco et al. (2015) analisaram o acréscimo de um treinamento pliométrico vertical ou horizontal no desempenho de sprints em jovens atletas de futebol e concluíram que ambas condições foram benéficas para o sprint, porém o grupo que realizou o treinamento pliométrico horizontal teve maiores alterações nos valores pós no sprint de 0-10 m e o grupo que realizou o treinamento pliométrico vertical teve maiores alterações nos valores pós no sprint de 0-20 m, mostrando que cada exercício em específico pode provocar adaptações em fases diferentes dos sprints.

Diante do exposto, faz-se necessário a continuação de pesquisas nessa área, de forma que possam elucidar as relações entre o IFR e suas especificidades, utilizando saltos de formas variadas, com a corrida de aceleração em diferentes distâncias. O presente estudo utilizou uma pequena quantidade de sujeitos engajados na coleta de dados. Com uma quantidade mais elevada de participantes, talvez as correlações apresentassem resultados mais expressivos. Futuras investigações são encorajadas a aplicar saltos também orientados horizontalmente e distâncias brevemente maiores (0-30 m) para melhor compreensão da correlação entre saltos e sprints.

Atletas e treinadores podem se beneficiar de estudos dessa natureza; refletir sobre variáveis que podem apresentar correlações são importantes para realizar treinos conjugados e para perceber se o treino de uma certa variável está beneficiando colateralmente a outra. Como a força explosiva em seu caráter reativo está presente tanto nas características do IFR como também no sprint, esportes em geral e o basquetebol, em particular, podem melhor coordenar essas variáveis de treino. No entanto, mais estudos precisam ser realizados, inclusive valorizando o salto horizontal, sob a perspectiva dos vetores de força já mencionados neste estudo.

CONCLUSÃO

Ao analisar a correlação entre o maior valor de Índice de Força Reativa e a corrida de aceleração em atletas de basquetebol, percebeu-se uma relação inversamente proporcional moderada, considerado o valor da aceleração (20 metros) em menor tempo e o maior valor de IFR como melhores desempenhos. No entanto, ao analisar a mesma correlação com os 10 metros iniciais, o mesmo resultado não foi encontrado.

Dessa forma, a hipótese levantada foi parcialmente alcançada. Os resultados encontrados apontam a necessidade de ampliação de estudos nessa perspectiva.

AGRADECIMENTOS

A todos os voluntários que fizeram parte deste estudo.

REFERÊNCIAS







- Alemardoğlu, U. (2012). The relationship between muscle strength, anaerobic performance, agility, sprint ability and vertical jump performance in professional basketball players. *Journal of Human Kinetics*, 31(1), 149-158. <https://doi.org/10.2478%2Fv10078-012-0016-6>
- Byrne, D. J., Browne, D. T., Byrne, P. J., Richardson, N. (2017). Interday reliability of the reactive strength index and optimal drop height. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(3), 721-726. <https://doi.org/10.1519/JSC.000000000001534>
- Cappa, D. F., & Behm, D. G. (2013). Neuromuscular characteristics of drop and hurdle jumps with different types of landings. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(11), 3011-3020. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31828c28b3>
- Castagna, C., Chaouachi, A., Rampinini, E., Chamari, K., & Impellizzeri, F. (2009). Aerobic and explosive power performance of elite Italian regional-level basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(7), 1982-1987. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b7f941>
- Conte, D., Favero, T. G., Lupo, C., Francioni, F. M., Capranica, L., & Tessitore, A. (2015). Time-motion analysis of Italian elite women's basketball games: individual and team analyses. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(1), 144-150. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000633>
- Debaere, S., Jonkers, I., & Delecluse, C. (2013). The contribution of step characteristics to sprint running performance in high-level male and female athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(1), 116-124. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31825183ef>
- Dello Iacono, A., Martone, D., Milic, M., & Padulo, J. (2017). Vertical-vs. horizontal-oriented drop jump training: chronic effects on explosive performances of elite handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(4), 921-931. <https://doi.org/10.1519/JSC.000000000001555>
- Flanagan, E. P., & Comyns, T. M. (2008). The use of contact time and the reactive strength index to optimize fast stretch-shortening cycle training. *Strength & Conditioning Journal*, 30(5), 32-38. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e318187e25b>
- Feroli, D., Scheling, X., Bosto, A., Torre, A., Rucco, D. & Rampinini, E. (2020). Match Activities in Basketball Games: Comparison Between Different Competitive Levels. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(1), 172-182. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003039>
- Healy, R., Kenny, I. C., & Harrison, A. J. (2021). Resistance training practices of sprint coaches. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 35(7), 1939-1948. <https://doi.org/10.1519/jsc.000000000002992>
- Healy, R., Smyth, C., Kenny, I. C., & Harrison, A. J. (2019). Influence of reactive and maximum strength indicators on sprint performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(11), 3039-3048. <https://doi.org/10.1519/JSC.000000000002635>

- Hopkins, W., Marshall, S., Batterham, A., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(1), 3-12. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31818cb278>
- Komi, P. V., & Bosco, C. (1978). Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Medicine and Science in Sports*, 10(4), 261-265.
- Komi, P. V., & Nicol, C. (2010). Stretch-shortening cycle of muscle function. In P. V. Komi (Ed.). *Neuromuscular aspects of sport performance* (pp. 15-31). Chichester: Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781444324822>
- Lockie, R. G., Jalilvand, F., Callaghan, S. J., Jeffriess, M. D., & Murphy, A. J. (2015). Interaction between leg muscle performance and sprint acceleration kinematics. *Journal of Human Kinetics*, 49, 65-74. <https://doi.org/10.1515%2Fhukin-2015-0109>
- Loturco, I., Kobal, R., Kitamura, K., Cal Abad, C. C., Faust, B., Almeida, L., & Pereira, L. A. (2017). Mixed training methods: effects of combining resisted sprints or plyometrics with optimum power loads on sprint and agility performance in professional soccer players. *Frontiers in Physiology*, 8, 1034. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.01034>
- Loturco, I., Pereira, L. A., Kobal, R., Zanetti, V., Kitamura, K., Abad, C. C. C., & Nakamura, F. Y. (2015). Transference effect of vertical and horizontal plyometrics on sprint performance of high-level U-20 soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 33(20), 2182-2191. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1081394>
- Luna, Y. S., Couto, B. P., Cavalcante, M. D., Gonçalves, R., Szmuchowski, L. A., & Soares, Y. M. (2020). Comparison of tests to evaluate the vertical rebound jump in basketball players. *Journal of Physical Education*, 31(1), e-3128. <https://doi.org/10.4025/jphyseduc.v31i1.3128>
- Marques, M. C., Travassos, B., & Almeida, R. (2010). A força explosiva, velocidade e capacidades motoras específicas em futebolistas juniores amadores: Um estudo correlacional. *Motricidade*, 6(3), 5-12.
- McClymont, D. (2003). Use of the reactive strength index (RSI) as an indicator of plyometric training conditions. In *Science and Football V: The proceedings of the fifth World Congress on Sports Science and Football, Lisbon, Portugal* (pp. 408-16).
- Moran, J., Ramirez-Campillo, R., Liew, B., Chaabene, H., Behm, D. G., García-Hermoso, A., Izquierdo, M., & Granacher, U. (2020). Effects of vertically and horizontally orientated plyometric training on physical performance: a meta-analytical comparison. *Sports Medicine*, 51, 65-79. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01340-6>
- Morin, J. B., Bourdin, M., Edouard, P., Peyrot, N., Samozino, P., & Lacour, J. R. (2012). Mechanical determinants of 100-m sprint running performance. *European Journal of Applied Physiology*, 112(11), 3921-3930. <https://doi.org/10.1007/s00421-012-2379-8>
- Morin, J. B., Edouard, P., & Samozino, P. (2011). Technical ability of force application as a determinant factor of sprint performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(9), 1680-1688. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318216ea37>
- Oxfeldt, M., Overgaard, K., Hvid, L. G., & Dalgas, U. (2019). Effects of plyometric training on jumping, sprint performance, and lower body muscle strength in healthy adults: A systematic review and meta-analyses. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 29(10), 1453-1465. <https://doi.org/10.1111/sms.13487>
- Ramírez-Campillo, R., Meylan, C., Álvarez, C., Henríquez-Olguín, C., Martínez, C., Cañas-Jamett, R., Andrade, D. C., & Izquierdo, M. (2014). Effects of in-season low-volume high-intensity plyometric training on explosive actions and endurance of young soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(5), 1335-1342. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000284>
- Reina, M., García-Rubio, J., Pino-Ortega, J., & Ibáñez, S. J. (2019). The acceleration and deceleration profiles of U-18 women's basketball players during competitive matches. *Sports*, 7(7), 165. <https://doi.org/10.3390/sports7070165>
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw Hill.
- Schmidtbleicher, D. (2005). Stretch-Shortening-Cycle of the neuromuscular system: from research to the practice of training. In C. Carvalho (Ed.). *Treino e avaliação de força e potência muscular* (pp. 38-48). Maia: Edições ISMAI.
- Shephard, R. J. (1988). PAR-Q, Canadian home fitness test and exercise screening alternatives. *Sports Medicine*, 5(3), 185-195. <https://doi.org/10.2165/00007256-198805030-00005>
- Smirmiotou, A., Katsikas, C., Paradisis, G., Argeitaki, P., Zacharogiannis, E., & Tziortzis, S. (2008). Strength-power parameters as predictors of sprinting performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 48(4), 447-454.
- Thomas, J., Nelson, J., Silverman, S. (2012). *Métodos de pesquisa em atividade física* (6. ed.). Porto Alegre: Artmed, 478 pp.
- Villarreal, E. S., Requena, B., & Cronin, J. B. (2012). The effects of plyometric training on sprint performance: A meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(2), 575-584. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318220fd03>



Monitoramento do treinamento no basquetebol feminino juvenil: comparação da carga planejada pelo treinador com a carga percebida pelas atletas

Monitoring of training in youth female basketball: comparison of the load planned by the coach with the load perceived by athletes

Margarida Deuza Cavalcante¹ , João Marcos Ferreira de Lima Silva¹ ,
Yasmim Kéllen Siqueira Luna¹ , Orranette Pereira Padilhas² ,
Wasington Almeida Reis¹ , Ytalo Mota Soares^{1*} 

RESUMO

O objetivo deste estudo foi comparar a percepção da carga interna de treinamento percebida pelas atletas (CIA) com a carga planejada pelo treinador (CET), como também comparar as percepções de recuperação. O estudo foi conduzido com 10 atletas jovens de uma equipe feminina de basquetebol (idade= 13.20± 1.03 anos, estatura= 162.91± 5.16 cm e massa corporal= 58.20 ± 12,25 Kg) e um treinador com experiência de 08 anos. Foram utilizadas a escala de percepção subjetiva do esforço (CR 10) para estimativa da carga interna de treinamento (CIT) e uma escala de recuperação de esforço percebido (ERP). Todas as análises foram realizadas usando o software Jamovi (versão 1.6), teste de normalidade de Shapiro-Wilk, teste t para uma amostra (normalidade atendida) e Wilcoxon (normalidade não atendida). Foi utilizado o nível de significância de $p \leq 0.05$ em todos os casos. Das 10 sessões de treino analisadas, seis apresentaram resultados compatíveis entre treinador e atletas em relação a CET e a CIA. Quanto à ERP, houve diferenças significativas em 60% das sessões. Diante dos resultados, a hipótese inicial que apontava diferenças entre as percepções de treinadores e atletas nas variáveis analisadas foi acatada parcialmente.

PALAVRAS-CHAVE: treinamento físico; basquetebol; jovem.

ABSTRACT

The purpose of this study was to compare the internal training load (ITL) perceived by the athletes (ITLa) with the load planned by the coach (ITLc), as well to compare the perceptions of recovery. The study was conducted with 10 young athletes from a female basketball team (age= 13.20± 1.03 years, stature= 162.91± 5.16 cm and body mass= 58.20± 12.25 Kg) and a coach with an experience of 08 years. The subjective perception of exertion scale (CR) 10 for estimating the internal training load (ITL) and a perceived exertion recovery scale (ERS) were used. All analyses were performed using Jamovi software (version 1.6), Shapiro-Wilk normality test, one-sample t-test (normality met) and Wilcoxon test (normality not met). A significance level of $p \leq 0.05$ was used in all cases. Six of the 10 training sessions analyzed showed compatible results between coach and athletes regarding ITLc and ITLa. As for ERS, there were significant differences in 60% of the sessions. Given the results, the initial hypothesis that pointed to differences between the perceptions of coaches and athletes in the analyzed variables was partially met.

KEYWORDS: physical training; basketball; youth.

¹Universidade Federal da Paraíba, Grupo de Estudos em Treinamento e Rendimento Esportivo – João Pessoa (PB), Brasil.

²Universidade do Norte do Tocantins – Araguaína (TO), Brasil.

***Autor correspondente:** Departamento de Educação Física, Campus I, Universidade Federal da Paraíba. Loteamento Cidade Universitária – CEP: 58051-900 – João Pessoa (PB), Brasil. E-mail: ytalomota@yahoo.com.br

Conflito de interesses: nada a declarar. **Financiamento:** nada a declarar.

Recebido: 27/05/2021. **Aceite:** 16/10/2021.

INTRODUÇÃO

O basquetebol é um esporte de característica intermitente, com alternâncias de esforços intensos e outros não tão intensos, entrecortados por paralisações próprias das regras do jogo, o que torna um desafio para um melhor entendimento das demandas físicas nos diferentes níveis de competição desta modalidade (Scanlan, Dascombe, Reaburn, & Dalbo, 2012; Ferioli et al., 2020). Estudos específicos de análise de tempo e movimento em situação de competição (Conte, Favero, Niederhausen, Capranica, & Tessitore, 2015; Ferioli et al., 2020) e de outras técnicas de monitoramento, tais como percepção subjetiva de recuperação e de esforço (Cruz et al., 2018; Sansone, Tschann, Foster & Tessitore, 2020), bem como a utilização da variação do desempenho do salto vertical como marcador das respostas neuromusculares ao treinamento (Cruz et al., 2018) têm ajudado a elucidar o impacto deste esporte no organismo de atletas profissionais (Coyne, Coutts, Newton, & Haff, 2021) e amadores (Román, García-Rubio, Feu, & Ibáñez, 2019; Reina, García-Rubio, & Ibáñez, 2020) e, com isso, a possibilidade de otimizar os métodos de treinamento específicos da modalidade (Russell, McLean, Impellizzeri, Strack, & Coutts, 2021).

No contexto apresentado, pode-se considerar que o número de pesquisas com mulheres praticante de basquetebol é escasso, o que pode dificultar o aprimoramento do monitoramento da carga de treinamento e de competição desta modalidade (Reina et al., 2020). Ademais, uma grande quantidade de pesquisas com atletas masculinos de basquetebol está disponível, mas não se sabe se os dados podem ser adaptados para o sexo feminino (Román et al., 2019).

No basquetebol e nos demais esportes, o termo “carga de treinamento” indica os estímulos ocasionados pelo treinamento sem, com isso, desprezar aqueles induzidos pela competição, uma vez que também interfere nas respostas dos organismos às sessões de treinamento das modalidades. (Russell et al., 2021). Nessa perspectiva, entende-se que, carga externa refere-se ao treinamento prescrito pelos treinadores e a carga interna está ligada ao estresse psicofisiológico imposto aos atletas pela carga externa (Foster, Rodriguez-Marroyo, & De Koning, 2017).

A comparação entre cargas de treinamento externa e interna tem sido analisada como forma de otimizar as cargas de treinamento e reduzir os erros na qualificação e quantificação dos estímulos aplicados aos atletas (Viveiros, Costa, Moreira, Nakamura, & Aoki, 2011; Cruz et al., 2017; Kraft et al., 2020). Pode-se considerar que esse tipo de comparação baseia-se no melhor entendimento da interface atleta-treinador que é um dos objetivos basilares da ciência do esporte (Foster et al., 2017).

A escala de PSE da sessão (Foster et al., 2001) tem sido bastante utilizada no basquetebol, especialmente no âmbito masculino, seja em atletas profissionais masculinos adultos (Manzi et al., 2010; Moreira, McGuigan, Arruda, Freitas, & Aoki, 2012; Aoki et al., 2017) ou nos mais jovens (Feu, Carrillo, Azpiroz, Román, & Calleja-González, 2015; Lupo, Tessitore, Gasperi & Gomes, 2017). Entretanto, a sua utilização em mulheres basquetebolistas é escassa, principalmente no âmbito das mais jovens. Surpreendentemente, estudos com relatos de aplicação de escalas de recuperação também são escassos nessa população.

Dessa forma, percebeu-se a necessidade de mais investigações com atletas de basquetebol feminino, amadoras e jovens, no que se refere ao monitoramento das cargas de treinamento. Assim, o problema de pesquisa que se apresenta é o seguinte: será que jogadoras amadoras de basquetebol feminino e o respectivo treinador têm percepções distintas acerca do grau de esforço nos treinamentos e na recuperação? A hipótese que se apresenta diante de resultados de estudos prévios de outras modalidades e da experiência prática dos autores é que: treinador e atletas têm percepções distintas do grau de esforço realizado no treinamento e dos níveis de recuperação.

Assim, o presente estudo tem o objetivo de comparar a carga de treinamento e a percepção de recuperação estimada pelo treinador e percebida pelas atletas de uma equipe de basquetebol feminino juvenil.

MÉTODOS

Amostra

Amostra foi de natureza não probabilística e por acessibilidade, composta por jovens atletas de basquetebol do sexo feminino (idade= 13.20 ± 1.03 anos, estatura= 162.91 ± 5.16 cm e massa corporal= 58.20 ± 12,25 Kg) que disputam competições brasileiras a nível regional e nacional. Foram selecionadas 10 atletas de basquetebol que disputam competições a nível regional e nacional e seu respectivo treinador, equipe do município de João Pessoa - Paraíba - Brasil. A referida equipe foi finalista do campeonato nacional escolar da 2ª divisão brasileira no ano anterior a pesquisa. O treinador tinha a idade de 27 anos, oito anos de experiência com jovens atletas, formado no curso de educação física (licenciatura e bacharelado), enquanto atleta de basquetebol foi campeão paulista cadete em 2005, conquistou oito títulos estaduais e dois títulos nacionais em 2004 e 2006, na categoria sub 17.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética do Centro de Ciências de Saúde da Universidade Federal da Paraíba conforme o Parecer Nº 2.564.604. Os sujeitos e seus responsáveis

assinaram um Termo de Assentimento e Consentimento Livre e Esclarecido. Os riscos e benefícios da pesquisa foram expressamente expostos nesses documentos, salientando ainda, que as voluntárias poderiam desistir a qualquer momento.

Os critérios de inclusão foram: frequentar assiduamente as sessões de treinamento, (no mínimo 70%); disponibilizar-se a participar da pesquisa e ter a permissão dos pais e responsáveis, mediante termo de consentimento/assentimento. Ocorreu uma perda amostral de três atletas devido afastamento do treinamento por estarem gripadas.

Instrumentos

Para a quantificação da carga interna de treino (CIT) de forma indireta, foi utilizada a escala de Borg (1982) adaptada por Foster (CR 10) (Foster et al., 2001). A escala apresenta números classificatórios, que variam de 0 a 10, com descritores correspondentes iniciando no número 0, correspondendo ao repouso e, de forma crescente, chegando ao descritor máximo (10) percebido pelo atleta. Este estudo utilizou também a Escala de Recuperação de Esforço Percebido (ERP) (Laurent et al., 2011) para identificar o nível de recuperação e o desgaste fisiológico das atletas antes de cada sessão de treino. Esse instrumento parte do 0 (nada recuperado) até o valor de 10 (muito bem recuperado).

Procedimentos de coleta de dados

Inicialmente a equipe de pesquisadores realizou uma reunião com todos sujeitos da pesquisa e explicou minuciosamente a utilização das escalas de percepção e como se daria os procedimentos. O estudo aconteceu durante 13 sessões de treino (03 para familiarização), de um período pré-competitivo, visto que antecedeu as partidas seletivas para a etapa das competições de nível regional e nacional, planejadas e ministradas pelo treinador oficial do grupo de atletas. Com um intervalo médio de 48 horas entre as sessões.

Durante o processo de familiarização e durante as 10 sessões de treinamento, onde foram coletados os dados para análise, o treinador e as atletas responderam, individualmente, quanto ao nível de recuperação física logo antes das sessões de treinamento, o treinador avaliava subjetivamente as atletas e as atletas responderam aos seus próprios níveis de recuperação. Os valores da ERP (Laurent et al., 2011) estiveram dispostos de 0 a 10 seguindo uma ordem crescente, sendo 0 nada recuperado e 10 muito bem recuperado.

Ao final de todas as sessões de treinamento, era apresentada a Escala de PSE (Foster et al., 2001), individualmente, em uma escala de 0 a 10 com a pergunta: “Como foi o seu treino hoje?”. Para quantificar a CIT o número classificatório escolhido (PSE) foi multiplicado pelo tempo (T) de

treino da sessão alcançando um resultado que foi definido em Unidades Arbitrárias, $CIT = PSE \times T = UA$ (Freitas, Miloski, & Bara Filho, 2015). Para realizar a comparação, antes da aplicação do treinamento planejado, o treinador informava o nível de carga proposto para a equipe. Este valor foi multiplicado pelo tempo da sessão, expresso também em UA.

A seguir, na Tabela 1, uma síntese dos conteúdos de treino e seus respectivos tempo de aplicação.

As dez sessões de treinamento, que foram avaliadas para a pesquisa, estão detalhadas no Quadro 1. Contaram com a ocorrência de quatro jogos amistosos contra equipes masculinas sub 17, treinos técnico/táticos, treinos físicos, treinamentos de resistência e em todas as sessões de treinamento estava presente a atividade preparatória com e sem bola.

Análise estatística

Os dados foram tratados no programa Jamovi (versão 1,6) a partir do qual foi realizada a análise exploratória dos dados por meio do teste de normalidade de Shapiro-Wilk, procedendo com o uso do teste t para uma amostra (normalidade atendida) ou Wilcoxon (normalidade não atendida) para verificar a existência de diferenças estatisticamente significativas entre os valores da Escala de Recuperação de Esforço Percebido (ERP) e Escala PSE entre as atletas e o treinador, adotando como nível de significância um valor de $p \leq 0,05$. Os resultados são apresentados na forma de tabela contendo os valores de média, desvio padrão, mediana e tamanho do efeito.

RESULTADOS

Na Tabela 2 são apresentados os valores descritivos de média, desvio padrão, mediana, teste de normalidade de Shapiro-Wilk e teste de hipóteses, valor de probabilidade e tamanho do efeito dos registros fornecidos pelas participantes da pesquisa em relação ao valor estimado pelo treinador (Carga externa — CE_T) e Carga interna das atletas (CI_A). Essas respostas apresentaram diferenças significativas em 40% das sessões de treinamento, ou seja, nas sessões um, cinco, oito e nove ($p \leq 0,05$).

Tabela 1. Tempo em minutos nas execuções das atividades durante a familiarização.

Sessão de familiarização	Atividade preparatória	Treino técnico tático	Treino físico	Total
1ª sessão	09	35	20	64
2ª sessão	10	20	30	60
3ª sessão	05	15	30	50

Quadro 1. Detalhamento dos conteúdos das sessões de treinamento.

Sessões de treino	Atividade/tempo	Tempo total (minutos)
Sessão 1	Amistoso contra time masculino sub 17.	72
Sessão 2	Aquecimento com tabela (05 minutos); Treino tático de formação ofensiva e defensiva (40 minutos); Lances livres (10 minutos); Treino físico de aceleração e força (20 minutos); Conversa entre treinador e atletas (10 minutos).	85
Sessão 3	Aquecimento com trote leve (05 minutos); Alongamento estático das articulações de membros superiores, inferiores e tronco (02 minutos); Treino tático de defesa por zona e contra-ataque (30 minutos); Intercalado por sequência de três corridas de aceleração de uma extremidade a outra da quadra de basquetebol por 10 segundos de descanso.	45
Sessão 4	Aquecimento com bola: corrida de aproximação e arremesso na tabela (05 minutos); Lances livres (05 minutos); Treino de passes e arremessos (05 minutos); Jogo amistoso contra time masculino sub 15 (105 minutos).	120
Sessão 5	Aquecimento com drible e arremesso utilizando a tabela (05 minutos); Lances livres (05 minutos). Amistoso contra equipe masculina sub 17 (70 minutos).	80
Sessão 6	Aquecimento com trote (10 minutos); Treino de arremessos (60 minutos); Conversa (15 minutos); Coletivo (05 minutos).	90
Sessão 7	Aquecimento com trote corrida com elevação de calcanhar e elevação de joelho (10 minutos); Alongamentos de membros superiores e superiores e inferiores (05 minutos); Treino tático de contra-ataque, com passe, drible, bandejas, rebotes e arremessos (40 minutos) A cada 10 minutos foi realizado 04 corridas de aceleração de uma extremidade a outra da quadra, com descanso de 10 segundos; Lances livres (10 minutos); Treino tático de ataque em defesa por zona (10 minutos); Treino físico de agachamento avanço até o meio da quadra e imediatamente após corrida de aceleração até a outra extremidade da quadra (02 minutos); . Abdominais (10 minutos)	120
Sessão 8	Aquecimento geral com trote leve (05 minutos); Aquecimento específico: drible e arremesso utilizando a tabela (15 minutos). Treino tático de contra por zona (40 minutos); Lances livres (10 minutos); 05 Corridas de aceleração com dez segundos de intervalo; Treino tático relativo as jogadas pré-determinadas (15 minutos)	100
Sessão 9	Aquecimento com bola: drible, arremessos na tabela com bandeja. Passes e arremessos (15 minutos); Amistoso contra equipe feminina sub 17 (60 minutos).	75
Sessão 10	Aquecimento com bola: drible, arremessos utilizando a tabela com bandeja. Passes e arremessos (15 minutos); Lances livres (20 minutos).	130

Na tabela a seguir (Tabela 3) são apresentados os resultados descritivos, testes estatísticos e tamanho do efeito da Escala de Esforço percebido pelas atletas (ERP_A) e pelo treinador (ERP_T). O padrão de apresentação segue o modelo apresentado na tabela anterior. Em seis das dez sessões de treino foram encontrados resultados com diferença significativa com $p \leq 0,05$ na segunda, terceira, sexta, sétima, oitava e nona sessão de treinamento.

DISCUSSÃO

O presente estudo objetivou comparar a carga de treinamento e a percepção de recuperação estimada pelo treinador

e percebida pelas atletas de uma equipe de basquetebol feminino juvenil. No presente estudo, ocorreu um número reduzido de atletas e de sessões de treinamento realizadas (10) que limita uma repercussão maior dos dados. Outra limitação desta discussão refere-se à ausência de estudos com objetivos correlatos em atletas femininas de basquetebol amadoras. A pergunta colocada no estudo foi a seguinte: será que jogadoras jovens amadoras de basquetebol feminino e o respectivo treinador têm percepções distintas acerca do grau de esforço nos treinamentos e recuperação? A hipótese colocada foi que treinador e atletas têm percepções distintas do grau de esforço e níveis de recuperação relativas às sessões de treinamento. Essa hipótese foi parcialmente acatada.

Tabela 2. Comparação entre as respostas de Carga Externa planejada pelo treinador (CET) e percebida pelas atletas (CIA).

Treinos	CIA				CET			
	Média	DP	Mediana	S-W	Teste	p	TE	
Treino 1	344	186	216	0.710 [#]	504	5.000 ^w	0.040*	-0.778 ^w
Treino 2	306	128	255	0.862	255	1.260 ^t	0.239	0.399 ^t
Treino 3	214	129	180	0.779 [#]	225	13.500 ^w	1.000	-0.250 ^w
Treino 4	840	356	840	0.790 [#]	960	6.000 ^w	0.399	-0.429 ^w
Treino 5	400	144	350	0.956	560	-2.938 ^t	0.026*	-1.110 ^t
Treino 6	146	67.0	180	0.601 [#]	180	0.000 ^w	0.371	-1.000 ^w
Treino 7	771	218	840	0.887	960	-2.294 ^t	0.062	-0.867 ^t
Treino 8	410	99.4	400	0.886	600	-6.042 ^t	0.001**	-1.911 ^t
Treino 9	255	63.2	300	0.717 [#]	450	0.000 ^w	0.005**	-1.000 ^w
Treino 10	337	104	390	0.742 [#]	390	1.000 ^w	0.197	-0.964 ^w

ERP_A: Escala de Recuperação de Esforço Percebido dos Atletas; ERP_T: Escala de Recuperação de Esforço Percebido pelo Treinador; S-W: Teste de normalidade de Shapiro Wilk; [#]Distribuição dos dados que não apresentou normalidade $p \leq 0,05$; Teste: Valor do teste estatístico; ^tTeste t para uma amostra; ^wTeste de Wilcoxon W; p: Valor de probabilidade do teste aplicado; *Diferenças estatisticamente significativas considerando $p \leq 0,05$; **Diferenças estatisticamente significativas considerando $p \leq 0,01$; TE: Tamanho do efeito; ^tCohen's d; ^wRank biserial correlation.

Tabela 3. Comparação da Escala de Esforço Percebido pelas atletas (ERP_A) e pelo treinador (ERP_T).

Treinos	ERP_A				ERP_T			
	Média	DP	Mediana	S-W	Teste	p	TE	
Treino 1	6.22	2.91	6.0	0.894	6.0	0.229 ^t	0.824	0.076 ^t
Treino 2	5.10	2.96	5.0	0.950	8.0	-3.097 ^t	0.001**	-0.979 ^t
Treino 3	4.43	2.15	4.0	0.936	8.0	-4.397 ^t	0.005**	-1.662 ^t
Treino 4	6.17	3.49	6.0	0.918	6.0	0.117 ^t	0.911	0.048 ^t
Treino 5	7.14	2.27	7.0	0.828	8.0	-1.000 ^t	0.356	-0.378 ^t
Treino 6	6.00	1.93	6.0	0.869	4.0	2.935 ^t	0.022*	1.038 ^t
Treino 7	5.86	1.07	6.0	0.781 [#]	8.0	0.000 ^w	0.032*	-1.000 ^w
Treino 8	6.00	2.67	6.0	0.918	10.0	-4.743 ^t	0.001**	-1.500 ^t
Treino 9	7.50	1.43	8.0	0.846	6.0	3.308 ^t	0.009**	1.046 ^t
Treino 10	7.60	1.51	7.5	0.866	8.0	-0.840 ^t	0.423	-0.266 ^t

CI_A: Carga Interna percebido pelas Atletas; CI_T: Carga Externa planejada pelo Treinador; S-W: Teste de normalidade de Shapiro Wilk; [#]Distribuição dos dados que não apresentou normalidade $p \leq 0,05$; Teste: Valor do teste estatístico; ^tTeste t para uma amostra; ^wTeste de Wilcoxon W; p: Valor de probabilidade do teste aplicado; *Diferenças estatisticamente significativas considerando $p \leq 0,05$; **Diferenças estatisticamente significativas considerando $p \leq 0,01$; TE: Tamanho do efeito; ^tCohen's d; ^wRank biserial correlation.

Vale ressaltar que dos 10 treinamentos analisados, em quatro sessões a carga de trabalho foi superestimada pelo treinador. Por sua vez, Andrade Nogueira et al. (2014) realizaram estudo com o objetivo de analisar e avaliar as percepções do treinador e dos atletas na identificação das cargas, observando possíveis diferenças entre as identificações. Participaram como sujeitos 15 atletas de voleibol de alto rendimento do sexo masculino. Foram analisadas 34 sessões de treino e os resultados alcançados descreveram a incompatibilidade entre as cargas planejadas e percebidas pelo treinador e atletas, respectivamente. Tanto no presente estudo, como

também no estudo de Andrade Nogueira et al. (2014), houve discrepância nas percepções da carga, esse fato pode levar a adaptações negativas se ocorrerem repetidas vezes. No caso do presente estudo, o treinador em quatro sessões superestimou a carga, fato que pode atrapalhar o planejamento, pois outros treinos em que ele planeje diminuir a magnitude da carga pode ocorrer uma discrepância ainda maior, desfavorecendo o rendimento das atletas.

Além do voleibol, um estudo comparou a PSE planejada pelos técnicos e percebida por atletas de judô (Viveiros et al., 2011). A amostra foi composta por 4 técnicos e 40

atletas. Quatro sessões de treinamento foram utilizadas para comparar a intensidade da carga planejada pelo técnico e a intensidade percebida pelos atletas por meio do método de Foster et al. (2001), a percepção expressa pelos atletas foi superior a planejada pelos técnicos em todas as sessões, o que difere em parte do presente estudo, que encontrou respostas compatíveis em seis das dez sessões de treinamento pesquisadas.

Outro estudo, realizado em jovens atletas praticantes de atletismo, comparou a PSE planejada pelo treinador com a percebida por jovens atletas. Participaram da pesquisa 28 jovens atletas de ambos os sexos, bem como o treinador. A coleta foi realizada durante 20 sessões do período competitivo com 12 dias de familiarização e oito de coleta. A PSE indicada por jovens atletas foi diferente da planejada pelo treinador, os atletas entendiam a intensidade alta, proposta pelo treinador, como moderada e intensidade leve a moderada, proposta, como alta (Cruz et al., 2017). No presente estudo, como já fora citado houve superestimação por parte do treinador em quatro das 10 sessões de treinamento.

Devido aos níveis de fadiga e sua influência no rendimento Kraft et al. (2020) examinaram as percepções dos treinadores e dos jogadores de basquete, vôlei e futebol sobre a recuperação e o esforço, utilizando a PSE, a FC, e Escala de Recuperação Percebida. Observaram que os treinadores percebiam os atletas menos recuperados que as análises feitas pelos próprios sujeitos. Com isso concluíram que os sinais externos avaliados pelos treinadores podem tê-los confundido quanto a estimação da recuperação dos atletas. O presente estudo apresenta respostas a Escala de Recuperação de Esforço Percebida expressa pelas atletas e observada pelo treinador, resultando em compatibilidades em 40% dos casos. Nos achados do presente estudo, em seis treinamentos (60% do total analisado) houve diferença nas respostas, em quatro vezes o treinador superestimou a recuperação e em duas vezes subestimou. No caso em que o treinador superestima a recuperação, as atletas podem estar expostas a alguma lesão, pois se a intensidade aplicada considerar as atletas bem recuperadas pode ser elevada para algumas atletas envolvidas.

Num estudo recente com duração de 14 semanas durante uma temporada (Sansone et al., 2020) foi investigada a relação entre carga interna de treinamento e percepção de recuperação em atletas de basquetebol feminino semiprofissionais. As atletas foram monitoradas com a utilização da escala TQR antes do esforço, a PSE-Sessão 20 minutos após completado o esforço, foram calculadas a CIT, TQR 12 e 24 horas após o esforço. A análise diária dos dados mostrou uma relação negativa e significativa, ou seja, as atletas relataram

uma recuperação menor quando a carga de treino era maior. Como em nosso trabalho os treinos não eram diários, não realizamos correlações da forma que esse estudo apresentou. No entanto, pode-se observar que nos sessões oito e nove foram os únicos dias que o treinador destoou ao mesmo tempo da recuperação e da carga percebida pelas atletas, fato que pode levar a adaptações muito indesejadas considerando erros consecutivos na avaliação da carga e da recuperação.

Nessa perspectiva, Sansone et al. (2020) ressaltam a importância de se monitorar diariamente os dados de esforço e recuperação por meio de escalas subjetivas, analisando conjuntamente essas respostas, devido a forma não invasiva e efetividade dessa estratégia de monitoramento. Realçando o presente estudo, a coleta de dados foi realizada no mesociclo que antecedeu a competição mais importante, gerando informações imprescindíveis, principalmente num momento tão crítico da temporada.

Sugere-se que diferentes estratégias de monitoramento da carga possam ser investigadas por meio de estudos aplicados, que revelem o estágio psicofisiológico das atletas jovens de basquetebol em diferentes fases da temporada e a percepção do treinador em relação a esses dados. Estratégias de monitoramento como as aqui usadas, podem servir ao monitoramento diário, na perspectiva de diminuir consideravelmente as percepções de esforço e de recuperação por parte de treinadores e atletas, favorecendo as adaptações aos processos de treinamento.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a carga planejada pelo treinador foi na maioria das vezes compatível com a percepção subjetiva das atletas, no entanto em 40% do total de sessões, o treinador superestimou a carga de trabalho. No que se refere à comparação da recuperação percebida pelas atletas com aquela percebida pelo treinador, na maioria das sessões de treinamento (60%) houve discrepâncias nas percepções, sendo que por quatro vezes também superestimada pelo treinador.

Devido à escassez de estudos em atletas femininas de basquetebol, principalmente as mais jovens e amadoras, devem ser realizadas investigações com maior tempo de monitoramento, utilizando-se percepção do esforço e da recuperação, pois elas são complementares. É importante ainda apontar para análises individuais das percepções das atletas nesses estudos.

AGRADECIMENTOS





A todos os voluntários que participaram do estudo.

REFERÊNCIAS

- Andrade Nogueira, F. C. D., Nogueira, R. A., Coimbra, D. R., Miloski, B., Freitas, V. H. D., & Bara Filho, M. (2014). Internal training load: perception of volleyball coaches and athletes. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 16(6), 638-647. <https://doi.org/10.5007/1980-10.5007/1980-0037.2014v16n6p638>
- Aoki, M. S., Ronda, L. T., Marcelino, P. R., Drago, G., Carling, C., Bradley, P. S., & Moreira, A. (2017). Monitoring training loads in professional basketball players engaged in a periodized training program. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(2), 348-358. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001507>
- Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 14(5), 377-381.
- Conte, D., Favero, T. G., Niederhausen, M., Capranica, L., & Tessitore, A. (2015). Physiological and technical demands of no dribble game drill in young basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(12), 3375-3379. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000997>
- Coyne, J. O., Coutts, A. J., Newton, R. U., & Haff, G. G. (2021). Relationships between different internal and external training load variables and elite international women's basketball performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16(6), 871-880. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2020-0495>
- Cruz, I., Pereira, L. A., Kobal, R., Kitamura, K., Cedra, C., Loturco, I., & Abad, C. C. C. (2018). Perceived training load and jumping responses following nine weeks of a competitive period in young female basketball players. *PeerJ*, 6, e5225. <https://doi.org/10.7717/peerj.5225>
- Cruz, R., de Fretas, J. V., da Rocha Santos, J. P. N., Castro, P. H. C., Siqueira, R., Alves, D. L., & de Lima, J. R. P. (2017). Comparação entre a PSE planejada pelo treinador com a percebida por jovens atletas de atletismo. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 25(1), 13-18. <https://doi.org/10.31501/rbcm.v25i1.5997>
- Feroli, D., Scheling, X., Bosto, A., Torre, A., Rucco, D. & Rampinini, E. (2020). Match activities in basketball games: comparison between different competitive levels. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(1), 172-182. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003039>
- Feu, S., Carrillo, A., Azpiroz, M. F., Román, I. R., & Calleja-González, J. (2015). Perception of effort in minibasketball during small side games. *Revista de Psicología del Deporte*, 24(1), 21-25.
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., Doleshal, P., & Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(1), 109-115.
- Foster, C., Rodriguez-Marroyo, J. A., & De Koning, J. J. (2017). Monitoring training loads: the past, the present, and the future. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(s2), S2-2-S2-8. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2016-0388>
- Freitas, V. H. D., Miloski, B., & Bara Filho, M. G. (2015). Monitoramento da carga interna de um período de treinamento em jogadores de voleibol. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, 29(1), 5-12. <https://doi.org/10.1590/1807-55092015000100005>
- Kraft, J. A., Laurent, M. C., Green, J. M., Helm, J., Roberts, C., & Holt, S. (2020). Examination of coach and player perceptions of recovery and exertion. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(5), 1383-1391. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002538>
- Laurent, C. M., Green, J. M., Bishop, P. A., Sjøkvist, J., Schumacker, R. E., Richardson, M. T., & Curtner-Smith, M. (2011). A practical approach to monitoring recovery: development of a perceived recovery status scale. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(3), 620-628. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c69ec6>
- Lupo, C., Tessitore, A., Gasperi, L., & Gomez, M. A. R. (2017). Session-RPE for quantifying the load of different youth basketball training sessions. *Biology of Sport*, 34(1), 11-17. <https://doi.org/10.5114%2Fbiolsport.2017.63381>
- Manzi, V., D'ottavio, S., Impellizzeri, F. M., Chaouachi, A., Chamari, K., & Castagna, C. (2010). Profile of weekly training load in elite male professional basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(5), 1399-1406. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d7552a>
- Moreira, A., McGuigan, M. R., Arruda, A. F., Freitas, C. G., & Aoki, M. S. (2012). Monitoring internal load parameters during simulated and official basketball matches. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(3), 861-866. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31822645e9>
- Reina, M., García-Rubio, J., & Ibáñez, S. J. (2020). Training and competition load in female basketball: a systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(8), 2639. <https://doi.org/10.3390/ijerph17082639>
- Román, M., García-Rubio, J., Feu, S., & Ibáñez, S. J. (2019). Training and competition load monitoring and analysis of women's amateur basketball by playing position: approach study. *Frontiers in Psychology*, 9, 2689. <https://doi.org/10.3389%2Ffpsyg.2018.02689>
- Russell, J. L., McLean, B. D., Impellizzeri, F. M., Strack, D. S., & Coutts, A. J. (2021). Measuring physical demands in basketball: an explorative systematic review of practices. *Sports Medicine*, 51(1), 81-112. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01375-9>
- Sansone, P., Tschan, H., Foster, C., & Tessitore, A. (2020). Monitoring training load and perceived recovery in female basketball: implications for training design. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(10), 2929-2936. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002971>
- Scanlan, A. T., Dascombe, B. J., Reaburn, P., & Dalbo, V. J. (2012). The physiological and activity demands experienced by Australian female basketball players during competition. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 15(4), 341-347. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2011.12.008>
- Viveiros, L., Costa, E. C., Moreira, A., Nakamura, F. Y., & Aoki, M. S. (2011). Monitoramento do treinamento no judô: comparação entre a intensidade da carga planejada pelo técnico e a intensidade percebida pelo atleta. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 17(4), 266-269. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922011000400011>

Prática lúdica como ferramenta auxiliadora de ensino de jiu-jitsu em ambiente militar

Playful method as a helping tool for teaching jiu-jitsu in a military environment

Bruno Cezar Barbosa Silva^{1*} , Jiddu Bastos Lemos¹ ,
Adenilson Targino de Araújo Júnior² , Francisco José Felix Saavedra^{1,3} 

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo investigar se a prática lúdica é uma ferramenta auxiliadora no ensino de jiu-jitsu em ambiente militar. É um estudo qualitativo de caso, pois segue o modelo de pesquisa ação. Foram entrevistados 13 professores de Jiu-Jitsu com experiência de no mínimo 5 anos em docência de Jiu-Jitsu em ambiente militar. Após a aplicação de um questionário semiestruturado, o qual foi analisado de acordo com a técnica de análise do discurso, é possível concluir que a prática lúdica é uma ferramenta auxiliadora no ensino de jiu-jitsu, em ambiente militar, pois promove um ambiente de bem-estar positivo e integrador, estabelece uma comunicação mais direta e próxima entre o professor e o aluno, durante a aula.

PALAVRAS-CHAVE: jiu-jitsu; dinâmicas; lúdico; militar.

ABSTRACT

The present work aimed to investigate whether the playful practice is an auxiliary tool in teaching jiu-jitsu in a military environment. It was a qualitative case study, as it followed the action research model. Thirteen Jiu-Jitsu teachers with at least five years of experience teaching Jiu-Jitsu in military environments were interviewed. After applying a semi-structured questionnaire, which was analysed according to the technique of content analysis, it was possible to conclude that playful practice is a helpful tool in teaching jiu-jitsu in a military environment, as it promotes an environment of positive and integrative well-being, establishing a more direct and closer communication between teacher and student during class.

KEYWORDS: jiu-jitsu; dynamics; playful; military.

INTRODUÇÃO

No ambiente militar o ensino das lutas faz parte do contexto das forças armadas desde tempos remotos, a própria origem de algumas artes marciais está diretamente relacionada à situações, cenários, e condições de guerras, como por exemplo o Jiu-Jitsu, notório por sua eficiência no combate corporal (Gracie, 2010). Ou seja, é fato que as artes marciais são um dos componentes da preparação do soldado, e, não obstante, pouco se sabe a respeito dos modelos de didática e treinamento específico para ambiente militar.

Nesta linha, dentre as artes marciais utilizadas pelos militares pode-se destacar o Jiu-Jitsu. Uma ferramenta reconhecidamente útil para as forças de segurança pública e está sendo cada vez mais utilizado na formação e treinamento contínuo dos efetivos de segurança no mundo inteiro. Como é o caso do Emirados Árabes Unidos, que inseriu oficialmente o Jiu-Jitsu no seu programa de treinamento em 2011, no Emirado de Abu Dhabi, e em 2015 expandiu o projeto do Jiu-Jitsu em bases militares para o país inteiro.

O Jiu-Jitsu é a forma de luta útil em situação de segurança pública, pois o agente de segurança ou policial consegue

¹Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro – Vila Real, Portugal.

²Instituto Federal da Paraíba – Campina Grande (PB), Brasil.

³Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano – Vila Real, Portugal.

*Autor correspondente: Al Reef Villas, edifício 43, apartamento 508 – Abu Dhabi, Emirados Árabes Unidos. E-mail: brunocezar7@icloud.com

Conflito de interesses: nada a declarar. **Financiamento:** nada a declarar.

Recebido: 7/07/2021. **Aceite:** 02/10/2021.

estabelecer controle do infrator por meio de alavancas e distribuição de peso, sem a necessidade de golpes traumáticos. Além de desenvolver a autoconfiança e a performance física específicas para controle de conflitos, o treinamento de Jiu-Jitsu também desenvolve aspectos sociais e de bem-estar subjetivo em resposta ao treinamento de Jiu-Jitsu (Carneiro & Santos, 2019).

Com o crescente interesse dos sectores de segurança pública, pelo mundo inteiro, em ter o ensino do Jiu-Jitsu como parte da formação e treinamento do seu efetivo, não só pela forma eficiente e humana em que o Jiu-Jitsu consegue estabelecer o controle em uma situação de conflito, mas também pelos possíveis benefícios para o bem-estar subjetivo do praticante de Jiu-Jitsu. Faz-se necessária a pesquisa de metodologias para o ensino de Jiu-Jitsu em ambiente militar.

Lemos, Paz, Araújo Júnior e Aranha (2018) afirmam que o uso de dinâmicas lúdicas para o ensino de Jiu-Jitsu em ambiente escolar é uma excelente ferramenta de ensino da arte marcial, pois um desperta um maior nível de interesse e por conseguinte aprendizado, além de possibilitar, uma avaliação mais direta e dinâmica do aprendizado.

A interação espontânea com os métodos e dinâmicas lúdicas faz o aluno vivenciar o que está aprendendo, por meio do jogo simbólico a ação educativa proporciona brinquedos para simular situações do cotidiano, como uma atividade de relaxamento psicológico, onde o individuo solta as emoções guardadas e até traumáticas do seu contexto, comprovando que as brincadeiras reproduzem aquilo que já foi vivenciado (Nascimento & Coutinho, 2020). Kishimoto (2013) declara que, ministrar as aulas por meio de métodos lúdicos, favorece para o desenvolvimento do individuo, aos quais tem a possibilidade de expandir as relações sociais e inter-relacionar com outras atividades do dia-a-dia.

Desta maneira, o desenvolvimento de uma investigação com a utilização do método lúdico para aulas do Jiu-Jitsu com o público de militares acrescenta novas informações para os profissionais que ensinam as lutas, no sentido de saber se o método lúdico é de fato uma ferramenta auxiliadora do processo de aprendizagem do Jiu-Jitsu. Neste raciocínio, a hipótese é de que o ensino desta arte marcial tendo o lúdico como um instrumento pedagógico contribui de forma positiva com a aprendizagem. Assim, esta pesquisa tem o objetivo de investigar se a prática lúdica é uma ferramenta auxiliadora no ensino de jiu-jitsu em ambiente militar.

MÉTODOS

Trata-se de um estudo de caso, qualitativo do tipo descritivo.

Participantes

O campo de estudo é representado por 13 professores de Jiu-Jitsu com faixa etária entre 31 a 43 anos de idade, com experiência de no mínimo 5 anos lecionando Jiu-Jitsu em ambiente militar.

Instrumentos e procedimentos

Foi utilizado um questionário semiestruturado com 12 questões, as quais foram respondidas pelos professores de Jiu-Jitsu de forma discursiva que foi analisada no intuito de entender se os professores utilizam dinâmicas lúdicas nas suas aulas e se essas dinâmicas lúdicas auxiliam o ensino de Jiu-Jitsu em ambiente militar.

O questionário utilizado foi idealizado fundamentando-se nos critérios de Lakatos & Marconi (1991), o qual entende que “por meio de conversação realizada face a face, metodicamente, proporciona ao entrevistado, verbalmente, a informação necessária”.

Tratamento dos dados

O discurso dos professores, sobre a aplicação do método lúdico nas aulas de Jiu-Jitsu em ambiente militar, foi analisado tendo como objetivo investigar sua importância e aplicabilidade. A metodologia utilizada para análise de conteúdo foi a técnica de análise de dados (Bardin, 2006). Segundo Chizzotti (2006), a finalidade da análise de conteúdo é entender o significado das comunicações, decodificando o conteúdo manifesto e compreendendo o latente, suas significações ocultas e explícitas.

RESULTADOS

Por meio da observação dos discursos na íntegra dos professores de Jiu-Jitsu que lecionam em ambiente militar, categorizados por tema, poderemos então entender como as dinâmicas lúdicas podem ser utilizadas como uma ferramenta auxiliadora de ensino de Jiu-Jitsu em ambiente militar.

Obstáculos para o ensino de Jiu-Jitsu em ambiente militar

Nesta categoria examinamos quais são os obstáculos que os professores enfrentam no ensino de Jiu-Jitsu em ambiente militar.

A obrigatoriedade de treinar já faz com que o aluno venha para aula com os dois pés atrás, e por mais que a gente goste do Jiu-Jitsu, ver o aluno com aquele ar de que quer terminar logo a aula, pode fazer com que o professor se desmotive um pouco também (professor F).

Olha, é um pouco desafiador sim, principalmente quando o aluno já vem cansado de alguma atividade física anterior ou está vivenciando alguma etapa de treinamento militar e ainda tem que treinar o Jiu-Jitsu. O aluno pode ter até boa vontade, ser esforçado e tal, mas se a gente não der aquela atenção extra, corrigindo e motivando quando ele tá assim, o aluno acaba absorvendo muito pouco ou perdendo o tempo dele e as vezes até influenciando negativamente outros que estão na aula de Jiu-Jitsu também (Professor P1).

Se o aluno for uma pessoa mais fechada, o Jiu-Jitsu a primeira vista pode parecer uma coisa muito estranha, porque além de ter uma interação contato corporal, é uma luta agarrada, né? Além de tudo isso o aluno ainda tem que aprender novas formas de se movimentar muitas vezes deitado, de barriga pra baixo, com alguém amassando ele ali, muitas vezes mais pesado, mais forte ou mais atlético, é importante o professor saber o limite de ir expondo seu aluno pra esse contato todo. E tem aquela coisa, o Jiu-Jitsu é feio olhando de fora, pra quem não entende ver duas pessoas se agarrando e se embolando no chão, de cara não deve ser muito atrativo mesmo não (Professor D1).

Jiu-Jitsu em ambiente militar versus academia

Nesta categoria analisamos os discursos dos professores sobre a importância do lúdico em ambiente militar e em academias particulares.

O aluno que vai pra uma academia ele já tem uma aptidão física ou psicológica, ele já quer treinar, se sente entusiasmo com aquele ambiente e qualquer aprendizado já é uma vitória pra ele, já uma motivação, o aluno que vem por obrigação muitas vezes deixa bem claro que quer só atingir o objetivo dele para parar de treinar, então mais do que ensinar a técnica ou aprimorar a aptidão física do aluno nós temos que plantar aquela sementinha do Jiu-Jitsu nele...Desde o momento em q se cumprimenta, tem que ser sempre com um sorriso no rosto, querendo saber como ele está, fazendo ele se sentir a vontade e ir ganhando a confiança dele. Eu acredito que muito dessa sementinha nasce da relação pessoal que cria entre o aluno e o professor, se o aluno gostar do professor já é um grande passo pra ele gostar do que o professor está ensinando (Professor A). É claro que na academia é muito mais fácil, além de ele querer estar ali, ele vai à aquela academia por algum motivo de vida, ou porque mora ali perto ou porque trabalha ou tem qualquer compromisso que o obriga estar

por ali perto, na grande maioria é assim. Já no militar é trabalho e muitas vezes o militar fica um tempo numa base, depois vai pra outra, vai pra outra ou viaja e assim vai, não estabelece um vínculo com o professor, mas mesmo naquele tempinho que ele está ali com você, você tem que ter a certeza que ele está levando pelo menos uma boa sensação de estar ali no tatame e que aprendeu alguma coisa útil (Professor E).

São perfis diferentes com coisas positivas e negativas nas duas situações, enquanto que na academia o aluno tem mais motivação de treinar ele muitas vezes não vai por não ser obrigado, já no militar ele tem que estar ali, mesmo que seja contra vontade... Vai do professor saber identificar um ponto de contato com esse aluno pra cativá-lo (Professor B1).

Uma academia de arte marcial é um ambiente que de cara espanta, intimida mesmo, seja na academia ou no meio militar, é fundamental compreender que o aluno precisa ser bem recebido e tratado bem pra ele se sentir bem e querer pelo menos estar ali, esse é o principal (Professor H). Na sua academia você naturalmente trata o aluno bem mesmo, porque no fim das contas ele é seu cliente, ele está te pagando por aquele serviço. Saber fazer um clima bom na academia é muito importante. No militar eu vejo que alguns professores perderam um pouco esse carisma, talvez até um pouco influenciados pela rigidez militar, mas é fundamental manter esse carisma e esse clima bom... Se você pensar bem isso é ludicidade também (Professor M).

Como o professor compreende o lúdico

Nessa categoria observamos como os professores compreendem o método lúdico no ensino Jiu-Jitsu, em ambiente militar.

Durante essa conversa que eu me dei conta que os treinos parciais acabam que tem muito de ludicidade, você tem que fantasiar uma situação e trabalhar dentro dela etc. O Jiu-Jitsu é um jogo e tudo acaba sendo lúdico mesmo naquela brincadeira de ganhar ou perder (Professor G). As vezes queremos fazer uma aula mais relaxada, descontrair a galera ou atrair a atenção de todo mundo, sem dúvida jogos e brincadeiras ajudam muito nesse sentido. É uma técnica que ajuda muito o professor (Professor D1). Muita gente não gosta não, mas eu mesmo sempre usei jogo ou nesse termo que estamos falando agora, lúdico, né? ... É uma forma de fazer o aluno executar o que você pede, aí ele vai aprendendo sem perceber e de uma forma

divertida, muitas vezes o aluno nem sabe que aprendeu determinada técnica, aí um dia falamos pra ele, é aquilo lá que você já sabe fazer, muitas vezes ele se surpreende com a própria consciência, que foi aprendida na brincadeira, no lúdico (Professor M).

Criar um ambiente agradável é também ludicidade se você parar pra pensar, aquelas brincadeiras que a gente faz pra descontrair, ou as vezes umas rivalidade de brincadeira para apimentar um pouco o treino, durante a explicação da técnica, fazendo o aluno visualizar a situação, é tudo trabalhado no imaginário do aluno pra ele compreender da melhor forma, é uma forma de comunicação bem direta entre o professor e aluno, e cria aquele ambiente agradável que falamos (Professor S).

O lúdico, como técnica avaliadora de aprendizado

Nesta categoria veremos como os professores utilizam o lúdico como ferramenta avaliadora de aprendizado no ensino de Jiu-Jitsu em ambiente militar.

Talvez seja uma das melhores formas de ensinar e avaliar, porque naquele clima descontraído existe até uma cooperação entre parceiros de treino mostrando onde o outro errou no joguinho que foi criado, e percebemos o nível de consciência que cada um tem, e muitas vezes nos surpreendemos (Professor C2).

A técnica sendo colocada em pratica através de uma disputa, num contexto de jogo é a melhor forma de você perceber se aluno entendeu qual é o objetivo de determinada situação e quais os passos pra execução. É importante ter um critério de sucesso mediano nesses jogos porque se for muito fácil, fica sem graça, e se for muito difícil de executar ou complicado de entender desmotiva a maioria, aí o grupo da aula pode se dispersar. Geralmente a gente sabe quais jogos que eles mais gostam e quais os parceiros de treino que já tem uma rivalidade nessas disputas. Quanto mais dentro daquela realidade do jogo os alunos da aula estiverem, mais divertido e mais eles aprendem (Professor P).

Quando o objetivo do treino é mais inclusivo, eu acho que a única forma de avaliar com alguma clareza se seu aluno realmente está aprendendo, é por meio de jogos e brincadeiras, porque é muito comum o aluno que é muito cobrado abandonar o treino ou ir treinar em outro lugar, mesmo aqueles que aprendem rápido, a grande maioria está ali porque é obrigado e se não for minimamente divertido é muito fácil ele abandonar (Professor H1).

Na brincadeira o aluno se solta mesmo, conseguimos ver muito claramente se ele assimilou mesmo o que a gente passou, percebemos também o nível de talento que ele tem pro negocio, porque ali na brincadeira o aluno ta entregue completamente, é o instinto dele em ação (Professor R).

Tem tipos de aulas que existem modelos fechados e temos que seguir, por exemplo pra um determinado grupo de militares, mesmo nesse modelo específico de aulas onde as técnicas são passadas por treinamento de repetições divididas em etapas e com todos os alunos fazendo os mesmos movimentos, existe espaço para lúdico, porque vai ter um momento em que o professor vai estar com um grupo num treino de disputa e ali dependendo do jogo de cintura do professor ele faz aquilo ficar mais leve, e muitas vezes é com brincadeiras e jogos, o Jiu-Jitsu é um xadrez humano, é um jogo (Professor M1).

DISCUSSÃO

A presente pesquisa teve como objetivo investigar se a prática lúdica é uma ferramenta auxiliadora no ensino de jiu-jitsu em ambiente militar, e diante dos resultados apresentados acima pode-se acatar a hipótese inicial de que o ensino do Jiu-Jitsu com utilização do método lúdico como um instrumento pedagógico contribui e auxilia de forma positiva com o processo de ensino a aprendizagem desta arte marcial por militares.

Obstáculos para o ensino de Jiu-Jitsu em ambiente militar

Ao analisarmos os discursos dos professores F, P1 e D1, podemos identificar diferentes obstáculos para o ensino de Jiu-Jitsu em ambiente militar, esses obstáculos podem ser de cunho intrapessoal, quando por exemplo o aluno por ter um perfil mais reservado ou tímido, pode se sentir desconfortável ao começar a treinar o Jiu-Jitsu, ou quando o aluno já vem desmotivado por fatores físicos ou mentais. Conforme Lemos et al. (2018) e Nascimento e Coutinho (2020), o desenvolvimento do aspecto lúdico promove maior engajamento e participação do aluno, pois cultivando a criatividade, sensibilidade e afetividade o professor cria um estado interior fértil, potencializando os processos de expressão, comunicação, socialização e construção do conhecimento.

Jiu-Jitsu em ambiente militar versus academia

De acordo com os discursos dos professores A, E, B1, M e H, fica evidente que o fator motivação é um diferencial para

o aluno entre os ambientes de academias particulares onde se ensinam Jiu-Jitsu e no ensino de Jiu-jitsu em ambiente militar, e a ludicidade é um fator determinante não só durante as aulas, mas também da forma como o professor interage com o aluno. Fazer o aluno se sentir acolhido, estabelecer um contato mais próximo com o aluno entendendo-o, é um fator de motivação para o aluno e ajuda ao professor entender ainda mais como motiva-lo. Esses discursos vão ao encontro com o que diz (Almeida, 2007), que ensinar brincando não é brincar de ensinar, pois apesar de ludicidade ter uma raiz etimológica vinda do latim clássico onde *Ludus*, significa jogos, principalmente jogos com bola, o nosso termo ludicidade teve uma evolução semântica, acompanhando as pesquisas de psicomotricidade, a ludicidade é reconhecida como uma característica fundamental do comportamento humano caracterizando-se como uma dinâmica essencial para o bem estar subjetivo.

Como o professor compreende o lúdico

Conforme podemos perceber nos discursos dos professores, o uso do lúdico nas aulas de Jiu-Jitsu é compreendido como uma ferramenta muito proveitosa e amplamente utilizado informalmente e por vezes até inconscientemente, pois além de atrair e prender a atenção do aluno, cria um ambiente de comunicação mais direta entre o professor e os alunos. É interessante salientar como veio a consciência de alguns professores que eles já utilizavam o lúdico nas suas aulas apesar de não perceber.

A ludicidade proporciona a construção do conhecimento de uma forma interessante e agradável, assegurando aos indivíduos a motivação intrínseca necessária para uma boa aprendizagem, trazendo com eles autoconfiança e criatividade, mesmo para aqueles que manifestam alguma dificuldade na sua aprendizagem ou na aquisição do conhecimento (Lemos et al., 2018).

O lúdico, como técnica avaliadora de aprendizado

Podemos perceber por meio dos discursos dos professores que o lúdico auxilia não só no processo de ensino aprendizagem do Jiu-Jitsu em ambiente militar, mas também como

ferramenta de avaliação, pois pelo fato de no momento de ludicidade o aluno agir espontaneamente refletindo aquilo que ele assimilou e reproduziu de forma até instintiva. Demo (2009), corrobora com a ideia da espontaneidade auxiliar o processo de avaliação num modelo de ludicidade.

CONCLUSÃO









Este trabalho teve como objetivo procurar perceber como os treinadores de Jiu-Jitsu, com experiência de docência em ambiente militar, veem o lúdico como ferramenta auxiliadora no ensino desta modalidade desportiva. Relativamente aos professores e como eles compreendem o método lúdico, ficou evidente que este é uma ferramenta auxiliadora muito utilizada nas aulas, pelo facto do lúdico trazer o aluno para o presente e extrair dele uma necessidade de atenção, promovendo uma espontaneidade, que muitas vezes está diretamente ligada a sensação de prazer. Contribuindo bastante para os níveis positivos de bem-estar subjetivo e interação, entre os alunos e também, com o professor.

REFERÊNCIAS

- Almeida, P. N. (2007). *Língua portuguesa e ludicidade: ensinar brincando não é brincar de ensinar*. São Paulo: PUC-SP.
- Bardin, H. (2006). *Análise de conteúdo* (3ª ed.). Lisboa: Edições 70.
- Carneiro, L. A., & Santos, L. C. (2019). Jiu-Jitsu: Bem-estar emocional e físico dos militares praticantes um estudo no 1º Batalhão de Polícia Militar do Tocantins. *Revista Humanidades e Inovação*, 6(2), 235-243.
- Chizzotti, A. (2006). *Pesquisa em ciências humanas e sociais* (8ª ed.). São Paulo: Cortez.
- Demo, P. (2009). *Ser professor é cuidar que o aluno aprenda* (6ª ed.). Porto Alegre: Medição.
- Gracie, H. (2010). *Gracie Jiu-Jitsu* (2ª ed.). São Paulo: Saraiva.
- Kishimoto, T. M. (2013). Brincar, letramento e infância. In T. M. Kishimoto & J. Oliveira Formosinho (Eds.). *Em busca da pedagogia da infância: pertencer e participar* (pp. 21-45). Porto Alegre: Penso.
- Lakatos, E. M., & Marconi, M. A. (1991). *Fundamentos da metodologia ciência*. São Paulo: Atlas.
- Lemos, J. B., Paz, C. R., Araújo Júnior, A. T., Aranha, A. C. (2018). Jiu-jitsu escolar: motivos para utilização de dinâmicas lúdicas. *Motricidade*, 14(1S), 183-191.
- Nascimento, K. A. L. S., & Coutinho, D. J. G. (2020). A importância do lúdico no processo ensino-aprendizagem. *Brazilian Journal of Development*, 6(1), 5056-5065. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n1-364>

O método de treinamento com restrição de fluxo sanguíneo: percepção e análise crítica do processo metodológico e de sua utilização

The training method with blood flow restriction: perception and critical analysis of the methodological process and its use

Maria do Socorro Cirilo-Sousa^{1,2*} , Natália Herculano Paz^{1,3} , Pedro Augusto Mariz Dantas^{1,4} , Pedro Henrique Marques de Lucena^{1,3} , Ana Tereza de Sousa Brito¹ , Daniel Alves-Pereira³ , Ravi Cirilo Targino de Araújo¹ , Carlos Renato Paz^{2,4} 

RESUMO

Objetivou-se verificar a percepção, a análise crítica e metodológica da técnica de restrição de fluxo sanguíneo (RFS) por pesquisadores especialistas. Trata-se de estudo transversal descritivo, de abordagem qualitativa, a partir da análise do discurso sobre a temática — A RFS no Contexto da Reabilitação, durante o III Congresso Internacional de Saúde, Desporto e Pedagogia do Movimento — SINERGIA BRAZIL III. Durante o debate os pesquisadores tiveram tempo de fala determinado, com ampla discussão após as perguntas. Realizou-se a análise do discurso a partir da transcrição da gravação. Os resultados indicaram a necessidade do ajuste da pressão de restrição durante a progressão do treinamento; considerou-se a RFS adequada para tratar pacientes pós-COVID-19, através do condicionamento em repouso; primasse pela avaliação dos riscos e benefícios antes de sua utilização; a terminologia “RFS” amedronta o público que não tem familiaridade com o método; as variações da RFS são essenciais para reabilitação na prática clínica; sua aplicabilidade deve ser exacerbada para a população em geral; existe a necessidade de validação metodológica e equipamentos com menor custo financeiro; vislumbra-se que os aparelhos mais tecnológicos e caros sejam utilizados em laboratórios e clínicas. Conclui-se que houve uma convergência entre os pesquisadores quanto à eficiência da RFS.

PALAVRAS-CHAVE: terapia com restrição de fluxo sanguíneo; condicionamento isquêmico; exercício físico.

ABSTRACT

The objective was to verify the perception, critical and methodological analysis of the technique of blood flow restriction (RFS) by specialist researchers. This was a descriptive cross-sectional study with a qualitative approach, based on discourse analysis on the theme — RFS in the Context of Rehabilitation, during the III International Congress on Health, Sport and Pedagogy of Movement — SINERGIA BRAZIL III. The researchers had a determined speaking time during the debate, with ample discussion after the questions. Discourse analysis was performed from the transcription of the recording. The results indicated the need to adjust the restriction pressure during the training progression; the RFS was considered adequate to treat post-COVID-19 patients through preconditioning at rest; excel in evaluating the risks and benefits before its use; the terminology “RFS” frightens the public that is not familiar with the method; RFS variations are essential for rehabilitation in clinical practice; its applicability must be exacerbated for the general population; there is a need for methodological validation and equipment with lower financial cost; it is envisioned that the most technological and expensive devices are used in laboratories and clinics. It is concluded that there was a convergence among researchers regarding the efficiency of RFS.

KEYWORDS: blood flow restriction therapy; ischemic preconditioning; exercise.

¹Universidade Federal da Paraíba – João Pessoa (PB), Brasil.

²Universidade Regional do Cariri – Crato (CE), Brasil.

³Centro Universitário de João Pessoa – João Pessoa (PB), Brasil.

⁴Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – Campina Grande (PB), Brasil.

*Autor correspondente: Rua Santos Coelho Neto, 713, Manaíra – CEP: 58038-450 – João Pessoa (PB), Brasil. E-mail: helpcirilo@yahoo.com.br

Conflito de interesses: nada a declarar. **Financiamento:** Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) / Programa de Apoio a Eventos no País, edital n° 0880/2019; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), edital n° 07/2020, retificado pelos editais n° 08 e n° 09/2020 – Programa de Incentivo à Qualificação do Servidor do IFPB; PIBIC/URCA-FECOP. As opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas neste material são de responsabilidade do(s) autor(es) e não necessariamente refletem a visão do IFPB.

Recebido: 02/04/2021. **Aceite:** 12/10/2021.

INTRODUÇÃO

A restrição de fluxo sanguíneo (RFS) é um método de treinamento físico utilizado em ambientes de prática clínica e social, a exemplo de hospitais, academias, box, clubes e praças. Esse método tem como característica própria à utilização de torniquetes pneumáticos ou faixas elásticas, necessários para realizar durante sua aplicação uma compressão externa na região proximal do esqueleto apendicular. Ela pode ser realizada de forma isolada ou associada aos exercícios de força e aeróbico, com cargas inferiores a 50% de uma repetição máxima 1RM ou do volume máximo de oxigênio (VO₂max) respectivamente (Abe, Kearns & Sato, 2006).

Vários estudos evidenciaram sua eficácia para induzir o aumento dos níveis de força e hipertrofia muscular, recrutamento precoce das fibras do tipo II, das respostas adaptativas na resistência muscular localizada (Kacin & Strazar, 2011; Gil et al., 2017; Sousa et al., 2017); força isométrica (Chaves et al., 2016) e a capacidade funcional (Silva et al., 2019).

Esse método inicialmente foi chamado de *Kaatsu Training*, ficando conhecido também ao longo dos anos como treinamento com isquemia; treinamento com oclusão vascular; treinamento com oclusão terapêutica e treinamento com RFS, entretanto as pesquisas observaram que não existe uma oclusão, mas sim, uma restrição parcial do fluxo sanguíneo arterial e apenas a obstrução do fluxo sanguíneo venoso superficial (Takano et al., 2005; Lida et al., 2011).

Nesta perspectiva, Cirilo-Sousa e Rodrigues Neto (2018) apresentaram diretrizes para a prescrição do treinamento com RFS a partir de padronizações na aplicação, a exemplo da quantidade de compressão, tamanho do manguito, frequência e percentual de carga, público alvo (adolescentes, adultos jovens e idosos), volume e intensidade, promovendo assim, a sua utilização por grupos distintos, não apenas em ambientes laboratoriais, mas também em ambientes sociais de prática física.

Contudo, ainda é necessária uma ampla discussão entre os pesquisadores a respeito das nuances metodológicas direcionadas ao treinamento com esta técnica, que possibilite ampliar os saberes técnicos e populares, fazendo com que os profissionais da saúde, comunidade e pesquisadores entendam que a RFS é o mesmo que uma compressão externa segmentar. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo verificar a percepção e análise crítica do processo metodológico e de utilização do método de treinamento com restrição de fluxo sanguíneo por pesquisadores nacionais e internacionais de excelência.

MÉTODO

Tratou-se de um estudo transversal descritivo, de abordagem qualitativa, realizado a partir da análise do discurso (Thomas, Nelson & Silverman, 2012).

Amostra

Pesquisadores, mestres e doutores, que debateram a seguinte temática — A Restrição Do Fluxo Sanguíneo no Contexto da Reabilitação, Durante O III Congresso Internacional de Saúde, Desporto e Pedagogia do Movimento (SINERGIA BRAZIL) — Edição Especial — On-line. Dentre os pesquisadores renomados especialistas no assunto estavam presentes: o Dr. Michael Bembem (University Oklahoma); o Dr. Eduardo Freitas (University Oklahoma); o Dr. Gilberto Laurentino (Universidade São Judas Tadeu); o Ms. Elisio Pereira Neto (University Of Soul Austrália) e o Ms. Samuel Amorim (Hospital Israelita Albert Einstein); a Dra. Maria do Socorro Cirilo-Sousa (Universidade Federal da Paraíba e Universidade Regional da Paraíba).

Instrumentos

O debate foi mediado pelo Ms. Gabriel Barreto (Universidade Federal da Paraíba) e para o momento dos questionamentos contou com a presença do Ms. Carlos Renato (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba); a Dra. Joamira Pereira (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará) e da Ms. Natalia Herculano (Centro Universitário de João Pessoa).

Procedimentos

A sistemática do debate transcorreu da seguinte forma: fala inicial dos convidados debatedores, com tempo determinado e ampla discussão entre os mesmos; dois blocos de perguntas e respostas, sendo o primeiro realizado pelos discentes do Curso de Doutorado do Programa Associado de Pós-graduação em Educação Física UPE/UFPB e o segundo destinado ao público espectador. O debate foi norteado a partir do método de RFS, sendo destacados e discutidos durante o primeiro bloco os seguintes pontos centrais: ajuste de compressão durante o programa de treinamento; uso da RFS em pacientes pós-COVID-19; efeitos adversos da RFS: riscos e benefícios na reabilitação. Durante o segundo bloco discutiu-se sobre: a terminologia; objetivo da aplicação e o público alvo; e os equipamentos e técnicas de compressão.

Análise estatística

Realizou-se uma análise descritiva e qualitativa da fala dos pesquisadores convidados, que debateram o seguinte tema: A Restrição do Fluxo Sanguíneo no Contexto da Reabilitação.

A análise foi realizada pelos membros do grupo de pesquisa do Laboratório de Cineantropometria e Desempenho Humano (LABOCINE), por meio de anotações durante as discussões, e após, a partir da gravação e transcrição da fala de cada pesquisador.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os pesquisadores unanimemente concordaram que o ajuste da pressão de restrição durante o treinamento com RFS deve ser feito baseado na pressão absoluta, ou seja, no decorrer do treinamento após a hipertrofia, o volume e a circunferência do membro irão aumentar e conseqüentemente a pressão absoluta, no entanto, o percentual relativo adotado inicial permanece, porém a pressão aplicada relativamente, poderá aumentar em função do aumento da absoluta.

O Dr. Laurentino destacou que o ajuste inicial da pressão vai depender do objetivo que se quer alcançar, e pensando na prática clínica o fator carga é determinante para se modular a pressão, pois, havendo limitação da carga, deve-se utilizar cargas menores e fazer uma progressão da pressão para compensar. Portanto, se faz necessário que haja uma dose equilibrada entre carga e pressão, uma vez que, são inversamente proporcionais. Por exemplo: cargas em torno de 30% de 1 RM devem ser equalizadas com pressões relativas por volta de 40% da absoluta; na hipótese de a pressão relativa ser ajustada em um *range* entre 60 a 80% da pressão absoluta, devem-se utilizar cargas mais baixas, em torno de 20% de 1 RM.

Também foi consenso entre os pesquisadores que a RFS é um método viável para o tratamento de pacientes pós-COVID-19, no entanto é preciso ficar atento e levar em consideração o histórico de saúde desses indivíduos, as sequelas deixadas pela doença e a presença dos mesmos em grupos de risco, como cardiopatas, hipertensos, diabéticos, entre outros. O Ms. Elísio complementou a informação, relatando evidências científicas da perda elevada de massa muscular e capacidade cardiorrespiratória desses pacientes, e considerou adequado o uso da RFS devido ao uso de baixas cargas; no entanto, as poucas evidências científicas relacionadas aos efeitos adversos do método no sistema vascular, expira cuidados durante sua utilização em pacientes que apresentaram sequelas nesse sistema.

Tendo em vista os poucos estudos reportados sobre os efeitos adversos provenientes da RFS, os pesquisadores convergiram suas falas chamando a atenção para a segurança na aplicação do método no contexto da reabilitação, sendo necessário iniciar sempre com pressões e cargas mais baixas e em seguida progredir. Frisou-se que é extremamente

importante antes de iniciar qualquer procedimento, avaliar os riscos e benefícios que o método de RFS possa apresentar.

O Ms. Elísio deixou claro que uma das principais barreiras no uso da RFS em ambientes de reabilitação é a falta de conhecimento sobre os efeitos adversos, portanto, seria imprescindível que os pesquisadores registrassem em seus estudos informações a esse respeito, e caso não haja, deixar claro que foi um método seguro pelo menos para aquelas circunstâncias. O Dr. Laurentino disse acreditar que a ausência dos relatos de efeitos adversos nos estudos, se deve ao fato de que eles são muito pequenos comparado aos benefícios, e que a técnica da RFS seja mais benéfica do que maléfica.

O Prof.º Samuel relatou que normalmente os efeitos adversos não são controlados em populações clínicas e que é fundamental realizar uma anamnese profunda com avaliação de um médico, além de exames específicos para cada caso. O mesmo ajuizou que o condicionamento isquêmico (PCI) que consiste em ciclos de isquemia e reperfusão antes da sessão de exercício ou de força ou aeróbico, seria a variação da RFS mais adequado para essa população.

A Dra. Maria do Socorro Cirilo-Sousa (Universidade Federal da Paraíba e Universidade Regional do Cariri) encarregou-se de transmitir aos pesquisadores, os questionamentos do público espectador. A mesma contextualizou em sua fala o impacto negativo que a terminologia do método de RFS causa nas pessoas que pretendem utilizá-la pela primeira vez, mas que não dispõe de conhecimento científico e metodológico, tendo em vista que as terminologias — “RFS”, “isquemia”, “hipóxia” ou mesmo “treinamento com oclusão sanguínea” amedronta e afasta a população, pois remete à interrupção do fluxo sanguíneo no corpo humano.

Ela realizou alguns questionamentos sobre a metodologia que vem sendo aplicada no uso da RFS: será que essa técnica só pode ser utilizada no meio clínico como forma de reabilitação, mesmo existindo evidências científicas de que é possível utilizá-la como recurso ergogênico? O que distancia a técnica de RFS da população que busca a melhoria do condicionamento físico?

A mesma ponderou que a utilização da RFS apenas para reabilitação, incide na redução de seus benefícios tão-somente para um público específico, desprezando assim, seus benefícios relacionados ao ganho e manutenção da força e da hipertrofia muscular. Ela ainda divergiu da premissa de que a RFS deva ser subutilizada apenas para reabilitação, o que a tornaria excludente para a população em geral, e acrescentou que o método pode ser disseminado como “treinamento físico com restrição”, para abranger um público mais amplo.

Em suma, a Dra. Maria do Socorro Cirilo-Sousa, evocou a atenção dos debatedores para a discussão de três tópicos

principais a respeito da RFS, dentre os quais, estavam: a terminologia; o objetivo da aplicação e o público alvo; e os equipamentos e técnicas de compressão.

Durante a análise crítica relacionada à terminologia houve um consenso entre os pesquisadores de que o termo “RFS” assusta as pessoas que não tem familiaridade com o método, pois remete à interrupção total do fluxo sanguíneo. O Dr. Laurentino corroborou a opinião da dra. Maria do Socorro Cirilo-Sousa, a qual não acredita que o termo RFS seja o mais adequado e sugeriu uma ampla reflexão. O Ms. Elísio comentou, que em casos de mudança de terminologia, que seja realizada através de métodos científicos apropriados, e não apenas por mera especulação.

O Ms. Samuel Amorim explicou que a RFS em sua origem foi chamada de “KAATSU”, que em japonês significa adicionar pressão, sendo transcrita para língua inglesa como, “*blood flow moderation*”, que em português quer dizer “moderação do fluxo sanguíneo”, portanto, trata-se de uma metodologia já consolidada, que ainda não se popularizou em todo o mundo, mas que está em ascensão.

Em sua grande maioria, os pesquisadores não viram a necessidade de mudança da terminologia, mas sim de esclarecer e orientar a população sobre o método, de imediato. Embora a professora Dra. Maria do Socorro Cirilo-Sousa tenha deixado uma perspectiva de estudar um termo, posteriormente. Em relação ao objetivo da aplicação e ao público alvo, os pesquisadores destacaram que a RFS é um método eficiente que possibilita a redução da carga, o recrutamento precoce das fibras musculares do tipo II e o aumento da força e hipertrofia muscular.

O Dr. Bemben disse que a RFS também é eficiente para pessoas jovens e saudáveis que já treinam com altas cargas e pretendem utiliza-la no momento de baixar a intensidade do treinamento por uma ou duas semanas. O Dr. Laurentino acrescentou que o método surgiu como um recurso ergogênico, onde o objetivo era aumentar o ganho de massa magra, e só depois começou a ter seus efeitos estudados em pessoas com alguma limitação física.

A maioria dos pesquisadores considera que o método de RFS utilizado durante o exercício ou o PCI são recursos terapêuticos eficientes para promover uma reabilitação mais rápida e eficiente no tratamento clínico em unidades de terapia intensiva e enfermarias, visando o aumento dos níveis de hipertrofia e força muscular. O Ms. Samuel Amorim evidenciou que a RFS apresenta um bom funcionamento para diversas populações clínicas (Alzheimer, demência, fragilidade e problemas osteoarticular) e que o PCI tem se mostrado efetivo na melhoria da função vascular em populações com rigidez arterial.

Em meio as considerações dos pesquisadores, ficou claro que a aplicabilidade da RFS deve ser exacerbada para ambientes sociais de exercícios, a exemplo de academias, box, clubes e praças, considerando que quanto mais se utiliza, mais se conhece e divulga. Também ficou evidente que a população em geral tende a utilizar o *Practical Blood Flow Restriction*, no qual se utiliza como instrumento compressivo bandagens elásticas e a percepção subjetiva de aperto para definir a compressão de treinamento, uma vez que, é possível estimar subjetivamente dentro de um *range* entre 40 e 80%, a pressão de restrição suficiente para induzir os estímulos necessários para o aumento da hipertrofia e da força muscular, além de ser um método acessível e de baixo custo financeiro.

Ao se tratar dos equipamentos e técnicas para compressão, houve uma convergência entre os pesquisadores da necessidade de desenvolver e validar métodos e equipamentos do tipo manguitos e bandas elásticas que sejam mais práticos, com baixo custo financeiro e de fácil aquisição, para que as pessoas comuns possam fazer uso no seu dia-a-dia. Aliado a isso, os Doutores Bemben e Laurentino enfatizaram a necessidade de sistematização no manuseio, que possibilite o controle preciso da pressão de restrição pelos usuários.

O Dr. Eduardo chamou a atenção para os equipamentos mais sofisticados a exemplo *Kaatsu Training*, que são capazes de controlar precisamente a pressão de restrição, tornando-se mais apropriados em ambientes laboratoriais para fins de pesquisas. O mesmo acrescentou que esses equipamentos apresentam um alto custo financeiro, tornando-se inacessíveis para a população em geral. Em seguida, o Ms. Samuel justificou o alto custo financeiro dos equipamentos *Kaatsu* devido a tecnologia e funcionalidade mais avançada, aliado a métodos e protocolos próprios, já determinados para diferentes tipos de condições clínicas, hipertrofia muscular ou melhora da performance, tais quais, até o momento, indisponíveis nas marcas: Delphi, Vasper, AirBands.

A maior parte dos pesquisadores concordaram que tanto o PCI quanto a RFS durante o exercício são variações eficazes do método, fazendo-se necessário condições sistematizadas, a exemplo do número de ciclos de compressão e reperfunção, bem como os percentuais de carga e de compressão respectivamente, exigindo para isso, grande controle e experiência do profissional.

A mudança da data inicial do III SINERGIA BRAZIL, devido à COVID-19 foi uma limitação para o estudo, pois impossibilitou a participação de alguns pesquisadores especialistas no assunto, que também haviam sido convidados para debater sobre os temas propostos. Sugere-se para os próximos estudos, a ampliação das temáticas discutidas, no intuito de divulgar, esclarecer e tornar mais acessível o método de RFS.

CONCLUSÕES

Ficou claro na análise do discurso dos debatedores que a moderação inicial da pressão de restrição arterial vai depender do objetivo que se quer alcançar, havendo a necessidade de equilibrar a carga e a pressão. No decorrer do treinamento, apontou-se a importância de ajustar apenas a pressão de restrição relativa conforme o aumento da pressão absoluta, em decorrência da hipertrofia, durante o treinamento.

Houve um consenso sobre a eficiência do método no tratamento de pacientes pós-COVID-19, contanto que se leve em consideração o histórico de saúde, as sequelas deixadas pela doença e se esses indivíduos fazem parte de algum grupo de risco, como cardiopatas, hipertensos, diabéticos, entre outros, sendo portanto, o PCI em repouso a opção mais adequada para esse público; primando-se também pela avaliação dos riscos e benefícios antes de sua utilização.

Houve concordância de que à escassez de informações sobre os efeitos adversos provenientes do método de RFS, torna primordial a avaliação dos riscos e benefícios antes de dar início a aplicação da técnica, sendo necessário começar sempre com pressões e cargas mais baixas e em seguida progredir.

Os aspectos analisados durante o debate sobre a terminologia “RFS” indicaram que a mesma amedronta o público que não tem familiaridade com o método e que é necessária uma reflexão ampla sobre o termo; não sendo necessária a mudança da terminologia, mas sim esclarecimentos e orientações sobre o mesmo.

Foi unânime que o método é essencial para reabilitação na prática clínica, entretanto a sua aplicabilidade deve ser exacerbada para a população em geral, em ambientes sociais de prática de exercícios.

No que se refere aos instrumentos e técnicas para compressão, existe a necessidade de se validar métodos e equipamentos seguros, precisos e com menor custo financeiro, a exemplo de manguitos e bandas elásticas que sejam mais práticos e de fácil aquisição. Designando-se à utilização em ambientes laboratoriais e hospitalares, os aparelhos com maiores tecnologias e alto custo financeiro.

AGRADECIMENTOS






Ao Programa Associado de Pós-graduação em Educação Física UPE/UFPB, à Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e Universidade Regional do Cariri (URCA), aos pesquisadores, Dr. Michael Bembem; Dr. Eduardo Freitas; Dr. Gilberto

Laurentino; Ms. Elisio Pereira Neto; Ms. Samuel Amorim; Prof. Gabriel Barreto e a Dra. Joamira Pereira, pelas valiosas contribuições como debatedores, durante o III Congresso Internacional de Saúde, Desporto e Pedagogia do Movimento (SINERGIA BRAZIL III) e à comissão organizadora do III SINERGIA BRAZIL.

REFERÊNCIAS

- Abe, T., Kearns, C. F., & Sato, Y. (2006). Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle, Kaatsu-walk training. *Journal of Applied Physiology*, 100(5), 1460-1466. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01267.2005>
- Chaves, E., Rodrigues Neto, G., Cirilo-Sousa, M. S., Miranda, H., Araújo, C. O., Vianna, J. M., Novaes, G. S., & Novaes, J. S. (2016). Effect of strength training with blood flow restriction on isometric strength during different phases of the menstrual cycle. *Medicina Dello Sports*, 69(3), 331-343.
- Cirilo-Sousa, M. S., & Rodrigues Neto, G. (2018). *Metodologia do treinamento físico com restrição de fluxo sanguíneo*. (1ª ed.) João Pessoa: Ideia.
- Gil, A. L., Rodrigues Neto, G., Sousa, M. S., Dias, I., Vianna, J., Nunes, R. A., & Novaes, J. S. (2017). Effect of strength training with blood flow restriction on muscle power and submaximal strength in eumenorrheic women. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 37(2), 221-228. <https://doi.org/10.1111/cpf.12291>
- Iida, H., Nakajima, T., Kurano, M., Yasuda, T., Sakamaki, M., Sato, Y., Yamasoba, T., & Abe, T. (2011). Effects of walking with blood flow restriction on limb venous compliance in elderly subjects. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 31(6), 472-476. <https://doi.org/10.1111/j.1475-097X.2011.01044.x>
- Kacin, A., & Strazar, K. (2011). Frequent low-load ischemic resistance exercise to failure enhances muscle oxygen delivery and endurance capacity. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(6), e231-e241. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01260.x>
- Silva, J. C. G., Pereira Neto, E. A., Pfeiffer, P. A. S., Rodrigues Neto, G., Rodrigues, A. S., Bembem, M. G., Patterson, S. D., Batista, G. R., & Cirilo-Sousa, M. S. (2019). Acute and chronic responses of aerobic exercise with blood flow restriction: A systematic review. *Frontiers in Physiology*, 10, 1239. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01239>
- Sousa, J. B. C., Rodrigues Neto, G., Santos, H. H., Araújo, J. P., Silva, H. G., & Cirilo-Sousa, M. S. (2017). Effects of strength training with blood flow restriction on torque, muscle activation and local muscular endurance in healthy subjects. *Biology of Sport*, 34, 83-90. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2017.63738>
- Takano, H., Morita, T., Iida, H., Asada, K. I., Kato, M., Uno, K., Hirose, K., Matsumoto, A., Takenata, K., Hirata, Y., Eto, F., Nagai, R., Sato, Y., & Nakajima, T. (2005). Hemodynamic and hormonal responses to a short-term low-intensity resistance exercise with the reduction of muscle blood flow. *European Journal of Applied Physiology*, 95(1), 65-73. <https://doi.org/10.1007/s00421-005-1389-1>
- Thomas, J. R., Nelson, J. K. & Silverman, S. J. (2012). *Research methods in physical activity* (6ª ed.). Porto Alegre: Artmed.

Fundamental contributions of neuroscience to motor learning in children: a systematic review

María-José Torres-Moreno¹ , Esteban Aedo-Muñoz^{2,3,4*} ,
Cristian Hernández-Wimmer¹ , Ciro Brito⁵ , Bianca Miarka⁴ 

ABSTRACT

Motor learning generates synaptic neural connections that favour the motor environment and, also, various processes where our cognitive and executive functions intervene. Therefore, it is essential to know the different contributions that come from neuroscience linked to motor learning in a child. This study aimed to determine the fundamental contributions of neuroscience to motor learning in children. The methodology included a qualitative systematic review in the PubMed, Medline and Scopus databases. Of 479 related documents, 24 papers achieved the inclusion criteria (the learning mechanisms of motor skills and the different approaches to achieving meaningful learning). They were selected using the data collection methodology indicated by PRISMA®. The main results indicated that learning occurs based on experiences (cognitive, perceptual, motor, linguistic, neuronal, organic and cultural) and requires processes of adaptation, stabilization, and maturation of brain synchronization of vestibular, perceptual and visual processes. Children who receive motor intervention improve sustained attention, working memory, problem-solving and planning capacity. Motor and cognitive development are favoured by instructions as an essential tool. The implicit instructions present a higher benefit for children with lower motor skills.

KEYWORDS: motor learning; neuroscience; motor control; children.

INTRODUCTION

The brain is a large mass protected by the skull or cranial vault, formed mainly of gray tissue, giving an important axis to the central nervous system, with millions of connections by nerve cells that are responsible for the control of vital survival functions, of the mind, emotions and feelings, through the reception and interpretation of signals either interoceptive or exteroceptive (Fitzgerald, Gruener, & Mtui, 2012; Hans, 2020). However, specifically the cerebral cortex is hidden in varied grooves and turns or convolutions that have the highest incidence in signal processing, analyzing, synthesizing and integrating it through simultaneous and multidirectional processes (Hans, 2020). To understand the way the brain works, it is crucial to give it a multidisciplinary approach, creating

a common language for understanding the nervous system as a whole (Cano-de-la-Cuerda et al., 2015).

Learning is a capacity, that is, something that can be worked on and transformed, which includes a process where behavior varies and is modified in the long term as an adaptation to changes in the environment. This change in behavior is carried out by our higher centers, which do so through perception, cognition and motor organization (Tompsett, Sanders, Taylor, & Cogley, 2017). Learning produces a change in the physical and biochemical structure of the brain, resulting in a brain organization or reorganization that has an impact on the expression of skills and behaviors (Tompsett et al., 2017; Bolger et al., 2018). These changes can be expressed globally in the formation of new synapses or in modifications

¹Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación – Santiago, Chile.

²Universidad de Santiago de Chile – Santiago, Chile.

³Unidad de Ciencias Aplicadas al Deporte, Instituto Nacional de Deportes – Santiago, Chile.

⁵Universidad Federal de Rio de Janeiro – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

⁴Universidad Federal de Juiz da Fora – Governador Valadares (MG), Brasil.

*Corresponding author: Av. Libertador Bernardo O'Higgins, 3363 – Estación Central – CEP: 9170022 – Santiago, Chile.

E-mail: esteban.aedo@usach.cl

Conflict of interests: nothing to declare. **Funding:** nothing to declare.

Received: 06/12/2021. **Accepted:** 11/22/2021.

of established synaptic connections (Cano-de-la-Cuerda et al., 2015). The so-called larger cognitive sensitive period in humans, is where it is considered that more synaptic connections related to learning are created, and it occurs in the early stages of life, from zero to three years, but currently there is evidence that extends up to 10 years (Pherez, Vargas, & Jerez, 2018).

Unlike general learning, motor learning is defined as the set of internal processes associated with practice and experience, which produce relatively permanent changes in the ability to produce motor activities, through a specific skill (Cano-de-la-Cuerda et al., 2015). There are several theories of how the process of motor learning occurs, but undoubtedly all of them evoke that the various motor actions favor synaptic neural connections having multiple benefits, such as the coordinated work of the cerebral hemispheres from their differences and functional specialties (Robinson, Palmer, & Meehan, 2017). The advances that neuroscience gives us about learning in general, more specifically in motor learning, are constantly being brought to light. This is how there is a large gap between the knowledge presented by pedagogues, specialists in how to teach, and how they use this information consistently and concretely in educational processes (Barrios-Tao, 2016). Therefore, this research aims to realize a state of the art on the fundamental advances of neuroscience in relation to motor learning in children and, thus, to contribute to all professionals related to motor action in infants, in Special Pedagogy in physical education, so that they have the necessary tools based on current neuroscience to develop more effective teaching methods.

METHODS

The study was conducted according to the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses [PRISMA®] statement (Moher, Liberati, Tetzlaff, & Altman, 2010).

Data sources

Relevant research and studies were examined, published from January 1, 2005 to April 30, 2019, to form the basis of the study. The articles were selected in the following databases: Pubmed, Medline and Scopus. In addition, the reference lists of the included articles were examined to detect potentially eligible studies for inclusion. The keywords used in different ways and different combinations were: Motor Learning and Neuroscience, Motor Learning and Children, Motor Control and Children, Motor Learning or Neuroscience or Motor Control.

Eligibility criteria

The studies were included in the review if they met the following inclusion criteria: (i) human children, female or male participants, aged four to 12 years without neurological disorders; (ii) reported on motor learning in children; (iii) written in English and Spanish; and (iv) were primary research articles. Two independent reviewers conducted the evaluation and review (M-JT-M and EA-M), and a third reviewer (CH-W) in case of disagreement. Items were first selected for eligibility based on title and summary. Subsequently, the extensive text was reviewed and, after confirming the eligibility to be included, the information was extracted.

Data collection

Data were extracted from articles that met the inclusion criteria and considered appropriate for a detailed review by two authors, and discussed the differences. The information extracted was as follows: sample characteristic, measurement methods, measurement variables and results.

Risk of bias

A quality assessment of the included studies was carried out using an adjusted format of the Newcastle-Ottawa quality assessment scale (Wells & Shea, 2014). This scale contains eight items categorized into three domains (selection, comparability and exposure). It is possible to grant a maximum of one star for each numbered study in the selection and exposure domains, while for the comparability domain a maximum of two stars.

RESULTS

The search strategy identified 479 articles (Figure 1), of which 9 articles were deleted because they were duplicated. The titles and abstracts of the articles were examined to determine their suitability, which led to the inclusion of 24 full-text articles.

Studies that belonged to some of the following categories were excluded: studies published in abstract form, not written in English or Spanish, which also do not comply with the formality or rigor for the study, with a different methodological design from the one sought in this study, research, interventions not carried out in humans, and that are not related in any way to the subject in question, such as learning without any motor implication, children with cerebral palsy and children who were outside the established age range.

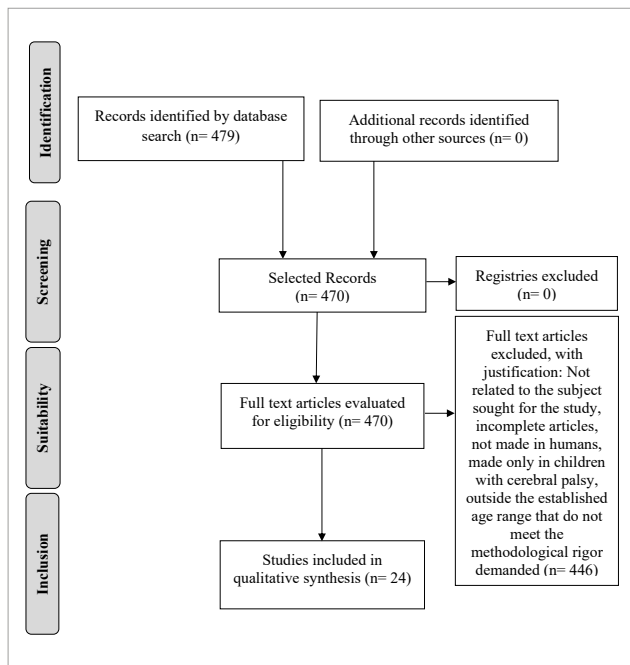


Figure 1. PRISMA article selection process (Moher et al., 2010).

DISCUSSION

Learning skills is a basic mechanism, which requires cognitive, perceptual and motor processes (Bolger et al., 2018; Bolger et al., 2019). Motor learning requires adequate processes for skills to be acquired and maintained (Bolger et al., 2019). During the childhood stage, motor learning becomes important since children are constantly internalizing new skills, which, if assimilated by long-term memory, will accompany them throughout their lives (Robinson et al., 2017; Ferrer-Uris, Busquets, & Angulo-Barroso, 2018) and thereby they learn more complex motor skills (Zimmer, Staples, & Harvey, 2016; Bothe et al., 2019) or only the benefits in developing fundamental movement skills, knowledge and understanding of an active and healthy lifestyle (Hulteen, Morgan, Barnett, Stodden, & Lubans, 2018), and also in cognitive skills, specifically in the executive functions and self-regulation skills essential for academic development (Cole et al., 2018; Rudd, O'Callaghan, & Williams, 2019). We support the experiential matter above all others, in which real experiences are essential for the production of learning (Drews, Chiviakowsky, & Wulf, 2013). Therefore, you must have the necessary knowledge about motor learning and its functioning in children so it can stop being one of the lowest priorities in the school curriculum (Bailey, 2018). Based on the study, the findings can be systematized into two fundamental themes that were then developed.

Mechanisms for learning motor skills in children

In general terms, studies show that the human being goes through a stage in which an immense number of skills will last a lifetime, that is, it is during childhood that motor learning becomes really important (Kabiri, Mitchell, Brewer, & Ortiz, 2017; Ferrer-Uris et al., 2018). Newly acquired skills gradually improve depending on multiple learning experiences as cognitive, perceptual, motor, linguistic (Adi-Japha, Berke, Shaya, & Julius, 2019; Gashaj, Oberer, Mast, & Roebbers, 2019), neuronal, organic (Emami Kashfi, Sohrabi, Saberi Kakhki, Mashhadi, & Jabbari Nooghabi, 2019) and cultural (Feitoza et al., 2018). It is necessary to find and enhance ways for these skills to influence positive processes of motor learning in children (Ferrer-Uris et al., 2018) since if the strategy, understood as the best way for the student, is not adequate, it can lead to failure.

The different paradigms of motor learning speak of the fact that this acquisition of skills develops initially very quickly and then slows down as these gains develop. In order for this to happen, the processes have to be adequate in adaptation, stabilization and consolidation (Ferrer-Uris et al., 2018; Adi-Japha et al., 2019). If these skills are developed in the proper way, they can be an enhancer for advanced, cognitive, social motor (Kabiri et al., 2017; Robinson et al., 2017; Bolger et al., 2019) and affective development (Zimmer et al., 2016). However, there are about five to six percent (van Abswoude, Nuijen, van der Kamp, & Steenbergen, 2018) of the population of children with learning disabilities [LD] (Bonney, Jelsma, Ferguson, & Smits-Engelsman, 2017) or developmental coordination disorders [TCD] (Zimmer et al., 2016; van Abswoude et al., 2018), but even with a normal IQ, the development of their skills is well below the average for their age. It is essential to know that the capacity for sustained and self-directed attention is accompanied by the maturation of certain functions, so it is necessary to synchronize vestibular, perceptual and visual processes of each child, independent of their abilities to motor intervention programs (Emami et al., 2019).

Various approaches can be derived from the specific analysis of the studies according to their results, and the learning mechanisms in the groups that received a motor intervention reveal significant differences in favor, unlike the groups that did not receive it (control), between pre and post tests, both in gross motor skills and fine motor skills. The results in the areas of sustained attention, working memory, problem solving and planning capacity of children with learning difficulties are beneficial for the experimental group (Maxwell, Capio, & Masters, 2017; Emami Kashfi et al., 2019). While

Ferrer-Uris et al. (2018) in his article “Different post-training processes in children’s and adults’ motor skill learning” also reveals that there are benefits in groups that, if they receive intervention, the use of that stimulation before learning is mostly consolidated in motor memory through acute exercise, positively affecting motor learning in children. Children with some level of commitment in the movement showed difficulties for various fundamental motor skills compared to healthy children. It is necessary for children to understand, communicate, apply and analyze the different forms of movement, so specialists must provide individualized instructions to children with movement difficulties for the proper development of their motor skills (Zimmer et al., 2016). In addition, skills, by children, influence the learning of motor skills. Children who perceive that their motor skills are high are persevering and constant in improving their skills or new motor skills, while children who perceive that their motor skills are low, tend to disconnect from activities and lose interest in the development of their motor skills. As there are also children who underestimate their motor skills, which is detrimental to their subsequent development. Correctly identifying the perception that each child has of their motor skills will allow the teacher to guide, stimulate and plan the type of motor sequences that each child requires to maximize their motor development (Bolger et al., 2018; Bolger et al., 2019).

The selected studies focus not only on the mechanisms of learning but also on the conditions that favor their effectiveness. The improvement in children’s learning is expressed two hours after training in active groups, significantly improving their performance assessed in time and accuracy of motor tasks (Adi-Japha et al., 2019). According to Cole et al. (2018), motor learning would not only be generated in the short term, but, through brain stimulation, be shown as an enhancer with retained and long-term effects in the primary motor cortex, a key structure for motor learning. Even the basic numerical skills [BNS], executive functions and motor skills are closely related, it was shown that fine motor skills explain the variance in the non-symbolic numerical estimation, while the gross motor skills were explained by the variance of symbolic numerical abilities, indicating that motor skills can indirectly participate in the development of BNS (Gashaj et al., 2019).

Given that the learning process is dynamic and inclusive, and that the development of fine and gross motor skills corresponds to individual potentialities, there has been a discussion about the best environment for its development, that is, home, school, free games or activities (Kabiri et al., 2017). We find in this review diversity of results when it comes to

comparing, for example, learning at home or at school. A child educated at home, outside the traditional classroom, is exposed to different opportunities to develop motor skills, unlike children who are educated in schools, since at home there is a tendency to prioritize a greater number of work situations that involve fine motor skills. However, the results of this study are not statistically significant in terms of potential general disadvantages in learning fundamental motor skills (Kabiri et al., 2017). On the other hand, it is specific that free play does not lead to improvements in motor skills, since it is necessary to create high-quality movement opportunities that support the development of their fundamental motor skills according to Robinson et al. (2017), however, it is necessary to determine the minimum dose level, in time, to obtain learning in motor skills. The countries of residence of the boys have great relevance at the time of developing their abilities. One of the most important factors is the sport tendency that the country has, being the boys more benefited than girls, as shown in the results of Feitoza et al. (2018).

One of the main limitations of the studies lies in the sample groups they included. These are relatively small, limiting the results found, but in most cases the evidence, so far, is in total relation to the results found (Robinson et al., 2017; Cole et al., 2018; Ferrer-Uris et al., 2018; Adi-Japha et al., 2019; Bolger et al., 2019). The cross section of the sample must include one or more points of comparison, so the sample should not only include children with LD (Emami Kashfi et al., 2019) or only participants of one sex (Bolger et al., 2018; Bothe et al., 2019) or a specific pediatric population as only healthy children (Ferrer-Uris et al., 2018) or only from a geographical area (Bolger et al., 2018). The possible initial evaluations that involve the studies should expand their variety by incorporating different motor skills, such as mastery in different areas, calligraphy (Adi-Japha et al., 2019), environment, past experiences (Cole et al., 2018), numerical tasks (Gashaj et al., 2019), socioeconomic level (Feitoza et al., 2018), and, in the case of presenting some different capacity, by evaluating the degree to which it is presented (Zimmer et al., 2016), allowing more visions and broad findings. Not only the initial evaluations should be varied, but the tasks that are developed should motivate the children, being this novel for all ages (Feitoza et al., 2018; Adi-Japha et al., 2019) and their completion in normal contexts such as physical education or during recess (Zimmer et al., 2016). Finally, evaluators must present the competencies necessary for the administration of the tests (Kabiri et al., 2017).

The limitations of the studies evaluated give us signs on how and what to continue investigating to better enhance the motor, cognitive and social learning of children. For this

purpose, studies should involve more representative samples of the cross section, being more representative (Zimmer et al., 2016; Bolger et al., 2018; Emami Kashfi et al., 2019) both in number and in geographical locations (Feitoza et al., 2018), or that the initial findings are confirmed in other investigations, because some are initial studies (Kabiri et al., 2017). The results obtained should be compared with other cognitive processes related to attention (Adi-Japha et al., 2019) or different academic achievements (Emami Kashfi et al., 2019), memory (Bothe et al., 2019), performance (Robinson et al., 2017) or even the comparison with different stimulations related to exercise (Ferrer-Uris et al., 2018), thus achieving a complete motor intervention program (Robinson et al., 2017; Emami Kashfi et al., 2019), with the possibility to examine results not only in the short term but with greater enhancement in the long term (Robinson et al., 2017). Finally, there is a call for the dissemination of the different approaches that can lead to promoting intervention programs not only in the learning of motor skills but also in their rehabilitation (Cole et al., 2018).

Motor learning and focus according to motor skills in children

Studies show that boys and girls have different motor, cognitive and behavioral abilities, associated with their neurological development, as Jongbloed-Pereboom, Janssen, Steiner, Steenbergen, and Nijhuis-van der Sanden (2017) found when evaluating children with and without history of prematurity, which impacts the learning process. In essence, motor skills do not develop naturally over time, but they need to be practiced and experienced through different experiences, but, for this, instructions are also necessary (Valentini et al., 2016; Bolger et al., 2018) as a tool to achieve their different benefits at motor and cognitive levels (Valentini et al., 2016; Bolger et al., 2019).

The way in which the child receives the information to execute a motor skill can be in two ways, through explicit learning and implicit learning (Jongbloed-Pereboom et al., 2017; Maxwell et al., 2017; van Abswoude et al., 2018; Jongbloed-Pereboom, Nijhuis-van der Sanden, & Steenbergen, 2019; Van Abswoude, Van Der Kamp, & Steenbergen, 2019; van Cappellen-van Maldegem, van Abswoude, Krajenbrink, & Steenbergen, 2018), also called external focus and internal focus (Krajenbrink, van Abswoude, Vermeulen, van Cappellen, & Steenbergen, 2018; van Abswoude et al., 2018) or instructions without analogies and with analogies (Tse, Fong, Wong, & Masters, 2017). Explicit motor learning or without analogies or external focus becomes more relevant for a child when the instructions are accompanied

by a theoretical verbalization of the motor action, in which the movement is detailed, hypotheses are formulated and modified, rules can be associated, which requires a greater working memory. Finally, performance is conscious since learning is associated with errors (Maxwell et al., 2017; Tse et al., 2017; Krajenbrink et al., 2018; Jongbloed-Pereboom et al., 2019; van Abswoude et al., 2018; van Cappellen-van Maldegem et al., 2018). On the other hand, implicit motor learning or with analogies or internal focus, becomes more relevant for a child when the instructions are accompanied by a lower awareness of how the movement is performed, so the detailed verbal explanations do not have great incidence, but those verbal explanations that are related to everyday things, helping to understand the world around them, and this associativity requiring less working memory (Maxwell et al., 2017; Tse et al., 2017; van Cappellen-van Maldegem et al., 2018; Jongbloed-Pereboom et al., 2019).

The use of explicit instructions facilitates immediate changes in motor learning through the hypotheses, reflected in greater precision in the game, but without retention in time (one week later) or with a very short retention (24 to 48 hours later), unlike the implicit instructions that resulted in less efficient motor learning in relation to the motor task of play, but it is retained in time (Krajenbrink et al., 2018). The information approach, for each child, has to be adequate and adapted according to their abilities, in order to enhance the learning of their motor skills (Drews et al., 2013; Bonney et al., 2017; van Abswoude et al., 2018) and that these are beneficial and not harmful (Bonney et al., 2017) in such a way that they are inclusive in both games and outdoor activities (van Cappellen-van Maldegem et al., 2018).

Existing evidence shows that children who have low motor skills development benefit better from implicit motor learning, while children who have high motor skills benefit better from explicit motor learning (Maxwell et al., 2017). Jongbloed-Pereboom et al. (2019) adds that the explicit approach is conditioned by age, being older children (seven and nine years old) highly benefited, unlike implicit motor learning, whose results are similar at all ages, but more significant in young children (five and six years old). Other studies indicate that not only age determines the type of approach, but regardless of the approach used, the motivation and personal preference of the child are the most relevant in the learning process independent of their cognitive abilities, as long as the instructions have the necessary content (Tse et al., 2017; van Abswoude et al., 2018; van Cappellen-van Maldegem et al., 2018; van Abswoude et al., 2019). The physical educator must have the necessary skills to be able to provide both types of approach separately and in turn articulate (Tse et al., 2017).

Although the evidence shows aspects in favor of each focus of learning according to the level of motor skills in children, it is necessary to deepen the different limitations that these studies described at the time of production. The relatively small sample size may influence the level of generalization of the results found (Sullivan, Kantak, & Burtner, 2008; Maxwell et al., 2017; Bolger et al., 2018; van Abswoude et al., 2018), as well as limiting the sample to children who have a homogeneous profile, health status (Tse et al., 2017), age (Sullivan et al., 2008) or who do not perform sports or physical activity after school (Valentini et al., 2016). The level of stimulus needed to preserve children's attention during the study should be appropriate to their tastes, motivating enough (Sullivan et al., 2008; Jongbloed-Pereboom et al., 2017; Jongbloed-Pereboom et al., 2019) and unrestricted tasks, expanding motor executions (van Cappellen-van Maldegem et al., 2018), so the space must also be appropriate (van Abswoude et al., 2018). Finally, many of the studies are preliminary, so it is necessary to continue investigating to corroborate their findings (Bonney et al., 2017; Jongbloed-Pereboom et al., 2017; Maxwell et al., 2017), being that some can potentially present errors of interpretation of the results (Sullivan et al., 2008; Krajenbrink et al., 2018).

The relationship between the limitations of the studies and the future perspectives of these are really narrow. In order to improve and enhance the studies, it is expected that future measurements not only include motor work, but also visual and verbal work (Jongbloed-Pereboom et al., 2017; Jongbloed-Pereboom et al., 2019), memory (Tse et al., 2017; van Abswoude et al., 2019) and attention (Krajenbrink et al., 2018), considering that motivational impact is a relevant variable

when using a method (Sullivan et al., 2008; Drews et al., 2013; van Abswoude et al., 2018), which have a greater tendency to generate successful experiences for the child (Maxwell et al., 2017), optimizing their performance (Valentini et al., 2016). It is also necessary that the sample includes a variety of children not only with different skills and abilities but also representative of various geographical and cultural realities, among others (Tse et al., 2017; Bolger et al., 2019). It is expected that the findings can be used as a guide for the development of motor interventions in different media, such as in educational, sports and rehabilitation processes (Jongbloed-Pereboom et al., 2017; van Abswoude et al., 2018; Jongbloed-Pereboom et al., 2019), being these effective and personalized (van Cappellen-van Maldegem et al., 2018).

CONCLUSIONS

From the analysis of the selected material (Table 1), it was possible to determine that the findings are mainly related to two subjects (Table 2). The first refers to the mechanisms with which children manage to establish motor learning and the other is related to the approaches that may exist according to the motor skills presented by them. In both aspects there are different ways in which the child can establish a process of learning a motor skill having multiple benefits, not only in the area of fundamental movements but also in other areas of learning. For this reason, it is necessary for the physical educator to have various tools to appreciate and develop different learning options in infants. In this way, the boy and the girl, according to their own characteristics, choose the one that best suits their abilities at that stage of their lives.

Table 1. Summary of the studies included.

N°	Author (s)	Sample	Variable	Method	Results
1	(Adi-Japha et al., 2019)	45 children (25 ♀) (71± 2.5 months old). 40 university students (21 ♀) (28.2± 5.5 years).	Fine motor skill test, tracing letters with a pencil.	Performance (sec) and accuracy (exactly reproduced forms).	Both groups had significant improvements in performance time. Children have more learning in blocks after two hours of training, while adults have more learning after two weeks.
2	(Bolger et al., 2018)	301 children; 102 (6.0± 0.4 years) and 101 (9.9± 0.4 years).	Try TGMD-2, in your skill subsets; locomotive and object control.	Locomotive skills (run, gallop, slide, jump, and horizontal jump) and control skills (kick, catch, throw over the head, hit, roll and dribble).	Older children scored significantly higher than younger in locomotive skills and object control ($p < 0.05$). The boys obtained a higher score in object control ($p < 0.05$), and the girls obtained a higher score in the locomotor system ($p < 0.05$).
3	(Bolger et al., 2019)	447 children between 6 and 10 years old; 202 first class (6.5± 0.6 yrs) and 217 fourth class (10.4± 0.6 years).	Test TGMD-2 to assess the competence of FMS locomotive skills and object control skills.	locomotive skills (running, galloping, sliding, jumping and horizontal jumping), control skills, stability, perceived competences.	The children had greater general skills and control of the real. Younger had no differences between locomotive and real perception, while older children had a lower perception.

Continue...

Table 1. Continuation.

N°	Author (s)	Sample	Variable	Method	Results
4	(Bonney et al., 2017)	111 ♂; 6-10 yrs (8.0± 1.0 yrs) with and without developmental coordination disorder.	Ski test on Nintendo® Wii Fit.	Repetitive and variable practice (retention and transfer of motor skills).	Children with and without DCD learn skills in the same way when they are exposed to games, learning and their transfer are similar regardless if it was a repetitive or variable practice.
5	(Bothe et al., 2019)	29 healthy and right-handed adolescents (5 ♀) between 11 and 14 yrs (12.5± 0.8 yrs).	Sessions of stationary bicycle (constant speed 20 W*Kg) and reverse direction bicycle (slalom circuit).	Psychomotor surveillance task. Maximum speed (sec) Heart rate monitor (Hz). Precision.	Both groups improved in driving the reverse bike and reducing their times. The sleep spindle showed changes in the left hemisphere during nighttime learning. Sleep was altered in the night group, associated with learning processing of this gross motor skill.
6	(Cole et al., 2018)	32 children (17 ♀) from 5 to 7 years old (5.8± 0.9 years).	Stimulation of direct current or simulation during each training session.	Manual dexterity with left hand (PPTL).	The tDCS and HD-tDCS showed improvement in learning compared to the mock. The learning effects were also observed in the untrained hand. HD-tDCS was well tolerated and safe without adverse effects
7	(Drews et al., 2013)	120 children (54 ♀) between 6-14 yrs. In three age groups, 6 yrs (6.2± 0.2 yrs), 10 yrs (10.1± 0.3 yrs) and 14 yrs (14.4± 0.3 yrs).	100 g bean bags were thrown at a circular target with its non-dominant arm, wearing opaque lenses, placed at a distance of three meters from the participant.	Launch (hit score).	There are differences between ages, but the goal-oriented motivation is a very strong point when it comes to improving performance and learning. There is greater automaticity in motor control, with positive self-assessments, less nervousness, less thoughts about one's performance and less attention to one's own body movements.
8	(Emami Kashfi et al., 2019)	45 7 (7 yrs) with learning difficulties.	The ABC approach to learning was applied, based on bilateral, unilateral and transversal activity. Eight BOTMP tests were applied.	Thick motor performance (running speed, skill, balance, bilateral coordination and strength), fine motor performance (speed of response, visual-motor control, speed and upper member skills) and both motor performance.	Both experimental groups significantly improved their motor skills and most measures of executive functions. For the control group, improvements to some extent executive functions. The functions in experimental group B were slightly better than in experimental group A. This study supported the learning approach of Blythe ABC that emphasizes ABC, and extended the previous results of the benefits of this approach in children
9	(Feitoza et al., 2018)	614 children between 5-8 yrs from 4 different countries (231 Brazilians; 129 Australians; 140 Portuguese and 114 Americans).	Kruskal-Wallis tests, separately by age and sex	Locomotive skills and ball skills (hitting a ball, throwing a ball, kicking, catching, throwing over the head and rolling under the hand).	American children have higher PMC, mainly in object control skills. This is likely to be a reflection of a combination of factors, such as preference for different sports in different countries.
10	(Ferrer-Uris et al., 2018)	33 children (12 ♀) between 8-9 yrs, divided into three EXrVMA groups (a) (9.2± 1.1 yrs); rVMA-EX (b) (9.1± 0.8 yrs) and CON (c) (8.8± 0.7 yrs)	Learning task in different rotation conditions (0° and 60°).	Movement time (ms), reaction time (ms) and exit error (cm).	The combat of iE facilitated the motor memory, the consolidation, maximizing its effects when the exercise was presented before the motor adaptation. Despite the positive effects on consolidation, exercise did not improve motor adaptation.
11	(Gashaj et al., 2019)	151 children (81 ♀) of 6 yrs (6.5± 0.4 yrs).	Computerized tasks in relation to: basic numerical skills, executive functions, visuospatial working memory, fine and gross motor skills.	Speed (time) and precision (correct executions).	Motor skills indirectly participate in the development of symbolic skills, fine motor skills with the non-symbolic number line, while gross motor skills with the symbolic number line. Non-symbolic abilities are related to the sensorimotor of nature, while symbolic abilities need to form abstract representations.

Continue...

Table 1. Continuation.

N°	Author (s)	Sample	Variable	Method	Results
12	(Jongbloed-Pereboom et al., 2017)	Children between 6-9 yrs, classified in 3 groups (n= 20 each): preterm children VTP, VTPnmp and VTPmp.	A test was carried out with a square of nine bonuses that lit up.	Reaction time (sec).	There were no differences in the groups with VTP in relation to movement time, number of errors and visual work memory. VTPnmp made fewer mistakes during the test than in the controls, during retention, the groups made the same number of errors (explicit learning).
13	(Jongbloed-Pereboom et al., 2019)	60 children; 39 (5-6 yrs), 21 (7-9 yrs). 28 adult students between 18-21 yrs.	A test was carried out with a square of nine bonuses that lit up.	Visual work (sec), dominant hand and memory (AWMA).	Visual work (sec), dominant hand and memory (AWMA). In implicit learning the curves were similar in all ages. In explicit learning, learning curves differ with age, younger children are slower, but their learning rate was higher than older children.
14	(Kabiri et al., 2017)	73 children from 5-8 yrs without socioeconomic distinction with at least one year of homeschooling.	Motor skills were assessed using the BOT-2 SF motor domain test.	Final motor skills, integration of fine motor skills, manual skills, bilateral coordination, balance, running speed, agility, lower member, upper member coordination and strength.	Home education did not show any detrimental effect on general motor competence among children (5-8 yrs). Participating in three or more hours of organized sports/wk or having an unemployed primary caregiver can improve the overall mastery of motor skills.
15	(Krajenbrink et al., 2018)	169 children (76 ♀) from 8-12 yrs (10.6± 1.2 yrs).	Motor task consisting of launching Slingerball with your skillful hand to a target area with different scores.	Release accuracy (cm), working memory capacity, spatial work memory.	The external focus of attention is only beneficial during practice, but not for learning. The focus of attention on discrete motor tasks in children is short-lived and decreases after one week.
16	(Maxwell et al., 2017)	261 participants (119 ♀) from 9-12 yrs (9.7± 0.7 yrs).	Two tests were performed: low motor skills (speed, agility, manual eye coordination and dynamic and static balance) and high motor skills (golf).	Number of successes and errors.	Children with low motor skills benefit from explicit motor learning, while those with high motor skills benefit from implicit motor learning.
17	(Robinson et al., 2017)	131 children (61 ♀) of 4 yrs (4.4± 0.5 yrs).	The Test of Gross Motor Development was used. CHAMP was used. They were divided into three groups, with different treatment time: T1= 660, T2= 720 and T3= 900 min.	Locomotive skills (running, galloping, jumping and sliding) and object control (hitting, throwing, catching, kicking, dribbling and rolling underneath).	Significant and similar improvements were observed in the FMS performance of children after CHAMP, regardless of dose, while those in the control group did not experience any improvement. These findings suggest that 30 min of open-air daily play without motor skills instruction is an insufficient movement opportunity to improve FMS performance in preschoolers.
18	(Sullivan et al., 2008)	20 children (8 ♀) (10.7± 2.0 yrs) and 20 adults (8 ♀) (25.6± 2.5 yrs).	A discreet movement was made with the arm, using a lever that only moves in the horizontal plane with specific spacetime.	Time (ms) and trajectory (°).	Adults and children improved accuracy and consistency in practice trials. Children who received reduced feedback (62%) during practice had lower accuracy than those who received 100% feedback. But, during the test, feedback was given to children who received it reduced during the process and they were able to improve their performance compared to those who received 100%.
19.	(Tse et al., 2017)	32 children (17 ♀) aged 5-7 yrs (5.8± 0.9 yrs) who passed the WISC-III test to measure memory capacity.	Jump rope test with standard wooden handle.	Perform as many successful jumps (rubric) as possible in one minute.	The group of children with analog instructions was favored ($p < 0.001$) compared to the group with explicit instructions, it is suggested that analogies be included in explicit instructions to help motor learning in young children.

Continue...

Table 1. Continuation.

N°	Author (s)	Sample	Variable	Method	Results
20.	(Valentini et al., 2016)	2,377 children (1,183 ♀) between 3-10 yrs (7.4± 1.9 yrs).	Test TGMD-2 with 12 items, where locomotion and control skills are apparent.	Locomotion skills (run, gallop, jump, horizontal jump and slide) and control skills (attack, dribble, catch, kick, throw over the head, roll). Score from zero to five.	The performance between boys and girls was significantly different in the sub-tests of locomotion and control, especially in hitting, kicking and throwing, where the boys showed greater skills.
21.	(van Abswoude et al., 2018)	25 children (12 ♀) (10.4± 1.1 yrs).	Golf tasks in an artificial field.	Performance, visual and verbal working memory capacity and conscious control.	In the specific focus of the task, preference was the most important factor for the difference between performance, with an internal and external focus of attention.
22.	(Van Abswoude et al., 2019)	69 children (35 ♀) between 6-11 yrs (9.4± 1.5 yrs). 20 children classified with low motor skills.	The sport of boccia was performed, where they had to throw the ball to a target ball, located 600 cm in front of them.	Motor skills (M-ABC2), working memory capacity (AWMA) and declarative knowledge (open question).	Registered children with low motor skills are likely to improve their performance with explicit practice, but it will not necessarily be motor learning. In working memory capacity, children are more prone to learning implicit tasks, where they did not report keeping more than two rules, but still improved in their performance.
23.	(van Cappellen–van Maldegem et al., 2018)	26 children (3 ♀) between 4-12 yrs (7.0± 1.7 yrs) with motor problems.	The experimental task consisted of Slingerball. They launched on a target area with different circles, scoring according to the radius where the object fell.	Working memory capacity (AWMA) and motor skills (MABC-2).	Children who received an internal focus yielded more precise information than those with an external focus, but nevertheless the improvement was in both groups. A significant effect was observed on the memory of visospatial work in learning. Children who received feedback with an external approach showed an improvement in visuospatial working memory.
24.	(Zimmer et al., 2016)	36 children between 7-10 yrs; 18 (6 ♀) with DM (9.1± 1.0 yrs) and 18 (6 ♀) without DM (9.1± 1.0 yrs).	Thick motor development test (TGMD-2) to evaluate the fundamental skills.	Locomotive skills and control skills (hitting a stationary ball, stationary dribbling, catching, kicking, throwing over and rolling under). Score for presence (one) or absence (zero) of the ability.	Children with DM demonstrate difficulties in performing a variety of fundamental aspects. Movement skills allow educators to provide more individualized and targeted instruction for these children regarding performance criteria that encompass different skills.

VPT: preterm children with motor problems; VPTmp: preterm children without motor problems; VPTnmp: term children without motor problems; LD: learning difficulties; BOTMP: Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency; DCD: developmental coordination disorder; tDCS: transcranial direct current stimulation; HD-tDCS: high-definition transcranial direct current stimulation; LOC: locomotion skills; OC: object control skills; FMS: fundamental motor skills; DM: movement difficulties; Hr: heart rate; REM: rapid eye movement; MABC-2: movement assessment battery for children; AWMA: automated working memory assessment; BOT-2 SF bruininks-oseretsky: short form of the second edition; CHAMP: motor program for children's health activity; TGMD-2: test of gross motor development (2nd ed.); PPT: purdue pegboard test; TMS: transcranial magnetic stimulation; PPTL: purdue pegboard Test left hand; EX-rVMA: rVMA after exercise group; rVMA-EX: rVMA before exercise group; CON: no exercise group.

Table 2. Summary of the fundamental contributions of neuroscience in motor learning in children.

Topics	Fundamental Contributions
Mechanisms for learning motor skills in children	<ul style="list-style-type: none"> • Learning occurs based on experience at different levels: cognitive, perceptual, motor, linguistic, neuronal, organic and cultural; • Learning requires processes of adaptation, stabilization and consolidation, promoting motor, cognitive and social development; • Learning requires the maturation of brain functions, synchronization of vestibular, perceptual and visual processes, to increase the capacity for sustained and self-directed attention; • Children who receive motor intervention improve sustained attention, working memory, problem solving and planning capacity; • Motor learning benefits from planned motor actions and not from free play;
Motor learning and focus according to motor skills in children	<ul style="list-style-type: none"> • Motor and cognitive development is favored by instructions as an essential tool; • Explicit instructions require theoretical verbalization of motor action and present a greater benefit for children with high motor skills (seven and nine years old); • The implicit instructions present a greater benefit for children with low motor skills (five and six years old); • The child's personal motivation and preferential are a determining factor in the independent learning process of sex, motor ability and level of development.

REFERENCES







- Adi-Japha, E., Berke, R., Shaya, N., & Julius, M. S. (2019). Different post-training processes in children's and adults' motor skill learning. *PLoS One*, 14(1), e0210658. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210658>
- Bailey, R. (2018). Sport, physical education and educational worth. *Educational Review*, 70(1), 51-66. <https://doi.org/10.1080/00131911.2018.1403208>
- Barrios-Tao, H. (2016). Neurociencias, educación y entorno sociocultural. *Educación y Educadores*, 19(3), 395-415. <https://doi.org/10.5294/edu.2016.19.3.5>
- Bolger, L. E., Bolger, L. A., O'Neill, C., Coughlan, E., O'Brien, W., Lacey, S., & Burns, C. (2018). Age and sex differences in fundamental movement skills among a cohort of Irish school children. *Journal of Motor Learning and Development*, 6(1), 81-100. <https://doi.org/10.1123/jmld.2017-0003>
- Bolger, L. E., Bolger, L. A., O'Neill, C., Coughlan, E., O'Brien, W., Lacey, S., & Burns, C. (2019). Accuracy of children's perceived skill competence and its association with physical activity. *Journal of Physical Activity & Health*, 16(1), 1-8. <https://doi.org/10.1123/jpah.2017-0371>
- Bonney, E., Jelsma, D., Ferguson, G., & Smits-Engelsman, B. (2017). Variable training does not lead to better motor learning compared to repetitive training in children with and without DCD when exposed to active video games. *Research in Developmental Disabilities*, 62, 124-136. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2017.01.013>
- Bothe, K., Hirschauer, F., Wiesinger, H. P., Edfelder, J., Gruber, G., Birkbauer, J., & Hoedlmoser, K. (2019). The impact of sleep on complex gross-motor adaptation in adolescents. *Journal of Sleep Research*, 28(4), e12797. <https://doi.org/10.1111/jsr.12797>
- Cano-de-la-Cuerda, R., Molero-Sánchez, A., Carratalá-Tejada, M., Alguacil-Diego, I., Molina-Rueda, F., Miangolarra-Page, J., & Torricelli, D. (2015). Theories and control models and motor learning: clinical applications in neuro-rehabilitation. *Neurología*, 30(1), 32-41. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2011.12.010>
- Cole, L., Giuffre, A., Ciechanski, P., Carlson, H. L., Zewdie, E., Kuo, H.-C., & Kirton, A. (2018). Effects of high-definition and conventional transcranial direct-current stimulation on motor learning in children. *Frontiers in Neuroscience*, 12, 787. <https://doi.org/10.3389/fnins.2018.00787>
- Drews, R., Chiviawsky, S., & Wulf, G. (2013). Children's motor skill learning is influenced by their conceptions of ability. *Journal of Motor Learning and Development*, 1(2), 38-44. <https://doi.org/10.1123/jmld.1.2.38>
- Emami Kashfi, T., Sohrabi, M., Saberi Kakhki, A., Mashhadi, A., & Jabbari Nooghabi, M. (2019). Effects of a motor intervention program on motor skills and executive functions in children with learning disabilities. *Perceptual and Motor Skills*, 126(3), 477-498. <https://doi.org/10.1177/0031512519836811>
- Feitoza, A. H. P., dos Santos Henrique, R., Barnett, L. M., Ré, A. H. N., Lopes, V. P., Webster, E. K., Robinson, L. E., Cavalcante, W. A., & Cattuzzo, M. T. (2018). Perceived motor competence in childhood: comparative study among countries. *Journal of Motor Learning and Development*, 6(s2), S337-S350. <https://doi.org/10.1123/jmld.2016-0079>
- Ferrer-Uris, B., Busquets, A., & Angulo-Barroso, R. (2018). Adaptation and retention of a perceptual-motor task in children: effects of a single bout of intense endurance exercise. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 40(1), 1-9. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1123/jsep.2017-0044>
- Fitzgerald, M. T., Gruener, G., & Mtui, E. (2012). *Neuroanatomía clínica y neurociencia+ StudentConsult*. España, Elsevier.
- Gashaj, V., Oberer, N., Mast, F. W., & Roebbers, C. M. (2019). Individual differences in basic numerical skills: The role of executive functions and motor skills. *Journal of Experimental Child Psychology*, 182, 187-195. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2019.01.021>
- Hans, J. (2020). Overview of the human brain and spinal cord. In H. J. ten Donkelaar (Ed.), *Clinical Neuroanatomy* (pp. 3-70). Cham: Springer.
- Hulteen, R. M., Morgan, P. J., Barnett, L. M., Stodden, D. F., & Lubans, D. R. (2018). Development of foundational movement skills: A conceptual model for physical activity across the lifespan. *Sports Medicine*, 48(7), 1533-1540. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0892-6>
- Jongbloed-Pereboom, M., Janssen, A. J., Steiner, K., Steenbergen, B., & Nijhuis-van der Sanden, M. W. (2017). Implicit and explicit motor sequence learning in children born very preterm. *Research in Developmental Disabilities*, 60, 145-152. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2016.11.014>
- Jongbloed-Pereboom, M., Nijhuis-van der Sanden, M., & Steenbergen, B. (2019). Explicit and implicit motor sequence learning in children and adults; the role of age and visual working memory. *Human Movement Science*, 64, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2018.12.007>
- Kabiri, L. S., Mitchell, K., Brewer, W., & Ortiz, A. (2017). Motor skill proficiency among homeschooled children. *Journal of Motor Learning and Development*, 5(2), 336-345. <https://doi.org/10.1123/jmld.2016-0085>
- Krajenbrink, H., van Abswoude, F., Vermeulen, S., van Cappellen, S., & Steenbergen, B. (2018). Motor learning and movement automatization in typically developing children: The role of instructions with an external or internal focus of attention. *Human Movement Science*, 60, 183-190. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2018.06.010>
- Maxwell, J. P., Capio, C. M., & Masters, R. S. (2017). Interaction between motor ability and skill learning in children: Application of implicit and explicit approaches. *European Journal of Sport Science*, 17(4), 407-416. <https://doi.org/10.1080/17461391.2016.1268211>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2010). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *International Journal of Surgery*, 8(5), 336-341. <https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2010.02.007>
- Pherez, G., Vargas, S., & Jerez, J. (2018). Neuroaprendizaje, una propuesta educativa: herramientas para mejorar la praxis del docente. *Civilizar Ciencias Sociales y Humanas*, 18(34), 149-166. <https://doi.org/10.22518/usergioa/jour/ccsh/2018.1/a10>
- Robinson, L. E., Palmer, K. K., & Meehan, S. K. (2017). Dose-response relationship: the effect of motor skill intervention duration on motor performance. *Journal of Motor Learning and Development*, 5(2), 280-290. <https://doi.org/10.1123/jmld.2016-0004>
- Rudd, J. R., O'Callaghan, L., & Williams, J. (2019). Physical education pedagogies built upon theories of movement learning: how can environmental constraints be manipulated to improve children's executive function and self-regulation skills? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(9), 1630. <https://doi.org/10.3390/ijerph16091630>
- Sullivan, K. J., Kantak, S. S., & Burtner, P. A. (2008). Motor learning in children: feedback effects on skill acquisition. *Physical Therapy*, 88(6), 720-732. <https://doi.org/10.2522/ptj.20070196>
- Tompsett, C., Sanders, R., Taylor, C., & Cobley, S. (2017). Pedagogical approaches to and effects of fundamental movement skill interventions on health outcomes: a systematic review. *Sports Medicine*, 47(9), 1795-1819. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0697-z>
- Tse, A. C., Fong, S. S., Wong, T. W., & Masters, R. (2017). Analogy motor learning by young children: a study of rope skipping. *European Journal of Sport Science*, 17(2), 152-159. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1080/17461391.2016.1214184>

- Valentini, N. C., Logan, S. W., Spessato, B. C., de Souza, M. S., Pereira, K. G., & Rudisill, M. E. (2016). Fundamental motor skills across childhood: Age, sex, and competence outcomes of Brazilian children. *Journal of Motor Learning and Development*, 4(1), 16-36. <https://doi.org/10.1123/jmld.2015-0021>
- van Abswoude, F., Nuijen, N. B., van der Kamp, J., & Steenbergen, B. (2018). Individual differences influencing immediate effects of internal and external focus instructions on children's motor performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 89(2), 190-199. <https://doi.org/10.1080/02701367.2018.1442915>
- van Abswoude, F., Van Der Kamp, J., & Steenbergen, B. (2019). The roles of declarative knowledge and working memory in explicit motor learning and practice among children with low motor abilities. *Motor Control*, 23(1), 34-51. <https://doi.org/10.1123/mc.2017-0060>
- van Cappellen-van Maldegem, S. J., van Abswoude, F., Krajenbrink, H., & Steenbergen, B. (2018). Motor learning in children with developmental coordination disorder: The role of focus of attention and working memory. *Human Movement Science*, 62, 211-220. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2018.11.001>
- Wells, G., & Shea, B. (2014). The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for Assessing the Quality of Non-Randomized Studies in Meta-Analysis. *Applied Engineering in Agriculture*, 18(6), 727-734.
- Zimmer, C., Staples, K. L., & Harvey, W. J. (2016). Fundamental movement skills in children with and without movement difficulties. *Journal of Motor Learning and Development*, 4(2), 324-342. <https://doi.org/10.1123/jmld.2016-0001>



Efeito do treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo na força muscular e capacidade funcional de populações clínicas: uma revisão sistemática

Effect of resistance training with blood flow restriction on muscle strength and functional capacity of clinical populations: a systematic review

Joamira Pereira de Araújo^{1,2*} , Simoni Teixeira Bittar¹ , Edna Ferreira Pinto¹ ,
Adeilma Lima dos Santos¹ , Emily Karoline Bezerra Ribeiro¹ ,
Maria do Socorro Cirilo de Sousa^{1,3} 

RESUMO

O objetivo do estudo foi revisar sistematicamente o efeito do treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo no ganho de força muscular e capacidade funcional de populações clínicas. Esta pesquisa foi realizada nas bases de dados SCOPUS, WEB OF SCIENCE e MEDLINE/PubMed, desde os primeiros registros até novembro de 2021 e idioma em inglês. Os termos ("Blood flow restriction" OR "vascular occlusion" OR "Kaatsu training" AND "low intensity") AND ("Strength Training" OR "resistance training" OR "Strength") AND ("clinical populations" OR "elderly" OR "old" OR "hypertension" OR "diabetes" OR "myositis" OR "obesity" AND "chronic diseases") AND ("functional capacity" OR "functionality" OR "muscle function") foram usados. Ensaios clínicos (randomizados e não-randomizados) foram incluídos quando comparados com treinamento de força de alta intensidade, baixa intensidade, baixa intensidade com restrição de fluxo sanguíneo e grupo controle sem exercício físico. A qualidade das evidências foi avaliada pela escala *Testex*. Durante a pesquisa foram pré-selecionados e analisados 122 artigos e ao final da seleção, nove artigos preencheram todos os critérios de inclusão e especificações estabelecidas. Conclui-se que o treinamento de força associado à restrição de fluxo sanguíneo tem sido uma alternativa eficaz e tolerável na melhora da força muscular e capacidade funcional e, portanto, uma ferramenta potencial para população clínica.

PALAVRAS-CHAVE: isquemia vascular; populações clínicas; força; capacidade funcional.

ABSTRACT

The aim of the study was to systematically review the effect of resistance training with blood flow restriction on muscle strength and functional capacity of clinical populations. This research used SCOPUS, WEB OF SCIENCE and MEDLINE/PubMed databases from the first records until November 2021 and in English. The terms ("blood flow restriction" or "vascular occlusion" or "kaatsu training" and "low intensity") and ("strength training" or "resistance training" or "strength") and ("clinical populations" or "elderly" or "old" or "hypertension" or "diabetes" or "myositis" or "obesity" and "chronic diseases") and ("functional capacity" or "functionality" or "muscle function") were used. Clinical trials (randomised and non-randomised) were included when compared to high-intensity resistance training, low-intensity resistance training, low-intensity resistance training with blood flow restriction and a control group without physical exercise. The quality of the evidence was assessed using the *Testex* scale. During the research, 122 articles were pre-selected and analysed, and at the end of the selection, nine articles met all the inclusion criteria and established specifications. We conclude that resistance training associated with blood flow restriction has been an effective and tolerable alternative in improving muscle strength and functional capacity and, therefore, a potential tool for the clinical population.

KEYWORDS: vascular ischemia; clinical populations; strength; functional capacity.

¹Universidade Federal da Paraíba – João Pessoa (PB), Brasil.

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Juazeiro do Norte (CE), Brasil.

³Universidade Regional do Cariri – Crato (CE), Brasil.

*Autor correspondente: Rua Pedro Ferreira Nunes, 871, José Geraldo da Cruz – CEP: 63033-430 – Juazeiro do Norte (CE), Brasil. E-mail: joamira10@hotmail.com

Conflito de interesses: nada a declarar. **Financiamento:** nada a declarar.

Recebido: 05/03/2021. **Aceite:** 27/09/2021.

INTRODUÇÃO

Diretrizes de práticas clínicas de reabilitação propõem intervenções no estilo de vida em populações acometidas por diabetes, hipertensão e miosites que, por consequência, sofrem com debilidades nas capacidades funcionais (Cross et al., 2014; Bryk et al., 2016). Com o intuito de restabelecer a qualidade de vida desses indivíduos os exercícios físicos são preconizados como tratamentos não farmacológicos. Os estudos em populações clínicas utilizam de 40– 60% da pressão arterial de oclusão (PAO) (Slysz, Stultz, & Burr, 2016; Ladlow et al., 2018). Em contrapartida estudos indicam uma alternativa que demonstra efetividade para essa população, que é o treinamento de força associado ao uso da restrição de fluxo sanguíneo ou Kaatsu Training (Ladlow et al., 2018).

O método está baseado na restrição parcial do fluxo sanguíneo por meio de compressão externa proximal no esqueleto apendicular (superior ou inferior), com utilização de baixas cargas (20– 40% da CVM) e muitas repetições (Karabulut, Abe, Sato, & Bembem, 2010), nomeadamente o treino de força de baixa intensidade associado à RFS (TF+ BI+ RFS). A diminuição do aporte sanguíneo produz um ambiente isquêmico dentro dos músculos, e acarreta elevado estresse metabólico (Pearson & Hussain, 2015) resultado do aumento do lactato e dos íons de hidrogênio e assim como, aumenta o fator de crescimento endotelial vascular, aumentando assim a biodisponibilidade de NO₂ intracelular; nesse tipo de treinamento. De forma a ocasionar o aumento da força por maior ativação de contração das fibras de contração rápida (tipo II) (Loenneke, Wilson, Wilson, Pujol, & Bembem, 2011; Woollard et al., 2011), a elevação da secreção de hormônios do crescimento, da síntese proteica e da hipertrofia muscular (Takarada et al., 2000; Loenneke, Wilson, & Wilson, 2010). Tais fatos viabilizam o uso da RFS para populações clínicas (Buford et al., 2015).

Apesar dessas informações iniciais possibilitarem e indicarem o treinamento de força com RFS para os casos clínicos, é pertinente analisar as evidências da literatura a respeito da efetividade ou não desse método nas variáveis dependentes que expressam os níveis da força e capacidade funcional. Desse modo é apresentada aqui a hipótese de que a RFS junto com o treinamento de força de baixa intensidade promovem benefícios na força e capacidade funcional das populações clínicas. Assim, os objetivos deste estudo foram: a) revisar sistematicamente o efeito do treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo sobre a força e capacidade funcional de populações clínicas; b) comparar os efeitos do TF+ BI+ RFS, treinamento de força de alta intensidade (TF+ AI) e de baixa intensidade (TF+ BI) nas capacidades funcionais em populações clínicas.

MÉTODO

Estratégia de pesquisa

A identificação dos artigos foi realizada nas bases de dados SCOPUS, WEB OF SCIENCE e PUBMED desde os primeiros registros até abril de 2019. A estratégia de pesquisa combinou os termos: (“Blood flow restriction” OR “vascular occlusion” OR “Kaatsu training” AND “low intensity”) AND (“Strength Training” OR “resistance training” OR “Strength”) AND (“clinical populations” OR “elderly” OR “old” OR “hypertension” OR “diabetes” OR “myositis” OR “obesity” AND “chronic diseases”) AND (“functional capacity” OR “functionality” OR “muscle function”).

Crítérios de elegibilidade

Os critérios de elegibilidade usados foram: (a) se os participantes foram definidos pelo autor do estudo contendo algum desfecho clínico (diabéticos, hipertensos, idosos, miosites); (b) avaliação antes e após do treinamento da força muscular (isto é, dinâmica, isométrica ou isotônica) e da capacidade funcional; (c) comparação entre treinamento de força de alta intensidade (TF+ AI), treinamento de força de baixa intensidade (TF+ BI), treinamento de força de baixa intensidade com restrição de fluxo sanguíneo (TF+ BI+ RFS) e grupo controle sem exercício físico (GC); (d) escore ≥ 10 na escala *Testex* (Smart et al., 2015); (e) relato de média e desvio padrão (ou erros padrão) a partir de valores absolutos ou com estimativa de gráficos; (f) artigos publicados em inglês e em periódico científico. Caso não estivesse claro estes valores nos resultados, os dados foram solicitados diretamente aos autores.

Seleção de estudos e extração de dados

Títulos e resumos dos artigos selecionados foram avaliados por dois revisores (JPA e ALS), de forma independente, e decidiram quais artigos completos deveriam ser analisados. Em caso de divergências, adotou-se um consenso ou, se necessário, um terceiro revisor avaliou o artigo (EPN). Um fluxograma PRISMA foi criado para detalhar o processo de seleção dos estudos (Figura 1).

Qualidade do estudo

A qualidade do estudo foi avaliada de acordo com a escala *Testex*. Trata-se de uma escala de avaliação de 15 pontos, composta por cinco pontos disponíveis para a qualidade do estudo e 10 para relato do estudo. Para a qualidade do presente estudo adotou-se um ponto de corte a partir de 10 pontos para ser inserido no estudo, uma vez que escores mais altos refletem

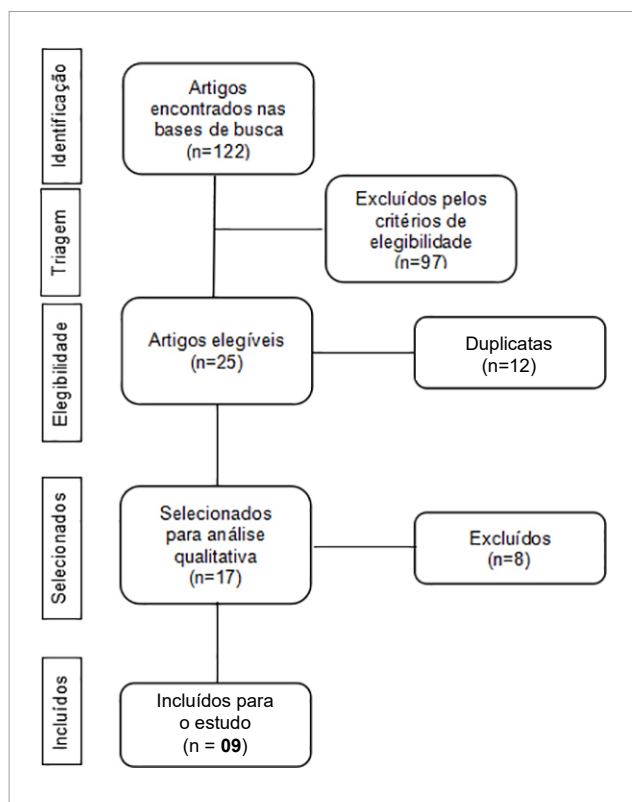


Figura 1. Fluxograma do processo de seleção dos artigos incluídos na revisão sistemática.

maior qualidade (Tabela 1). A divisão desses pontos de qualidade é dada por meio de: critérios de elegibilidade (1 ponto), especificação da randomização (1 ponto), ocultação de alocação dos grupos (1 ponto), apresentação das características basais dos referidos grupos sem diferenças (1 ponto) e cegamento de pelo menos um avaliador (1 ponto). Já pra os relatos dos estudos, observa-se: as medidas de desfecho avaliada (pelo menos 85% de adesão do paciente (1 ponto), relato de eventos adversos (1 ponto) e relato de atendimento ao exercício (1 ponto); intenção de tratar (1 ponto); comparações estatísticas entre grupos para desfecho primário (1 ponto) e secundário (1 ponto); medidas de variabilidade para o resultado (1 ponto); monitoramento da atividade do grupo controle (1 ponto); intensidade relatada do exercício (1 ponto) e volume do exercício e o gasto de energia (1 ponto).

RESULTADOS

Em relação às características dos estudos selecionados e incluídos (9 no total), as datas de publicação variaram entre 2010-2018, e foram todos artigos no idioma inglês. As amostras foram heterógenas, compreendidas em adultos jovens e idosos com alguma patologia e sintomatologia

Tabela 1. Qualidade metodológica dos estudos selecionados.

Força	Revisor 1	Revisor 2
Giles et al. (2017)	12.0± 1.7	11.0± 1.0
Karabulut et al. (2010)		
Segal et al. (2015)		
Força + Capacidade Funcional		
Ladlow et al. (2018)	12.0± 1.4	11.5± 1.2
Bryk et al. (2016)		
Cook et al. (2017)		
Ferraz et al. (2018)		
Jørgensen et al. (2018)		
Tennent et al. (2017)		

clínica, do sexo feminino e do sexo masculino. Os protocolos de intervenção dos estudos foram treinamento resistido, com ênfase nos membros inferiores que variavam no tempo mínimo de 3 semanas (Ladlow et al., 2018), e máximo de 12 semanas (Cook, LaRoche, Villa, Barile, & Manini, 2017; Ferraz et al., 2018; Jørgensen, Aagaard, Frandsen, Boyle, & Diederichsen, 2018), e com treinos de no mínimo 2 vezes por semana (Cook et al., 2017; Tennent et al., 2017; Ferraz et al., 2018; Jørgensen et al., 2018), e no máximo 3 vezes por semana (Karabulut et al., 2010; Segal, Williams, Davis, Wallace, & Mikesky, 2015; Bryk et al., 2016; Giles, Webster, McClelland, & Cook, 2017; Ladlow et al., 2018). Deve ser levado em consideração que no estudo de Ladlow et al. (2018), o grupo de treinamento com restrição de fluxo sanguíneo realizou a intervenção 2 vezes ao dia de segunda à quinta-feira e uma vez às sextas-feiras, logo realizava o protocolo diariamente, exceto no final de semana.

Todos esses artigos especificaram o tipo de exercícios realizados de forma resistida, o método utilizado para a RFS e o tempo de duração, e todos tiveram em comum a avaliação e análise de resultados em relação às variáveis dependentes (força muscular e/ ou capacidade funcional), conforme descrito no Quadro 1.

DISCUSSÃO

A presente revisão sistemática é a primeira a abordar o efeito do treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo na capacidade funcional de populações clínicas. De maneira a demonstrar a efetividade do TF+ BI+ RFS nos níveis de força a capacidade funcional destes grupos populacionais, desde que, prescrito com um volume de um a três meses de duração, composto por duas ou três sessões de treino semanais e com exercícios para os membros superiores e inferiores.

Quadro 1. Estudos que analisaram o treinamento de força associado à RFS na força muscular e capacidade funcional.

Autor/Ano	Amostra do Estudo	Tipo e Duração da Intervenção	Pressão do Manguito	Eventos Experimentais	Resultados
Karabulut et al. (2010)	n= 37 homens saudáveis (50 a 64 anos).	Treino de força para MMII (leg press e cadeira extensora) e MMSS (flexão posterior, levantamento de ombro e rosca direta), 3X/sem, com 1 min de intervalo entre as séries, por 6 semanas. 3X de 8 rep. p/ TF+ AI (80% 1 RM); 1X de 30 e 2X de 15 rep. p/ TF+ BI+ RFS (20% 1 RM). CON: não realizou exercício.	KAATSU (média de 205.4± 4.3 mmHg).	TF+ BI+ RFS (n= 13), (20% 1RM); TF+ AI (n= 13), (80% 1RM); CON (n= 11). Os manguitos permaneceram inflados durante as séries e desinflados entre os exercícios (5 – 10 min), no período de descanso.	Aumento de força MMSS e MMI no TF+ BI+ RFS e TF+ AI comparado ao CON**; ganhos de força similares entre os grupos de exercício (p> 0.050). Aumento na força de extensores de joelho do TF+ AI (42,6%) em relação ao TF+ BI+ RFS * e CON**.
Segal et al. (2015)	n= 40 mulheres (45 a 65 anos).	Treino de força de MMII (leg press bilateral), 3X/sem, por 4 semanas. 1X de 30 rep. e 3X de 15 rep. com 1 min de intervalo p/ TF+ BI com e sem RFS (30% 1 RM).	KAATSU (160 - 200 mmHg).	TFBI+ RFS (n= 19), (30% 1 RM); TF+ BI (CON, n= 21), (30% 1 RM). Os manguitos permaneceram inflados durante os exercícios e o intervalo.	Aumento na força isotônica e isocinética dos extensores do joelho (p= 0.030; p= 0.040) do TF+ BI+ RFS comparado ao TF+ BI, respectivamente.
Tennent et al. (2017)	n= 17 pacientes após artroscopia do joelho (18a 65 anos).	12 sessões de fisioterapia padrão supervisionada, o grupo com RFS adicionou 3 exercícios de força de MMII, por 6 semanas. 1X de 30rep. e 3X de 15rep. com 30 seg. de intervalo p/ GF+ RFS.	Manguitos personalizados (com a mesma largura e o comprimento variou conforme o comprimento da coxa).	GFP (n= 7); GF+ RFS (n= 10; 30% 1RM). Os manguitos permaneceram inflados durante toda a sessão.	Aumento na força de extensão (74.59%) e flexão (33.55) do GF+ RFS em comparação ao GFP (p= 0.030); Aumento significativo do TSL no GF+ RFS (p= 0.020).
Bryk et al. (2016)	n= 34 mulheres com osteoartrite de joelho (média de 61 anos).	Fortalecimento do quadríceps e alongamento, 3X/sem, por 6 semanas. 3X 10 rep p/ GFP e 3X 30 rep. p/ o GF+ RFS.	Manguitos personalizados (200 mmHg).	GFP (n= 17), (70% 1 RM); GF+ RFS (n= 17), (30% 1RM); Os manguitos permanecem inflados durante os exercícios de quadríceps.	Não houve diferença entre GFP e GF+ RFS para força de quadríceps e teste TUGT, porém ambos evoluíram intra grupo com 6 sem de intervenção (p< 0.050).
Giles et al. (2017)	n= 69 participantes (H e M) com dor patelofemoral (20 - 33 anos).	Fortalecimento de leg press e extensão de joelho, 3X/sem, por 8 semanas com follow up de 6 meses. 7-10 rep. (7-10 RM) p/ GP, 1X 30 rep. e 3X 15 rep. com 30 seg de intervalo p/ GRFS.	Manguitos personalizados.	GP (n= 34), (70% 1RM), GRFS (n= 35), (30% 1RM). Os manguitos permaneceram inflados durante os exercícios e os intervalos.	Aumento na força isométrica (p= 0.070) dos extensores do joelho no GRFS comparado ao GP, com 8 sem. Nenhuma diferença entre os protocolos com 6 meses.
Cook et al. (2017)	n= 36 participantes (H e M), (≥ 65 anos).	Treino de força p/ MMII (cadeira extensora, cadeira flexora e leg press horizontal), 2X/sem, 12 semanas, 3X de cada exercício realizado até a fadiga com 60 seg de descanso entre séries e 3 min entre exercícios (TF+ AI: 70% 1 RM; TF+ BI+ RFS: 30% 1 RM). CON: treino de resistência leve para MMSS (rosca direta, tríceps e elevação dos ombros).	Manguitos Hokanson (6 × 83 cm), (média de 184± 25 mmHg).	TF+ AI (70% 1RM); TF+ BI+ RFS (30% 1RM); CON (alongamento de MMSS e fortalecimento leve); Os manguitos permaneceram inflados durante as séries e os intervalos de um exercício, e desinflados entre cada exercícios.	Aumento na força e na AST do TF+ AI em comparação ao CON*, com 6 sem de intervenção. Aumento na força de extensão do joelho e leg press, mas significativamente menor que o TF+ AI**.

Continua...

Quadro 1. Continuação.

Autor/Ano	Amostra do Estudo	Tipo e Duração da Intervenção	Pressão do Manguito	Eventos Experimentais	Resultados
Ladlow et al. (2018)	n= 28 homens com lesões musculoesqueléticas dos MMII (19 - 49 anos).	Treino de força com leg press e cadeira extensora, 2X/dia de segunda à quinta-feira e 1X/dia de sexta-feira p/ TF+ BI+ RFS, 3X/sem p/ TF+ AI, durante 3 semanas; 1X 30rep. e 3X 15 rep. p/ TF+ BI+ RFS com 30 seg de intervalo entre as séries, 4X 6-8 rep. p/ TF+ AI.	Manguitos Schuco TourniCuff (10 cm de largura), 60% do PRFS.	TF+ BI+ RFS (30% 1RM), TF+ AI (70% 1RM); Os manguitos permaneciam inflados durante as séries e os intervalos de um exercício, e desinflados entre cada exercícios (3 min).	Aumento na AST, 5-RM leg press e 5-RM extensão do joelho para ambos os grupos**. O TF+ BI+ RFS apresentou uma melhora no escore do Y-balance**.
Ferraz et al. (2018)	n= 48 mulheres com osteoartrite de joelho (50 - 65 anos).	Treino de força p/ MMII (leg press e extensão do joelho), 2X/sem, por 12 semanas. 5X 10rep. p/ TF+ AI; 5X 15 rep. p/ TF+ BI+ RFS e TF+ BI, com 1 min de intervalo.	Manguitos (175 mm de largura x 920 mm de comprimento), (média de 97.4 ± 7.6 mm Hg).	TF+ AI (80% 1RM); TF+ BI+ RFS (30% 1 RM); TF+ BI (30% 1RM); Os manguitos permaneciam inflados durante toda a sessão.	Aumento na força de leg press (26 e 33%)**, extensão do joelho (23 e 22%)**, AST (7 e 8%)** nos grupos TF+ BI+ RFS e TF+ AI, respectivamente. Estes foram maiores que o grupo TF+ BI*. Aumento no TSL p/ TF+ AI (14%) e TF+ BI+ RFS (7%) comparado ao TFBI. Não houve diferença p/ TUGT entre os grupos e momentos ($p > 0.050$).
Jørgensen et al. (2018)	n= 22 pacientes com miosite (60 - 75 anos).	Treino de força p/ MMII (leg press, cadeira extensora, cadeira flexora, panturrilha e flexão de tronco), 2X/sem, 4X 25 rep. (25 Rm) p/ GRFS, 12 semanas. CON: não realizou exercício.	Manguitos Zimmer (100 mm de largura), (110 mmHg).	GRFS (9H e 2M), CON (9H e 2M), não realizavam exercícios. Os manguitos permaneciam inflados durante toda a sessão.	A força diminuiu (- 9.2%, $p = 0.020$) no CON, permaneceu inalterada (+ 0.9%, $p = 0.080$) no GRFS e na análise intergrupo houve diferença de $p = 0.020$. Não houve alteração para a variável capacidade funcional entre os grupos.

TF+ BI+ RFS: grupo treino de força de baixa intensidade com restrição de fluxo sanguíneo; TF+ AI: grupo treino de força de alta intensidade; TF+ BI: grupo treino de força de baixa intensidade sem restrição de fluxo sanguíneo; CON: grupo controle; M: mulheres; H: homens; MMII: membros inferiores; MMSS: membros superiores; rep.: repetições; TSL: teste sentar e levantar da cadeira; TUGT: Teste Timed Up and Go; GFP: grupo fisioterapia padrão; GF+ RFS: grupo fisioterapia associada à RFS, GP: grupo padrão; GRFS: grupo restrição de fluxo sanguíneo; 1RM: teste de 1 repetição máxima; Rm: teste de repetições máximas; AST: área de secção transversa; PRFS: pressão de restrição de fluxo sanguíneo; * $p < 0.050$, ** $p < 0.010$.

Outra orientação bem observada é o elevado número de repetições (rep) dos exercícios por série, sendo mais frequente o uso de 1X de 30 rep e 3X de 15 rep. A intensidade deve ser estabelecida em torno de 20% a 30% de 1RM, das quais a carga de 30% de 1RM foi aplicada em sete dos nove estudos. Assim, e seguindo estas orientações, é possível confirmar a hipótese de que o TF+ BI+ RFS promovem benefícios na força e capacidade funcional das populações clínicas.

Sobre os estudos revisados, o de Karabulut et al. (2010) utilizou o equipamento do KAATSU (média de 205,4 ± 4,3 mmHg) e analisou a força de MMSS e MMII em 37 homens entre 50 e 64 anos. Houve um aumento da força em resposta ao TF+ BI+ RFS e TF+ AI quando comparado ao controle. Os extensores do joelho também aumentaram a força no TF+

AI comparando ao TF+ BI+ RFS e o controle. Os autores evidenciaram ótimos níveis de força devido ao aumento do tamanho do músculo, resultado do treinamento com RFS nos participantes. Demonstrando a que a RFS, além de ser mecanismo de menor carga que a maioria dos programas tradicionais, também é mais vantajosa para as pessoas os idosos. O mesmo foi observado nos estudos de Segal et al. (2015) e Tennent et al. (2017) na força dos flexores do joelho.

O estudo de Tennent et al. (2017) aponta que essa melhoria na força é devido ao aumento dos hormônios anabólicos em consequência do recrutamento de mais fibras do tipo II e inchaço das células. Estas mudanças acontecem por conta do ambiente anaeróbio criado devido à técnica de RFS utilizar um torniquete no momento de realização dos exercícios.

Esse ambiente cria requisitos anaeróbios necessários que possibilitam a hipertrofia das fibras dos músculos e ganhos de força entre 20 e 30% de 1 RM, ao invés de 60 a 70% de 1 RM recomendado pelo ACSM (Tennent et al., 2017).

O estudo de Bryk et al. (2016) apresentou os mesmos resultados em relação aos benefícios com a técnica de RFS e o treinamento tradicional. Os autores evidenciaram que a técnica estimula melhorias parecidas na função e força do quadríceps utilizando menos carga. Os pacientes sentiram um menor desconforto do joelho ao realizarem o treinamento com RFS durante o exercício. Isso acontece pelo fato de não ser uma carga elevada. Pacientes ao apresentarem dor gradativa, perda da função e de força muscular, consequentemente implicará na qualidade de vida, sendo recomendado fortalecimento, sobretudo, do quadríceps, pois desempenha um papel fundamental no processo de reabilitação.

Esse fortalecimento é realizado a partir de exercícios com altas cargas que progressivamente aumentam a resistência, mas sendo possível apenas nas populações mais jovens e saudáveis. Pessoas idosas frágeis, com alguma doença degenerativa, indivíduos ao passarem por algum procedimento cirúrgico e que necessitem de reabilitação imediata, terão dificuldade ao realizarem exercícios de forma tradicional (Fujita et al., 2007). Devido à dificuldade de aumentar a carga nos exercícios para o fortalecimento muscular sem causar efeitos deletérios ao joelho, a RFS pode ser uma ótima alternativa de reabilitação, principalmente em pessoas com lesões (Bryk et al., 2016).

Os resultados de Ferraz et al. (2018) e Jørgensen et al. (2018) não indicaram mudanças relacionadas à dor, apesar dos participantes terem faixas etárias semelhantes e experimentos parecidos. Porém, os voluntários apresentaram melhorias de dor nas atividades do dia a dia como subir e descer escadas, por exemplo. O que sugere que a RFS tem um fortalecimento semelhante na função e assim ameniza a dor causada pela lesão patelofemoral. Giles et al. (2017) também associaram a percepção na diminuição da dor durante o esforço por conta da carga ser menor para os indivíduos que realizaram os teste com a técnica de RFS.

Em relação à força nos extensores do joelho em exercícios isométricos Giles et al. (2017) evidenciaram aumento da força, mas não ocorreu modificações entre os protocolos de 6 e 8 semanas. Entretanto, os autores observaram mudanças clínicas, embora sem significância estatística, houve modificações causadas pela melhoria muscular e da força, devido às adaptações neurais e do torque causado pelo fortalecimento do quadríceps advindos da técnica de RFS.

No processo de reabilitação o aumento da força é decisivo para recuperação da capacidade funcional, principalmente de pessoas lesionadas. Os resultados de Cook et al.

(2017) e Laddow et al. (2018) mostraram aumento da força e da AST dos extensores dos joelhos. Na comparação do TF+ AI com o TF+ BI+ RFS, o treinamento com RFS foi evidenciado melhoria na reabilitação dos participantes causada pelos ganhos de hipertrofia e aumento na circunferência da coxa, além de respostas das adaptações vasculares, que apesar de não terem sido testadas Laddow et al. (2018) sugeriram ter sido possível essa contribuição na melhoria da capacidade funcional.

Portanto, Hughes et al. (2019) ressaltaram que o aumento da massa muscular no treinamento com baixa carga foi identificado devido adaptações neurais provenientes do exercício físico, embora a força muscular tenha aumentado inicialmente nesta população. Este entendimento relaciona-se à espessura muscular devido à mudança no comprimento do fascículo proporcionado devido ao aumento no ângulo articular durante a execução do movimento, isto é, modificações no fascículo estão relacionadas às tensões ocasionadas nestes.

A maior limitação desse estudo foi a não inclusão de alguns estudos elegíveis nessa revisão, tendo em vista que podem ter sido publicados em periódicos de difícil acesso. Além disso, poucos estudos atingiram o ponto de corte dos critérios de qualidade. Diante disso, novos estudos clínicos com melhor qualidade são recomendados para esclarecer e confirmar os riscos e benefícios do treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo sobre a força muscular e capacidade funcional em populações clínicas, quando comparado com o treinamento de força tradicional.

CONCLUSÕES

Esta revisão sistemática permitiu concluir que o treinamento de força associado à restrição de fluxo sanguíneo tem sido bastante eficaz, pelo fato de não utilizar altas cargas e ser bastante intenso, pois a técnica de RFS ocorre de forma anaeróbia e um dos aspectos é o maior recrutamento de fibras tipo II, e por consequência aumentando a força muscular, hipertrofia e aumento da circunferência da musculatura. Foram evidenciados diferentes protocolos para o processo de reabilitação e os que utilizaram a técnica tiveram respostas positivas sobre o aumento da força e capacidade funcional. Houve melhoria também da dor e desconforto no joelho, por conta do fortalecimento dos extensores dessa articulação, amenizando as dores dessas populações.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Professor Adenilson pelo apoio na revisão final desse manuscrito.

REFERÊNCIAS

- Bryk, F. F., Reis, A. C., Fingerhut, D., Araujo, T., Schutzer, M., Cury, R. P. L., Duarte, A., Fukuda, T. Y. (2016). Exercises with partial vascular occlusion in patients with knee osteoarthritis: a randomised clinical trial. *European Society of Sports Traumatology, Knee Surgery, Arthroscopy*, 24(5), 1580-1586. <https://doi.org/10.1007/s00167-016-4064-7>
- Buford, T. W., Fillingim, R. B., Manini, T. M., Sibille, K. T., Vincent, K. R., & Wu, S. S. (2015). Kaatsu training to enhance physical function of older adults with knee osteoarthritis: Design of a randomised controlled trial. *Contemporary Clinical Trials*, 43, 217-222. <https://doi.org/10.1016/j.cct.2015.06.016>
- Cook, S. B., LaRoche, D. P., Villa, M. R., Barile, H., & Manini, T. M. (2017). Blood flow restricted resistance training in older adults at risk of mobility limitations. *Experimental Gerontology*, 99, 138-145. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2017.10.004>
- Cross, M., Smith, E., Hoy, D., Nolte, S., Ackerman, I., Fransen, M., Bridgett, L., Williams, S., Guillemin, F., Hill, C. L., Laslett, L. L., Jones, G., Cicuttini, F., Osborne, R., Vos, T., Buchdinder, R., Woolf, A., & March, L. (2014). The global burden of hip and knee osteoarthritis: estimates from the Global Burden of Disease 2010 study. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 73(7), 1323-1330. <https://doi.org/10.1136/annrheumdis-2013-204763>
- Ferraz, R. B., Gualano, B., Rodrigues, R., Kurimori, C. O., Fuller, R., Lima, F. R., Sá-Pinto, A. L., & Roschel, H. (2018). Benefits of resistance training with blood flow restriction in knee osteoarthritis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 50(5), 897-905. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001530>
- Fujita, S., Abe, T., Drummond, M. J., Cadenas, J. G., Dreyer, H. C., Sato, Y., Volpi, E., & Rasmussen, B. B. (2007). Blood flow restriction during low-intensity resistance exercise increases S6K1 phosphorylation and muscle protein synthesis. *Journal of Applied Physiology*, 103(3), 903-910. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00195.2007>
- Giles, L., Webster, K. E., McClelland, J., & Cook, J. L. (2017). Quadriceps strengthening with and without blood flow restriction in the treatment of patellofemoral pain: a double-blind randomised trial. *British Journal of Sports Medicine*, 51(23), 1688-1694. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096329>
- Hughes, L., Rosenblatt, B., Haddad, F., Gissane, C., McCarthy, D., Clarke, T, Ferris, G., Dawes, J., Paton, B., & Patterson, S. D. (2019). Comparing the effectiveness of blood flow restriction and traditional heavy load resistance training in the post surgery rehabilitation of anterior cruciate ligament reconstruction patients: a UK National Health Service Randomised Controlled Trial. *Sports Medicine*, 49(11), 1787-1805. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01137-2>
- Jørgensen, A. N., Aagaard, P., Frandsen, U., Boyle, E., & Diederichsen, L. P. (2018). Blood-flow restricted resistance training in patients with sporadic inclusion body myositis: a randomised controlled trial. *Scandinavian Journal of Rheumatology*, 47(5), 400-409. <https://doi.org/10.1080/03009742.2017.1423109>
- Karabulut, M., Abe, T., Sato, Y., & Bemben, M. G. (2010). The effects of low-intensity resistance training with vascular restriction on leg muscle strength in older men. *European Journal of Applied Physiology*, 108(1), 147-155. <https://doi.org/10.1007/s00421-009-1204-5>
- Ladlow, P., Coppack, R. J., Dharm-Datta, S., Conway, D., Sellon, E., Patterson, S. D., & Bennett, A. N. (2018). Low-load resistance training with blood flow restriction improves clinical outcomes in musculoskeletal rehabilitation: a single-blind randomised controlled trial. *Frontiers in Physiology*, 9, 1269. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01269>
- Loenneke, J. P., Wilson, G. J., & Wilson, J. M. (2010). A mechanistic approach to blood flow occlusion. *International Journal of Sports Medicine*, 31(1), 1-4. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1239499>
- Loenneke, J. P., Wilson, J. M., Wilson, G. J., Pujol, T. J., & Bemben, M. G. (2011). Potential safety issues with blood flow restriction training. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(4), 510-518. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01290.x>
- Pearson, S. J., & Hussain, S. R. (2015). A review on the mechanisms of blood-flow restriction resistance training-induced muscle hypertrophy. *Sports Medicine*, 45(2), 187-200. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0264-9>
- Segal, N. A., Williams, G. N., Davis, M. C., Wallace, R. B., & Mikesky, A. E. (2015). Efficacy of blood flow-restricted, low-load resistance training in women with risk factors for symptomatic knee osteoarthritis. *Journal of Injury, Function, and Rehabilitation*, 7(4), 376-384. <https://doi.org/10.1016/j.pmj.2014.09.014>
- Slysz, J., Stultz, J., & Burr, J. F. (2016). The efficacy of blood flow restricted exercise: A systematic review & meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(8), 669-675. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.09.005>
- Smart, N. A., Waldron, M., Ismail, H., Giallauria, F., Vigorito, C., Cornelissen, V., & Dieberg, G. (2015). Validation of a new tool for the assessment of study quality and reporting in exercise training studies: TESTEX. *International Journal of Evidence-Based Healthcare*, 13(1), 9-18. <https://doi.org/10.1097/XEB.000000000000020>
- Takarada, Y., Takazawa, H., Sato, Y., Takebayashi, S., Tanaka, Y., & Ishii, N. (2000). Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *Journal of Applied Physiology*, 88(6), 2097-2106. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.88.6.2097>
- Tennent, D. J., Hylden, C. M., Johnson, A. E., Burns, T. C., Wilken, J. M., & Owens, J. G. (2017). Blood flow restriction training after knee arthroscopy: a randomised controlled pilot study. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 27(3), 245-252. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000377>
- Woollard, J. D., Gil, A. B., Sparto, P., Kwok, C. K., Piva, S. R., Farrokhi, S., Powers, C. M., & Fitzgerald, G. K. (2011). Change in knee cartilage volume in individuals completing a therapeutic exercise program for knee osteoarthritis. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 41(10), 708-722. <https://doi.org/10.2519/jospt.2011.3633>

Efeito do alongamento sobre a força muscular de pessoas saudáveis: uma revisão sistemática

Effect of stretching on muscle strength in healthy people: a systematic review

Oswaldo Costa Moreira^{1,2*} , Pedro Henrique Viana Mendes¹, Lucas Vieira dos Santos² , João Carlos Bouzas Marins^{2,3} , Cláudia Eliza Patrocínio de Oliveira^{2,3} 

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo revisar sistematicamente a literatura, para avaliar o efeito do alongamento sobre a força muscular de pessoas saudáveis. Foram consultadas as fontes de dados: PubMed, Scopus e Scielo, utilizando-se os critérios de elegibilidade: intervenção com alongamento e medida de desempenho da força muscular, em pessoas saudáveis. Foram incluídos 18 estudos, que atenderam os critérios. Os tipos de alongamento utilizados foram o estático contínuo 20%, estático intermitente 60% e o dinâmico 20%. Os tipos de força avaliados foram: força máxima isométrica (12,5%), força máxima dinâmica (66,66%) e potência muscular (20,83%). 5,5% dos estudos demonstraram aumento da força muscular após o alongamento; 38,8% apresentaram redução, após o alongamento estático; 38,8% não observaram alteração; e 16,6% apresentaram aumento ou redução da força muscular dependendo do tipo de alongamento utilizado. Com base nos trabalhos analisados à realização de alongamento estático de forma prévia ao treinamento de diversas manifestações de força tenderam a reduzir ou não alterar o desempenho muscular. Não foi encontrada uma sinalização clara que o alongamento realizado antes do treino de força promova uma melhora de rendimento muscular.

PALAVRAS-CHAVE: saúde; flexibilidade; força muscular.

ABSTRACT

This work aimed to systematically review the literature to assess the effect of stretching on muscle strength in healthy people. The PubMed, Scopus and Scielo data sources were consulted, using the eligibility criteria: intervention with stretching and measurement of muscle strength performance in healthy people. Eighteen studies that met the criteria were included. The types of stretching used were continuous static 20%, intermittent static 60% and dynamic 20%. The types of strength evaluated were: maximum isometric strength (12.5%), maximum dynamic strength (66.66%) and muscle power (20.83%). 5.5% of the studies demonstrated increased muscle strength after stretching; 38.8% showed reduction after static stretching; 38.8% did not observe changes; and 16.6% had increased or reduced muscle strength depending on the type of stretching used. Based on the studies analyzed, performing static stretching prior to training, various manifestations of strength tended to reduce or not change muscle performance. It was not found a clear sign that the stretching performed before the strength training promotes an improvement in muscle performance.

KEYWORDS: health; flexibility; muscle strength.

INTRODUÇÃO

Programas de treinamento físico comumente incluem exercícios para aumentar a força muscular e a flexibilidade corporal, uma vez que ambas são consideradas variáveis essenciais para a manutenção da aptidão física relacionada à

saúde (Fragala et al., 2019). Nesse sentido, o alongamento, entendido como uma forma de se estimular a valência física flexibilidade, pode ser utilizado com objetivo de aquecer a musculatura, antes da prática de exercícios físicos, aumentar a flexibilidade ou a amplitude de movimento e melhorar o

¹Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Viçosa, Campus Florestal – Floresta, (MG), Brasil.

²Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Universidade Federal de Viçosa/Universidade Federal de Juiz de Fora – Viçosa (MG), Brasil.

³Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Viçosa – Viçosa (MG), Brasil.

*Autor correspondente: Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Viçosa, Campus Florestal, Rodovia LMG 818, km 6, Campus Universitário – CEP: 35690-000 – Florestal (MG), Brasil. E-mail: osvaldo.moreira@ufv.br

Conflito de interesses: nada a declarar. **Financiamento:** Fundação Arthur Bernardes (Edital Funarpeq 2018) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (edital PIBIC-UFV 2020).

Recebido: 10/07/2021. **Aceite:** 15/12/2021.

desempenho atlético (Chaabene, Behm, Negra & Granache, 2019). Atualmente, quatro técnicas principais de alongamento (estática, dinâmica, balística e facilitação neuromuscular proprioceptiva) são aplicadas em ambientes atléticos, de condicionamento físico e de reabilitação (Chaabene et al., 2019).

O estudo de exercícios de alongamento associados ao desempenho da força muscular tem chamado à atenção de diferentes grupos de pesquisadores (Endlich et al. 2009; Pasqua, Okuno, Damasceno, Lima-Silva & Bertuzzi, 2014; Leite et al., 2015; Marchetti et al., 2015; Barbosa Netto, Veloso, d’acelino-e-Porto, & Almeida, 2018; César, Silva, Rezende & Alvim, 2018; Moreira et al., 2021). No entanto os resultados obtidos por estes estudos têm produzido dados conflitantes, não havendo um nível de evidência científica clara com dados suficientemente para sustentar a premissa de que o alongamento prévio possa causar efeitos positivos ou negativos sobre o desempenho da força muscular.

Os possíveis efeitos do alongamento sobre a força muscular parecem estar relacionados aos fatores mecânicos e/ou neurais (Rubini, Costa & Gomes, 2007), desencadeados pela manipulação de variáveis como intensidade, volume e duração do alongamento (Apostolopoulos et al., 2018). Diante das controvérsias e lacunas presentes na literatura a respeito dos efeitos do alongamento sobre o desempenho da força muscular, a realização de estudos, experimentais ou de revisão, que tentem elucidar algumas questões relacionadas a essa temática torna-se relevante, uma vez que programas que empreguem exercícios de alongamento e força muscular em uma mesma sessão de treinamento podem ser amplamente empregados como estratégia para promoção da saúde, do condicionamento físico, de reabilitação ou melhora do desempenho atlético (Chaabene et al., 2019).

Assim o presente estudo tem por objetivo revisar sistematicamente a literatura para avaliar o efeito do alongamento sobre o desempenho da força muscular de pessoas saudáveis. Como hipótese desse estudo tem-se que, o alongamento produzirá diferentes efeitos sobre a força muscular, de acordo com o tipo de alongamento e com o protocolo utilizado. A tentar comprovar essa hipótese, essa revisão poderá permitir aos leitores compreender melhor a literatura sobre alongamento e força muscular, atualizar os conhecimentos relacionados a controvérsias levantadas anteriormente, além de possivelmente, apontar caminhos para pesquisas futuras.

MÉTODO

Protocolo e registro (PROSPERO)

Esta revisão sistemática foi realizada de acordo com as diretrizes do *Preferred Reporting Items for Systematic*

Reviews and Meta-Analysis (PRISMA), de 2019. O protocolo de realização da mesma foi registrado no PROSPERO - *International prospective register of systematic reviews*, sob o número CRD42021234239.

Crítérios de elegibilidade

Foram estabelecidos como critério de inclusão: ensaios randomizados controlados; publicados em inglês, português ou espanhol; publicados nos últimos 10 anos (Janeiro de 2011 a Dezembro de 2020); amostra composta por humanos; utilização de intervenção com treinamento de flexibilidade; presença de grupo controle sem intervenção; presença de, pelo menos, um método de avaliação da força muscular; e que os termos de busca fossem encontrados no título ou no resumo do trabalho. Como critério de exclusão utilizou-se: estudos de caso; estudos de revisão; estudos com modelo animal; estudos com grupo amostral composto por adolescentes ou crianças; estudos que não avaliaram a força muscular.

Fontes de informação e busca

Dois autores (PHVM e OCM) realizaram uma pesquisa sistemática da literatura informatizada nas bases de dados eletrônicas PubMed, Scopus e Scielo para localizar estudos que relataram explicitamente os efeitos do trabalho de flexibilidade sobre o desempenho de força muscular em pessoas aparentemente saudáveis. Os termos de pesquisa utilizados foram: (Flexibility OR Stretching) AND “Strength” OR “Hypertrophy”. Para dar conta das diferenças na sintaxe de pesquisa, modificamos apropriadamente os termos de pesquisa para outros bancos de dados. O período de pesquisa de literatura abrangeu publicações até dezembro de 2020. Antes de prosseguir com a seleção de estudos elegíveis, todas as duplicatas foram removidas. Após a remoção das duplicatas, os títulos e resumos dos artigos restantes foram selecionados independentemente por critério de relevância. Por fim, os textos completos dos trabalhos pré-selecionados foram examinados pelos dois autores acima mencionados com base nos critérios de inclusão e exclusão descritos. Discrepâncias foram discutidas entre os autores e, em caso de desacordo, um terceiro autor (CEPO) verificou a relevância do artigo e uma decisão de consenso foi tomada. A avaliação de elegibilidade dos estudos está resumida na Figura 1.

Para extração de dados dos artigos incluídos na revisão sistemática, foi utilizada uma folha de dados de Excel com campos relacionados às características do estudo, a amostra, protocolo de intervenção, duração da intervenção e principais resultados.

Avaliação de qualidade

Os artigos que atenderam aos critérios de inclusão predefinidos tiveram sua qualidade metodológica avaliada por meio

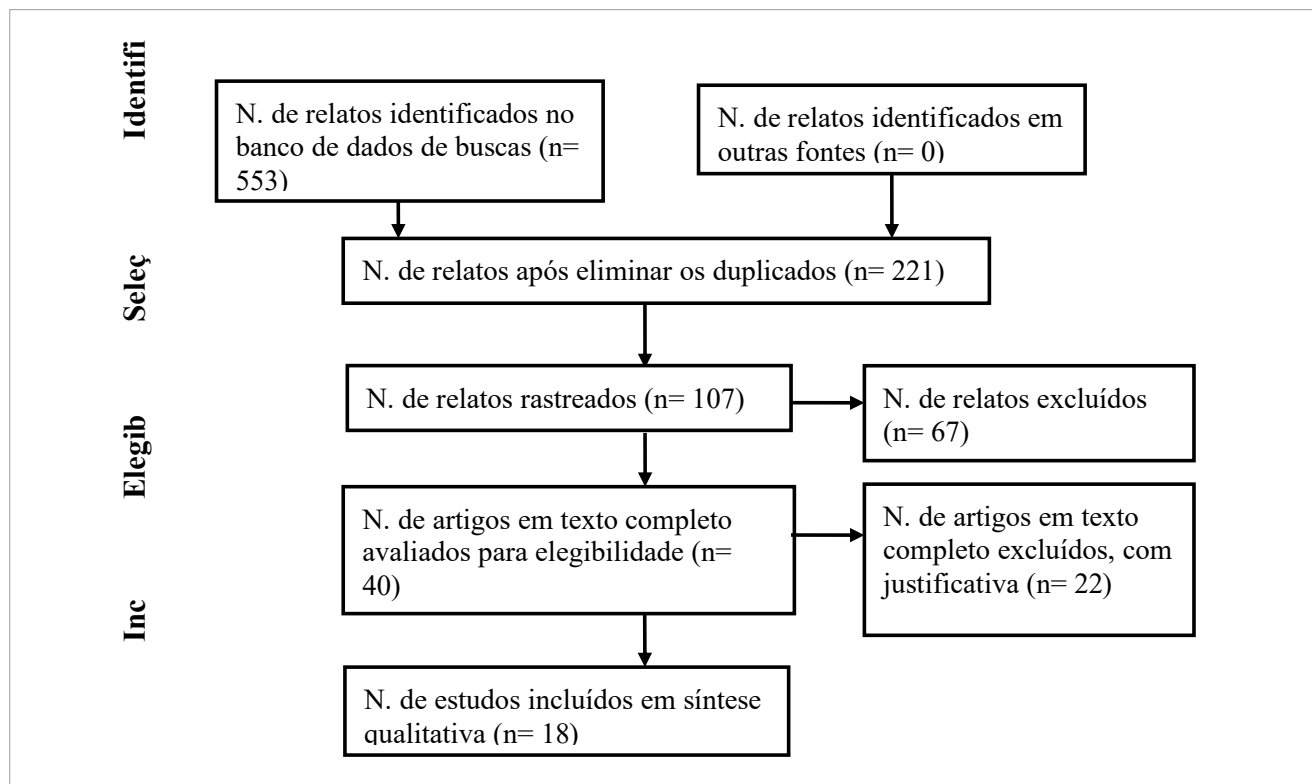


Figura 1. Diagrama de fluxo ilustrando as diferentes fases da busca e seleção dos estudos incluídos na revisão (PRISMA).

da *Physiotherapy Evidence Database scale* (PEDro). Ao avaliar cada estudo, um valor mínimo de 5/11 na escala PEDro foi considerado para inclusão na revisão sistemática, conforme descrito na . A média de pontos atingida foi de 5,72. Dos 11 quesitos avaliados, a maioria dos estudos (9 artigos) atingiu 5 pontos, 6 estudos obtiveram 7 pontos e apenas 1 deles somou 6 pontos. Apesar de média (5,72) estar abaixo da metade dos critérios e a maior pontuação ser 7/11, podemos considerar que os estudos têm boa qualidade e seus resultados não sofrem interferências dos critérios não atendidos.

Risco de viés

O risco de viés foi realizado usando RevMan 5.3 (The Nordic Cochrane Center, The Cochrane Collaboration, Copenhagen 2012. Software gratuito disponível em <http://tech.cochrane.org/revman/download>). A análise foi baseada em sete domínios: 1. Geração de sequência aleatória; 2. Ocultação de alocação; 3. Cegar os participantes e funcionários; 4. Medidas de resultados cegantes; 5. Dados de resultados incompletos; 6. Relatórios seletivos e 7. Outras tendências. Todos eles avaliam vários tipos de vieses que podem estar presentes em qualquer estudo selecionado. O risco de viés reduzido permite maior confiabilidade dos resultados observados em cada um dos testes. Os estudos incluídos nesta revisão sistemática obtiveram a classificação de baixo risco de viés. Nenhum dos

estudos apresentou a classificação de alto risco para nenhum dos sete critérios, sendo que apenas a Alocação Sigilosa (critério 2) foi classificada como risco de viés incerto. O resumo dessas análises pode ser encontrado na Tabela 2.

RESULTADOS

Um total de 221 estudos potencialmente relevantes foi identificado nas bases de dados eletrônicas PubMed, Scopus e Scielo. Após a seleção de títulos, resumos e textos completos, somente 18 estudos foram finalmente elegíveis para inclusão nesta revisão sistemática. A Figura 1 ilustra o diagrama de fluxo PRISMA.

A qualidade metodológica média dos estudos na escala PEDro foi de 5,72, com pontuações de 5 a 7. Todos os estudos foram classificados como de alta qualidade (Maroto-Izquierdo et al., 2017).

As principais características dos estudos incluídos nesta revisão com relação aos participantes, intervenções e resultados são apresentadas na Tabela 3. O número total de participantes no incluído estudos foi 396, sendo 50,74% (n= 342) alocados em grupos que sofreram intervenção com alongamento e 49,25% (n= 332) alocados em grupos controle. Do total de avaliados 263 (66,41%) eram do sexo masculino e 133 (33,59%) feminino.

Os principais tipos de alongamento utilizados foram o estático contínuo 20% (n= 5), estático intermitente 60% (n= 15) e dinâmico 20% (n= 5). Já o tempo de realização, número de séries e repetições de execução variaram entre 1 a 6 séries de 20 segundos a 16 minutos de duração, ou 2 a 3 séries de 12 a 30 repetições.

Os tipos de força avaliados nos estudos foram: força máxima isométrica (12,5%), a força máxima dinâmica (66,66%) e a potência muscular (20,83%).

Os resultados apontaram que apenas 5,5% (n= 1) dos estudos analisados demonstraram aumento da força muscular após o

Tabela 1. Avaliação da qualidade metodológica dos estudos analisados, segundo a escala PEDro.

Estudo	Cr.1	Cr.2	Cr.3	Cr.4	Cr.5	Cr.6	Cr.7	Cr.8	Cr.9	Cr.10	Cr.11	Total
Ayala et al. (2015)	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	7
Barbosa Netto et al. (2018)	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6
Bastos et al. (2014)	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	7
Bogdanis et al. (2019)	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5
César et al. (2015a)	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5
César et al. (2015b)	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5
César et al. (2018)	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5
Endlich et al. (2009)	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5
Leite et al. (2015)	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	7
Lopes et al. (2015)	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5
Lustosa et al. (2010)	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	7
Marchetti et al. (2015)	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5
Pasqua et al. (2014)	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5
Santos et al. (2014)	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5
Sekir et al. (2010)	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5
Silveira et al. (2011)	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	7
Walsh (2017)	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5

Tabela 2. Avaliação do risco de viés dos estudos analisados.

Estudo	Cr.1	Cr.2	Cr.3	Cr.4	Cr.5	Cr.6	Cr.7	Avaliação
Ayala et al. (2015)	↓	↔	↓	↓	↓	↓	↓	Baixo Risco
Barbosa Netto et al. (2018)	↓	↔	↓	↓	↓	↓	↓	Baixo Risco
Bastos et al. (2014)	↓	↔	↓	↓	↓	↓	↓	Baixo Risco
Bogdanis et al. (2019)	↓	↔	↓	↓	↓	↓	↓	Baixo Risco
César et al. (2015a)	↓	↔	↓	↓	↓	↓	↓	Baixo Risco
César et al. (2015b)	↓	↔	↓	↓	↓	↓	↓	Baixo Risco
César et al. (2018)	↓	↔	↓	↓	↓	↓	↓	Baixo Risco
Endlich et al. (2009)	↓	↔	↓	↓	↓	↓	↓	Baixo Risco
Leite et al. (2015)	↓	↔	↓	↓	↓	↓	↓	Baixo Risco
Lopes et al. (2015)	↓	↔	↓	↓	↓	↓	↓	Baixo Risco
Lustosa et al. (2010)	↓	↔	↓	↓	↓	↓	↓	Baixo Risco
Marchetti et al. (2015)	↓	↔	↓	↓	↓	↓	↓	Baixo Risco
Pasqua et al. (2014)	↓	↔	↓	↓	↓	↓	↓	Baixo Risco
Santos et al. (2014)	↓	↔	↓	↓	↓	↓	↓	Baixo Risco
Sekir et al. (2010)	↓	↔	↓	↓	↓	↓	↓	Baixo Risco
Silveira et al. (2011)	↓	↔	↓	↓	↓	↓	↓	Baixo Risco
Walsh (2017)	↓	↔	↓	↓	↓	↓	↓	Baixo Risco

↓: baixo risco; ↔: risco moderado; ↑: alto risco.

Tabela 3. Características dos estudos selecionados que avaliaram o efeito do trabalho de flexibilidade sobre o desempenho da força muscular de pessoas saudáveis.

Estudos	Amostra	Tipo de alongamento	Duração do alongamento	Intervenção	Resultados	Possível explicação
Ayala et al. (2015)	25 ♂ 24 ♀	Estático Dinâmico	2 × 30" 2 × 15 repet.	Aguda	↔FMD ↔FMD	Intensidade, posição do alongamento, tempo sobre tensão e volume insuficientes.
Barbosa Netto et al. (2018)	44 ♀ 36 ♂	Estático	3 × 20"	Aguda	↓ FDM	Fatores Mecânicos, Inibição Neural
Bastos et al. (2014)	30 ♂	Estático	1 × 30"	Aguda	↔FMD	Tempo insuficiente para alterar a estrutura muscular
Bogdanis et al. (2019)	16 ♂	Estático fracionado Estático contínuo	3 × 30" 1 × 90"	Aguda	↑ PotM ↓ PotM	Mecanismos neuromusculares
César et al. (2015a)	11 ♂	Estático	2 × 30"	Aguda	↑ ADM, ↔FMD	Volume de alongamento
César et al. (2015b)	10 ♂	Estático	3 × 10" 3 × 30"	Aguda	↑ADM, ↔PotM ↔ADM, ↑PotM	Aumento do feedback proprioceptivo
César et al. (2018)	14 ♂	Estático fracionado Estático contínuo	4 × 30" 1 × 2'	Aguda	↑ ADM, ↔FMD	N.R.
Endlich et al. (2009)	14 ♂	Estático	1 × 8' 1 × 16'	Aguda	↓ FMD	Mecanismos neurais
Leite et al. (2015)	28 ♀	Dinâmico	3 × 30 repet.	Crônica	↓ FMD	N.R.
Lopes et al. (2015)	12 ♂	Estático	6 × 45"	Aguda	↔Nº Repet.	N.R.
Lustosa et al. (2010)	12 ♀	Estático	4 × 20"	Crônica	↔FMD	Tempo insuficiente para influenciar modificações teciduais
Marchetti et al. (2015)	14 ♂	Estático fracionado Estático contínuo	6 × 1' 1 × 6'	Aguda	↑ ADM e FDM ↓ CVIM	Alteração na rigidez e alterações estruturais.
Pasqua et al. (2014)	10 ♂	Estático	1 × 30'	Aguda	↑ ADM, ↓ PotM	Tempo de alongamento, utilização de energia elástica e encurtamento reflexo.
Santos et al. (2014)	14 ♂	Dinâmico	1 × 2'20" 1 × 3'30"	Aguda	↔FMD ↔FMD	N.R.
Sekir et al. (2010)	10 ♀	Estático Dinâmico	2 × 20" 2 × 15 Repet.	Aguda	↓ CVIM ↑ CVIM	Mecanismos neuromusculares
Silveira et al. (2011)	20 ♂	Estático	1 × 10", 20", 30" ou 40"	Aguda	↔FMD	Mecanismos neurais
Walsh (2017)	7 ♂ 3 ♀	Estático Dinâmico	1 × 90" 3 × 12 repet.	Aguda	↓FMD ↔FMD	Mecanismos neuromusculares

FDM: força máxima dinâmica; ADM: amplitude de movimento; CVIM: contração voluntária isométrica máxima; PotM: potência muscular; N.R.: não relatado; Repet.: repetições; ↓ = diminuição; ↔ = sem alteração; ↑ = aumento.

trabalho de flexibilidade (César, Souza, Santos, & Gomes, 2015b), 38,8% (n= 7) apresentaram redução da força após o trabalho de flexibilidade (Endlich et al., 2009; Bastos et al., 2014; Pasqua et al., 2014; Leite et al., 2015; Marchetti et al., 2015; Barbosa Netto et al., 2018), 38,8% (n= 7) não observaram alteração da força após o trabalho de flexibilidade (Lustosa et al., 2010; Silveira, Farias, Alvarez, Bif & Vieira, 2011; Santos, Moser & Manffra, 2014; Ayala, Ste Croix, Sainz de Baranda, & Santonja, 2015; César, Paula, Paulino, Teixeira & Gomes, 2015a; Lopes, Soares,

Santos, Aoki & Marchetti, 2015; César et al., 2018), e 16,6% (n= 3) apresentaram aumento da força muscular e redução da força muscular (Walsh, 2017; Bogdanis, Donti, Tsolakis, Smilios & Bishop, 2019; Sekir, Arabaci, Akova & Kadagan, 2010).

DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão sistemática sobre o efeito do alongamento no desempenho da força

muscular de pessoas saudáveis, visto que, aparentemente existe um baixo nível de evidências científicas que sustenta a premissa de que o alongamento prévio ao treinamento de força pode causar efeitos positivos ou negativos sobre a força muscular.

Com base em uma análise dos resultados obtidos, existiu uma maior tendência para um prejuízo no rendimento da força observado em 38,8% dos estudos, ou mesmo a ausência de resultados, positivos ou negativos, também com 38,8%. Quanto aos estudos que apontaram um resultado negativo, algo importante especialmente para a prescrição de exercícios para o público de atletas, foi evidenciado por Barbosa Netto et al. (2018) que realizaram um estudo com o objetivo de analisar o efeito do alongamento estático passivo sobre a contração voluntária máxima, durante o teste de preensão manual, observaram que uma rotina de alongamento estático passivo foi responsável por reduzir a contração voluntária máxima.

Da mesma forma, Marchetti et al. (2015) compararam o efeito do alongamento estático de forma contínua e intermitente na força isométrica dos flexores de punho. No protocolo contínuo eram realizados 6 minutos ininterruptos de alongamento estático passivo e no protocolo intermitente eram realizadas seis séries de 1 minuto com 20 segundos de intervalo entre as séries. Como resultados os autores obtiveram a diminuição da força isométrica em ambos os protocolos de alongamento.

Na mesma linha, Endlich et al. (2009) desenvolveram um estudo com o objetivo de analisar o efeito agudo do alongamento estático passivo com diferentes tempos duração (AL8= 8 minutos; e AL16= 16 minutos) no desempenho da força dinâmica, medida pelo teste de 10RM de membros superiores (supino reto) e inferiores (leg-press 45°), observando que alongamento estático prévio ao treinamento de força, causou uma diminuição na força muscular dinâmica, tanto nos membros superiores, quanto nos membros inferiores. Também, Pasqua et al. (2014) que realizaram um estudo para analisar o efeito do alongamento estático sobre o desempenho no salto em profundidade, que avalia potência muscular dos membros inferiores, concluindo que a rotina de alongamento estático causou diminuição da potência muscular, com consequente redução na altura do salto.

Para analisar a influência do treinamento de força e da flexibilidade isolados ou combinados, de forma crônica, após 12 semanas de intervenção com voluntárias divididas em quatro grupos: treinamento de força; treinamento de flexibilidade; treinamento de força combinado com flexibilidade; e flexibilidade combinado com treinamento de força, Leite et al. (2015) encontraram uma redução da força muscular em todos os grupos que realizaram o treinamento de flexibilidade,

isolado ou combinado, em comparação ao grupo que realizou o treinamento de força isoladamente.

A redução da força muscular induzida pelo alongamento estático, possivelmente, é explicada por alterações em fatores mecânicos e fatores neurais associados ao controle da função neuromuscular. Entre os fatores mecânicos é aceitável postular:

1. o aumento da complacência muscular, causada pela diminuição da ativação dos fusos musculares, que está relacionada à diminuição da rigidez muscular, com consequente redução da eficácia na geração de força (Rubini et al., 2007; Di Alencar & Matias, 2010; Marchetti et al., 2015);
2. na alteração da relação comprimento-tensão, uma vez que quando os sarcômeros da fibra muscular são distanciados pelo alongamento até um maior comprimento, diminui-se a zona de sobreposição dos filamentos de actina sobre os filamentos de miosina, com consequente diminuição da tensão que pode ser gerada pela fibra (Endlich et al., 2009; Di Alencar & Matias, 2010);
3. alterações nas propriedades viscoelásticas músculo-tendíneas, especialmente relacionadas à estrutura elástica da titina e a complacência tendínea (Rubini et al., 2007);
4. alteração da histerese da unidade músculo-tendínea, a qual pode ser caracterizada pela perda de energia (conversão em calor) nos tecidos viscoelásticos quando submetidos a cargas e descargas (Marchetti et al., 2015);
5. tempo do alongamento estático, que diminui a utilização da energia elástica armazenada no ciclo de alongamento-encurtamento e altera a sensibilidade do encurtamento reflexo (Pasqua et al., 2014).

Já entre os fatores neurais, a redução da força muscular induzida pelo alongamento estático poderia ser explicada por:

1. um aumento do reflexo de relaxamento, que induz a redução no recrutamento de unidades motoras, por induzir a diminuição da sensibilidade dos fusos musculares, com consequente redução da ativação dos motoneurônios fásicos eferentes (Rubini et al., 2007; Barbosa Netto et al., 2018);
2. ativação dos nociceptores e dos órgãos tendinosos de Golgi, que contribuem para diminuição da excitabilidade dos motoneurônios alfa (Endlich et al., 2009);
3. aumento do sinal inibitório dos motoneurônios alfa gerado pelos receptores articulares tipo III e IV (Rubini et al., 2007).

Outra informação que talvez possa ser relevante na explicação da redução do desempenho muscular causado pelo alongamento, está relacionada ao tipo de alongamento empregado nesses estudos, que foi o alongamento estático. Talvez esse tipo de alongamento seja aquele que mais induz àquelas alterações nos fatores neurais e/ou mecânicos que culminam na redução da capacidade do músculo em gerar tensão.

É importante considerar que sendo verdadeira essa situação, torna-se necessário haver uma ampla mudança na abordagem de prescrição de exercícios, tendo em vista que é extremamente habitual, se observar a realização de exercícios de flexibilidade antes da realização de exercícios de força, especialmente entre atletas.

Por outro lado, foram observados estudos em que a realização do alongamento não produziu alterações significativas nos níveis de força. César et al. (2018) realizaram um estudo para verificar o efeito de duas rotinas distintas de alongamento estático com mesmo volume total (AL30: 4 séries de 30 segundos; e AL2: 2 minutos contínuos), sobre a ativação muscular e o desempenho da força. Os autores observaram que nenhuma das duas rotinas prejudicou a força muscular de forma aguda. Em outro estudo realizado por César et al. (2015a), com o objetivo de determinar os efeitos agudos do alongamento (2 séries de 30s de alongamento estático passivo) sobre os níveis de amplitude de movimento (ADM) e sobre a força muscular em dois ângulos articulares, também foi observado que a rotina de alongamento com volumes reduzidos não prejudicou o desempenho de força medido pelo teste de 10 RM.

Nessa mesma linha, Lopes et al. (2015) realizaram um estudo para determinar o efeito do alongamento estático passivo (6 séries de 45 segundos de alongamento por 15 segundos de intervalo para o músculo peitoral maior) no desempenho de séries múltiplas em indivíduos treinados, concluindo que a realização do alongamento estático não alterou a força muscular dos indivíduos. Igualmente, em estudo de Silveira et al. (2011), que avaliou os efeitos do alongamento estático com diferentes durações (10, 20, 30 e 40 segundos) sobre ativação muscular e desempenho da força, avaliado por meio de um teste de repetições até a falha concêntrica, também não foi observado nenhum efeito da realização do alongamento sobre os níveis de força muscular. Além disso, Bastos et al. (2014) compararam a influência aguda do alongamento estático sobre a força muscular máxima nos exercícios supino reto e cadeira extensora. Para a coleta de dados o grupo experimental realizou um alongamento com duração de 10 segundos e imediatamente após foi executado um teste de 1RM. Em seguida o voluntário realizou mais um alongamento estático com duração de 30 segundos e mais um teste de 1RM. Já o grupo controle realizou primeiro o teste de 1RM e, após 30

segundos de descanso, realizou mais um teste de 1RM. Com base nos resultados do estudo, o alongamento estático prévio ao treinamento de força não causou perda de força muscular.

Ainda de forma aguda, mas utilizando estratégias com alongamento dinâmico, Ayala et al. (2015) examinaram os efeitos de duas rotinas de alongamento (estático: 2 séries de 30 segundos; e dinâmico: 2 séries de 15 repetições) de curta duração para os membros inferiores sobre o pico de força em um dinamômetro isocinético, concluindo que rotinas curtas de alongamento dinâmico e estático não afetam o desempenho da força muscular. Da mesma forma, Santos et al. (2014) estudaram os efeitos agudos de dois protocolos de alongamento dinâmico, um com curta duração (2 minutos e 20 segundos) e outro com longa duração (3 minutos e 30 segundos) sobre a força muscular dos membros inferiores (flexão do joelho) em dinamômetro isocinético, observando que o alongamento dinâmico, de curta ou de longa duração, não altera o desempenho da força muscular.

De forma crônica, Lustosa et al. (2010) verificaram o impacto do alongamento estático passivo (4 séries de 20 segundos) no ganho de força dos músculos extensores de joelho após um programa de treinamento de força com duração de 10 semanas, em mulheres idosas. As voluntárias foram divididas em dois grupos: grupo de treinamento com alongamento prévio; e grupo de treinamento sem alongamento prévio. A força muscular das voluntárias foi medida utilizando-se um dinamômetro isocinético para os músculos flexores e extensores do joelho. Os resultados encontrados por Lustosa et al. (2010) demonstraram que o alongamento estático prévio ao treinamento de força não afetou o ganho de força muscular.

Numa tentativa de explicar as possíveis causas para a falta de alterações (positivas ou negativas) induzidas pelo alongamento na força muscular, alguns autores postulam que a duração (Lustosa et al., 2010; Bastos et al., 2014; César et al., 2015a) e/ou a intensidade (Moreira et al., 2021) do protocolo de alongamento possa ser um fator chave, uma vez que rotinas de alongamento de curta duração, com intensidades muito baixas parecem não ser suficientes para induzirem alterações nos fatores mecânicos, como a redução na rigidez passiva da unidade músculo-tendínea (Bastos et al., 2014; César et al., 2015a).

Também são encontrados na literatura estudos em que o alongamento causou perda, ganho, ou nenhuma alteração da força muscular de acordo da rotina utilizada, como é o caso do estudo realizado Bogdanis et al. (2019), que examinou a influência do alongamento estático, intermitente (3 séries de 30 segundos com 30 segundos de intervalo) ou contínuo (uma série de 90 segundos), sobre a altura do salto

contra movimento, concluindo que o alongamento estático intermitente apresentou melhoras no salto contra movimento, enquanto o alongamento estático contínuo causou efeitos deletérios sobre a saltabilidade. Da mesma forma, César et al. (2015b), que avaliaram o efeito de duas rotinas de alongamento estático com mesmo volume (AL10s: 3 séries de 10 segundos; e AL30s: uma série de 30 segundos) para os músculos quadríceps femoral, isquiotibiais e tríceps sural, sobre amplitude de movimento de flexão e de extensão de joelho e sobre a altura do salto contra movimento em homens ativos fisicamente, observaram que a rotina de AL30s aumentou a amplitude de movimento e não afetou a saltabilidade, enquanto a rotina de AL10s aumentou o desempenho no salto contra movimento, sem alterar a amplitude de movimento.

Comparando tipos de alongamento, estático e dinâmico, o estudo de Sekir et al. (2010), que analisou o efeito do alongamento, estático (duas séries de 20 segundos com 15 segundos de intervalo entre as séries) ou dinâmico (duas séries com 15 repetições e intervalos de 15 segundos entre as séries), sobre a força muscular medida por dinamômetro isocinético, apresentou achados que o alongamento estático promoveu redução do pico de torque e da atividade eletromiográfica muscular, enquanto o alongamento dinâmico promoveu melhora no pico de torque e na atividade eletromiográfica muscular. Por outro lado, Walsh (2017), que determinou o efeito do alongamento dinâmico (3 séries de 12 repetições) e do alongamento estático (90 segundos contínuos) sobre a força muscular de membros inferiores, observando que o alongamento dinâmico não alterou a força muscular, porém, o alongamento estático causou efeitos deletérios sobre a mesma.

A melhora dos índices de força com a realização prévia do alongamento foi o resultado menos prevalente do levantamento realizado nesta revisão, sendo visto por três estudos (Sekir et al., 2010; César et al., 2015b; Bogdanis et al., 2019). Diferentemente dos efeitos deletérios, que foram causados exclusivamente por protocolos com alongamento estático, a melhora do desempenho muscular foi causada por alongamento estático intermitente (César et al., 2015b; Bogdanis et al., 2019) e alongamento dinâmico (Sekir et al., 2010). Rotinas de alongamento intermitentes podem reduzir a histerese na estrutura músculo-tendínea, diminuindo a dissipação de energia nos tecidos após alongamento, favorecendo assim o desempenho concêntrico em exercícios que envolvam o ciclo alongamento encurtamento (César et al., 2015b). Já rotinas com alongamento dinâmico podem servir como fonte de potenciação pré-ativação nos grupamentos musculares submetidos às mesmas, com reflexos diretos na maior ativação neural desses músculos (Walsh, 2017).

Como principais limitações observadas no presente estudo, tem-se o emprego de distintas estratégias para realizar o alongamento, número de repetições, séries, tempo de realização, bem como o tipo de método empregado, que trazem uma heterogeneidade aos resultados e dificultam a análise dos dados. Tendo em vista que a manipulação dessas variáveis pode alterar a resposta de ambas variáveis (flexibilidade e força), como apontamentos futuros, sugere-se que os trabalhos busquem uma padronização metodológica, a partir dos trabalhos já publicados, objetivando a produção de resultados que esclareçam de forma mais detalhada os efeitos do alongamento prévio sobre as diferentes manifestações da força muscular.

CONCLUSÕES

A presente revisão sistemática apresenta uma análise qualitativa dos estudos que avaliaram o efeito do alongamento sobre a força muscular em pessoas aparentemente saudáveis. A maioria dos estudos que empregou um protocolo com alongamentos estáticos apresentou uma redução no desempenho muscular, seja ele na força máxima isométrica, força máxima dinâmica ou potencia muscular. Por outro lado, os estudos que apresentaram melhora do desempenho muscular induzida pelo alongamento utilizaram o alongamento estático intermitente ou o alongamento dinâmico, sugerindo esses tipos de alongamento como uma possível estratégia de potenciação pré-ativação.

Como implicação prática, têm-se em princípio a não realização de exercícios de alongamento, especialmente de forma estática, antes da realização de atividades com manifestação de força, pois existe uma clara tendência de prejuízo do rendimento. Em uma periodização seria recomendável separar os horários de treinamento destas duas qualidades físicas.







No entanto, devido às diferenças metodológicas apresentadas pelos estudos analisados e pela divergência dos resultados apresentados pelos mesmos, ainda não é possível estabelecer qual tipo de alongamento seria mais benéfico para a força muscular, nem qual tipo de alongamento seria mais prejudicial, de forma definitiva.

REFERÊNCIAS

- Apostolopoulos, N. C., Lahart, I. M., Pyley, M. J., Taunton, J., Nevill, A. M., Koutedakis, Y., Wyon, M., & Metsios, G. S. (2018). The effects of different passive static stretching intensities on recovery from unaccustomed eccentric exercise: a randomized controlled trial. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 43(8), 806-815. <https://doi.org/10.1139/apnm-2017-0841>
- Ayala, F., Ste Croix, M., Sainz de Baranda, P., & Santonja, F. (2015). Acute effects of two different stretching techniques on isokinetic strength and power. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 8(3), 93-102. <https://doi.org/10.1016/j.ramd.2014.06.003>

- Barbosa Netto, S., Veloso, L. G., d'acelino-e-Porto, O. S., & Almeida, M. B. de. (2018). Efeito do alongamento unilateral no desempenho de força contralateral. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 11(2), 89-92. <https://doi.org/10.1016/j.ramd.2016.05.001>
- Bastos, C. L. B., Rosário, A. C. S., Portal, M. N. D., Rodrigues Neto, G., Silva, A. J., & Novaes, J. S. (2014). Influência aguda do alongamento estático no comportamento da força muscular máxima. *Motricidade*, 10(2), 90-99. [http://doi.org/10.6063/motricidade.10\(2\).3077](http://doi.org/10.6063/motricidade.10(2).3077)
- Bogdanis, G. C., Donti, O., Tsolakis, C., Smilios, I., & Bishop, D. J. (2019). Intermittent but not continuous static stretching improves subsequent vertical jump performance in flexibility-trained athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(1), 203-210. <http://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001870>
- César, E. P., Paula, C. A. P., Paulino, D., Teixeira, L. M. L., & Gomes, P. S. C. (2015a). Efeito agudo do alongamento estático sobre a força muscular dinâmica no exercício supino reto realizado em dois diferentes ângulos articulares. *Motricidade*, 11(3), 20-28. <https://doi.org/10.6063/motricidade.2890>
- César, E. P., Silva, T. K., Rezende, Y. M., & Alvim, F. C. (2018). Comparação de dois protocolos de alongamento para amplitude de movimento e força dinâmica. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 24(1), 20-25. <https://doi.org/10.1590/1517-869220182401160677>
- César, E. P., Souza, D. V. B. C., Santos, T. M., & Gomes, P. S. C. (2015b). Efeito agudo de diferentes rotinas de alongamento estático sobre o salto com contramovimento. *Revista da Educação Física UEM*, 26(2), 279-288. <https://doi.org/10.4025/reveducfis.v26i2.24606>
- Chaabene, H., Behm, D. G., Negra, Y., & Granacher, U. (2019). Acute effects of static stretching on muscle strength and power: an attempt to clarify previous caveats. *Frontiers in Physiology*, 10, 1468. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01468>
- Di Alencar, T. A. M., & Matias, K. F. S. (2010). Physiological principles of warm-up and muscle stretching on sports activities. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 16(3), 230-234. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922010000300015>
- Endlich, P. W., Farina, G. R., Dambroz, C., Gonçalves, W. L. S., Moysés, M. R., Mill, J. G., & Abreu, G. R. (2009). Efeitos agudos do alongamento estático no desempenho da força dinâmica em homens jovens. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 15(3), 200-203. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922009000300007>
- Fragala, M. S., Cadore, E. L., Dorgo, S., Izquierdo, M., Kraemer, W. J., Peterson, M. D., & Ryan, E. D. (2019). Resistance training for older adults: position statement from the National Strength and Conditioning Association. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(8), 2019-2052. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003230>
- Leite, T., de Souza Teixeira, A., Saavedra, F., Leite, R. D., Rhea, M. R., & Simão, R. (2015). Influence of strength and flexibility training, combined or isolated, on strength and flexibility gains. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(4), 1083-1088. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000719>
- Lopes, C. R., Soares, E. G., Santos A. L. R., Aoki, M. S., & Marchetti, P. H. (2015). Efeitos do alongamento passivo no desempenho de séries múltiplas no treinamento de força. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 21(3), 224-229. <https://doi.org/10.1590/1517-869220152103145780>
- Lustosa, L. P., Pacheco, M. G. M., Liu, A. L., Gonçalves, W. S., Silva, J. P., & Pereira, L. S. M. (2010). Impacto do alongamento estático no ganho de força muscular dos extensores de joelho em idosas da comunidade após um programa de treinamento. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 14(6), 497-502. <https://doi.org/10.1590/S1413-35552010000600008>
- Marchetti, P. H., Mattos, V. J. P., Serpa, E. P., Silva, J. J., Soares, E. G., Paulodeto, A. C., ..., Gomes, W. A. (2015). Alongamento intermitente e contínuo aumentam a amplitude de movimento e reduzem a força dos flexores de punho. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 21(6), 416-420. <https://doi.org/10.1590/1517-869220152106152116>
- Maroto-Izquierdo, S., García-López, D., Fernandez-Gonzalo, R., Moreira, O. C., González-Gallego, J., & De Paz, J. A. (2017). Skeletal muscle functional and structural adaptations after eccentric overload flywheel resistance training: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(10), 943-951. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.03.004>
- Moreira, O. C., Cardozo, R. M. B., Vicente, M. A., Matos, D. G., Mazini Filho, M. L., Guimaraes, M. P., ..., Oliveira, C. E. P. (2021). Acute effect of flexibility work prior to resistance training on morphological, functional and electrophysiological indicators of skeletal muscle in young men. *Sport Sciences for Health*, 18, 193-202. <https://doi.org/10.1007/s11332-021-00793-0>
- Pasqua, L. A., Okuno, N. M., Damasceno, M. V., Lima-Silva, A. E., & Bertuzzi, R. (2014). Impact of acute static-stretching on the optimal height in drop jumps. *Motriz: Revista da Educação Física*, 20(1), 65-70. <https://doi.org/10.1590/S1980-65742014000100010>
- Rubini, E. C., Costa, A. L., & Gomes, P. S. (2007). The effects of stretching on strength performance. *Sports Medicine*, 37(3), 213-224. <https://doi.org/10.2165/00007256-200737030-00003>
- Santos, C. F., Moser, A. D. L., & Manfra, E. F. (2014). Acute effects of short and long duration dynamic stretching protocols on muscle strength. *Fisioterapia em Movimento*, 27(2), 281-292. <https://doi.org/10.1590/0103-5150.027.002.AO13>
- Sekir, U., Arabaci, R., Akova, B., & Kadagan, S. M. (2010). Acute effects of static and dynamic stretching on leg flexor and extensor isokinetic strength in elite women athletes. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20(2), 268-281. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.00923.x>
- Silveira, R. N., Farias, J. M., Alvarez, B. R., Bif, R., & Vieira, J. (2011). Efeito agudo do alongamento estático em músculo agonista nos níveis de ativação e no desempenho da força de homens treinados. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 17(1), 26-30. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922011000100005>
- Walsh, G. S. (2017). Effect of static and dynamic muscle stretching as part of warm up procedures on knee joint proprioception and strength. *Human Movement Science*, 55, 189-195. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2017.08.014>

Resistance training variables on muscle hypertrophy: a systematic review

Wanderson Matheus Lopes Machado¹ , Claudia Eliza Patrocínio de Oliveira^{1,2} , Francielle de Assis Arantes² , Dihogo Gama de Matos³ , Sérgio Maroto-Izquierdo^{4,5} , Osvaldo Costa Moreira^{1,6*} 

ABSTRACT

Resistance training (RT) is a widely practised type of training, and the number of adherents of this type of physical exercise is increasing each year. Among the most sought objectives of those who initiate RT is muscle hypertrophy, although success in this process depends on a well-designed protocol and good manipulation of training variables. The present study aims to analyse, through a systematic review, the impact of the RT variables (such as intensity, volume, recovery interval, execution speed, and concentric muscle failure) relevant to muscle hypertrophy and if there is an ideal range for each training variable. The research was carried out in the PubMed, Web of Science, Scopus and Scielo databases from 2000 to 2020, using the terms “resistance training” and “hypertrophy” and “intensity” or “volume” or “recovery interval” or “execution speed” or “muscular failure”. Twenty-three articles were included in the review. The PEDro scale was used to analyse the quality of the selected articles. It was concluded that the variables intensity and volume must be carefully analysed in a training program. Despite not having a direct impact on hypertrophy, the other variables affect the intensity and volume and must be manipulated according to what is intended with the others.

KEYWORDS: muscle strength; hypertrophy; resistance training.

INTRODUCTION

Resistance training (RT) is one of the most popular physical exercise forms in sports performance and health-related environments. RT is generally used to refer to strength exercise training using some external load and equipment. Thus, by means of systematically demanding muscle activation in the involved musculature to overcome a certain external resistance, RT leads to increase muscle force-generating capacity, elicits a hypertrophic response or enhances muscular endurance (ACSM, 2009; Schoenfeld, Peterson, Ogborn, Contreras, & Sonmez, 2015; Moreira et al., 2019).

Initially, RT programs promote increased strength, initially dependent on neural adaptations. Subsequently, both neural and hypertrophic factors account for these strength

gains, with hypertrophic factors becoming predominant after the first 3-5 weeks of training (Moritani & DeVries, 1979). To trigger muscle hypertrophy, a longer period of training is needed to increase the contractile protein contained in all muscle fibres (Morton et al., 2018). Thus, muscle hypertrophy can be considered a result of the expansion of the contractile elements in series and the extracellular matrix of muscle fibre, caused by the addition of sarcomeres in series and myofibrils in parallel or by an increase of fluid content and non-contractile elements in the extracellular matrix (Schoenfeld, 2010).

The correct manipulation of some variables of the RT program can maximise hypertrophic gains and improve muscle fitness levels (ACSM, 2009). In this sense, to promote muscle hypertrophy, it is recommended to perform the RT at an

¹Graduate Program in Nutrition and Health, Universidade Federal de Lavras – Lavras (MG), Brazil.

²Department of Physical Education, Universidade Federal de Viçosa – Viçosa (MG), Brazil.

³Cardiovascular and Physiology of Exercise Laboratory, University of Manitoba – Manitoba, Canada.

⁴Department of Health Sciences, European University Miguel de Cervantes – Valladolid, Spain.

⁵Proporción A, Applied Sports Science Center – Valladolid, Spain.

⁶Institute of Biological Sciences and Health, Universidade Federal de Viçosa – Florestal (MG), Brazil.

*Corresponding author: Institute of Biological Sciences and Health, Universidade Federal de Viçosa, Campus Florestal, Rodovia LMG 818, km 6, Campus Universitário – CEP: 35690-000 – Florestal (MG), Brazil. E-mail: osvaldo.moreira@ufv.br

Conflict of interests: nothing to declare. Funding: none.

Received: 06/07/2021. **Accepted:** 11/13/2021.

intensity of 70 to 85% of a maximum repetition (1RM) for debutants and/or intermediate individuals and from 70 to 100% of 1RM for advanced individuals (ACSM, 2009). The training volume can be defined as series \times repetitions \times load, and it is assumed to be one of the most important variables in RT to promote muscle hypertrophy (Schoenfeld, Ogborn, & Krieger, 2017b). In the same line, one of the most neglected RT variables is the rest interval between sets, exercises and training sessions (Suchomel, Nimphius, Bellon, & Stone, 2018). Still, this variable is associated with muscle hypertrophy, promoting increased metabolic stress (Schoenfeld, 2010). In this sense, it seems that a large number of rest intervals can be used effectively to target hypertrophy, but it depends heavily on its relationship with training intensity. Another variable associated with muscle hypertrophy is the execution speed (ACSM, 2009; Schoenfeld, 2010). It seems that the variation in the use of different speeds guarantees better hypertrophic effects for advanced individuals in the long run (ACSM, 2009). Finally, training performed to failure also increases metabolic stress, thus enhancing the hypertrophic response (Schoenfeld, 2010).

However, manipulation of RT variables can directly impact the success or failure of a determined training program. Therefore, it is necessary to determine to what extent the intensity of RT could maximise the hypertrophic gains induced by training or what is the relationship between training volume and muscle hypertrophy in order to establish which would be the best options for setting up a training program, or also which rest interval would be most associated with muscle hypertrophy, or yet what would be the ideal RT speed for maximising hypertrophic, or finally to establish the magnitude of the RT up to the concentric failure on the hypertrophic gains, to assist coaches in manipulating this variable and achieving training objectives and also to indicate or contraindicate this practice.

Thus, this study aimed to systematically review the current literature about RT variables (intensity, volume, rest interval, execution velocity and muscle failure) for inducing muscle hypertrophy; and determine the optimal RT prescription dosage to promote muscle hypertrophic effects.

METHODS

This systematic review was designed following the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses Protocols (PRISMA-P) (Moher, Liberati, Tetzlaff & Altman, 2009). The PRISMA-P statement includes 27 points, grouped in 17 kinds of items checklist, and it is designed to be used as a basis for reporting a systematic review of randomised trials.

A review protocol was registered for this review PROSPERO CRD42021273700.

Eligibility criteria

The inclusion criteria were: studies published in English; sample composed of healthy humans; use of RT as a training method; minimum intervention of six weeks; comparison of at least two protocols associated with at least one of the variables (intensity, volume, rest interval, speed of execution and muscle failure); studies with at least one method of analysing hypertrophy.

Exclusion criteria were used: case studies; review studies; studies with animal model; studies with people with a disease or disability; studies with a sample group composed of the elderly, adolescents or children; studies that used other training methods, in addition to RT; studies that used blood flow restriction in RT; studies that did not assess muscle hypertrophy.

Information sources

A systematic, computerised search of the literature in PubMed, Web of Science, Scopus and Scielo was conducted by two researchers (WMLM and CEPO) with controlled vocabulary and keywords related to resistance training and muscle hypertrophy. Our search time frame was restricted to 20 years (January 2000 to December 2020).

Search strategy

We developed our search strategy based on others reviews and meta-analysis of Maroto-Izquierdo et al. (2017) and Moreira et al. (2019). To do this, the search strategy by previous reviews in the field of RT and muscle hypertrophy was used (Schoenfeld, Wilson, Lowery, & Krieger, 2016b; Schoenfeld, Grgic, Ogborn, & Krieger, 2017a; Schoenfeld et al., 2017b). The search language was restricted to English, and a filter containing Medical Subject Headings (MeSH) terms was applied. A more specific search included the terms *Intensity*: (“resistance training” OR “resistance exercise” OR “strength training” OR “strength exercise” OR “weight training” OR “weight exercise”) AND (“intensity” OR “load” OR “loading” OR “training load” OR “high-load” OR “high load” OR “low-load” OR “low load” OR “high intensity” OR “low-intensity” OR “higher-repetition” OR “lower-repetition” OR “exercise load” OR “training load”) AND (“hypertrophy” OR “muscle hypertrophy” OR “muscular hypertrophy” OR “muscle fibre” OR “muscle fiber” OR “muscle thickness” OR “CSA” OR “cross-sectional area” OR “muscle size” OR “muscle mass”); *Volume*: (“resistance training” OR “resistance exercise” OR “strength training”

OR “strength exercise” OR “weight training” OR “weight exercise”) AND (“volume” OR “frequency” OR “frequencies” OR “single sets” OR “multiple sets” OR “training frequency” OR “split training” OR “total body training” OR “split-routine” OR “split weight training”) AND (“hypertrophy” OR “muscle hypertrophy” OR “muscular hypertrophy” OR “muscle fibre” OR “muscle fiber” OR “muscle thickness” OR “CSA” OR “cross-sectional area” OR “muscle size” OR “muscle mass”); *Rest Interval*: (“resistance training” OR “resistance exercise” OR “strength training” OR “strength exercise” OR “weight training” OR “weight exercise”) AND (“rest interval” OR “rest period” OR “recovery” OR “recovery time” OR “inter-set rest interval”) AND (“hypertrophy” OR “muscle hypertrophy” OR “muscular hypertrophy” OR “muscle fibre” OR “muscle fiber” OR “muscle thickness” OR “CSA” OR “cross-sectional area” OR “muscle size” OR “muscle mass”); *Execution Speed*: (“resistance training” OR “resistance exercise” OR “strength training” OR “strength exercise” OR “weight training” OR “weight exercise”) AND (“execution speed” OR “repetition velocity” OR “repetition speed” OR “repetition duration” OR “repetition tempo” OR “tempo of movement” OR “slow movement” OR “slow-speed” OR “velocity of movement” OR “time under tension” OR “concentric duration” OR “eccentric duration” OR “cadence”) AND (“hypertrophy” OR “muscle hypertrophy” OR “muscular hypertrophy” OR “muscle fibre” OR “muscle fiber” OR “muscle thickness” OR “CSA” OR “cross-sectional area” OR “muscle size” OR “muscle mass”); *Concentric Failure*: (“resistance training” OR “resistance exercise” OR “strength training” OR “strength exercise” OR “weight training” OR “weight exercise”) AND (“concentric failure” OR “repetition failure” OR “failure training” OR “non-failure training” OR “non failure training” OR “muscular failure” OR “muscle failure” OR “muscle fatigue” OR “muscular fatigue” OR “muscular exhaustion” OR “to failure” OR “not to failure” OR “volitional interruption” OR “volitional failure” OR “repetition maximum” OR “maximal repetitions”) AND (“hypertrophy” OR “muscle hypertrophy” OR “muscular hypertrophy” OR “muscle fibre” OR “muscle fiber” OR “muscle thickness” OR “CSA” OR “cross-sectional area” OR “muscle size” OR “muscle mass”).

Selection process

The selection of studies was made independently by two reviewers (WMLM and CEPO), as differences included in the inclusion of any article were made by consensus between the two reviewers. In cases where discrepancies could not be resolved, the final decision was made by another independent researcher (OCM).

Data collection process/Data items

The search and selection of studies included in the review were performed by two authors (WMLM) and (CEPO). The main items extraction form was used to report systematic reviews and meta-analyses (Moher et al., 2009), organised chronologically in Figure 1. The last search performed was in December 2020. Of the studies initially found, 58 were selected after reading the title. Afterwards, the abstract was read, and 31 studies were selected. Then, the selected articles were read in full. From there, 23 articles were selected that were considered suitable for inclusion in the analysis, based on the criteria described in the item eligibility criteria. Tables 2, 3, 4, 5 and 6 summarise the studies included in the analysis according to each variable presented, where they are elucidated: Publication data (authors and year of publication); Sample characteristics (number, sex, age); Variable used (intensity, volume, rest interval, execution speed, muscle failure); Training methods applied and exercises used; Intervention duration (weeks and frequency); Measures Used; Results.

Quality assessment

Methodological quality was assessed using the PEDro scale (1999). The included articles were independently assessed by two reviewers (WMLM and CEPO), taking into account criteria 1, 8, 10 and 11, with 4 points being the maximum score achieved. Divergences between the reviewers' analyses were resolved by consensus. Among the 19 studies included in this systematic review, 18 achieved 4 points on the PEDro scale, and 1 (Schoenfeld, Peterson, Ogborn, Contreras, & Sonmez, 2015) achieved 3 points (items 8, 10 and 11). Table 1 displays the main results of quality assessment from the included studies.

RESULTS

At the end of the analysis and selection of articles for the intensity variable, the articles included were (Holm et al., 2008; Mitchell et al., 2012; Mangine et al., 2015; Schoenfeld et al., 2015; Jenkins et al., 2017; Lasevicius et al., 2018).

Volume

At the end of the analysis and selection of articles for the volume variable, the articles included were (Sooneste, Tanimoto, Kakigi, Saga, & Katamoto, 2013; Schoenfeld et al., 2014; Radaelli et al., 2015; Barcelos et al., 2018; Ochi et al., 2018; Yue et al., 2018; Saric et al., 2019; Schoenfeld et al., 2019).

Rest interval

At the end of the analysis and selection of articles for the rest interval variable, the articles included were (Buresh,

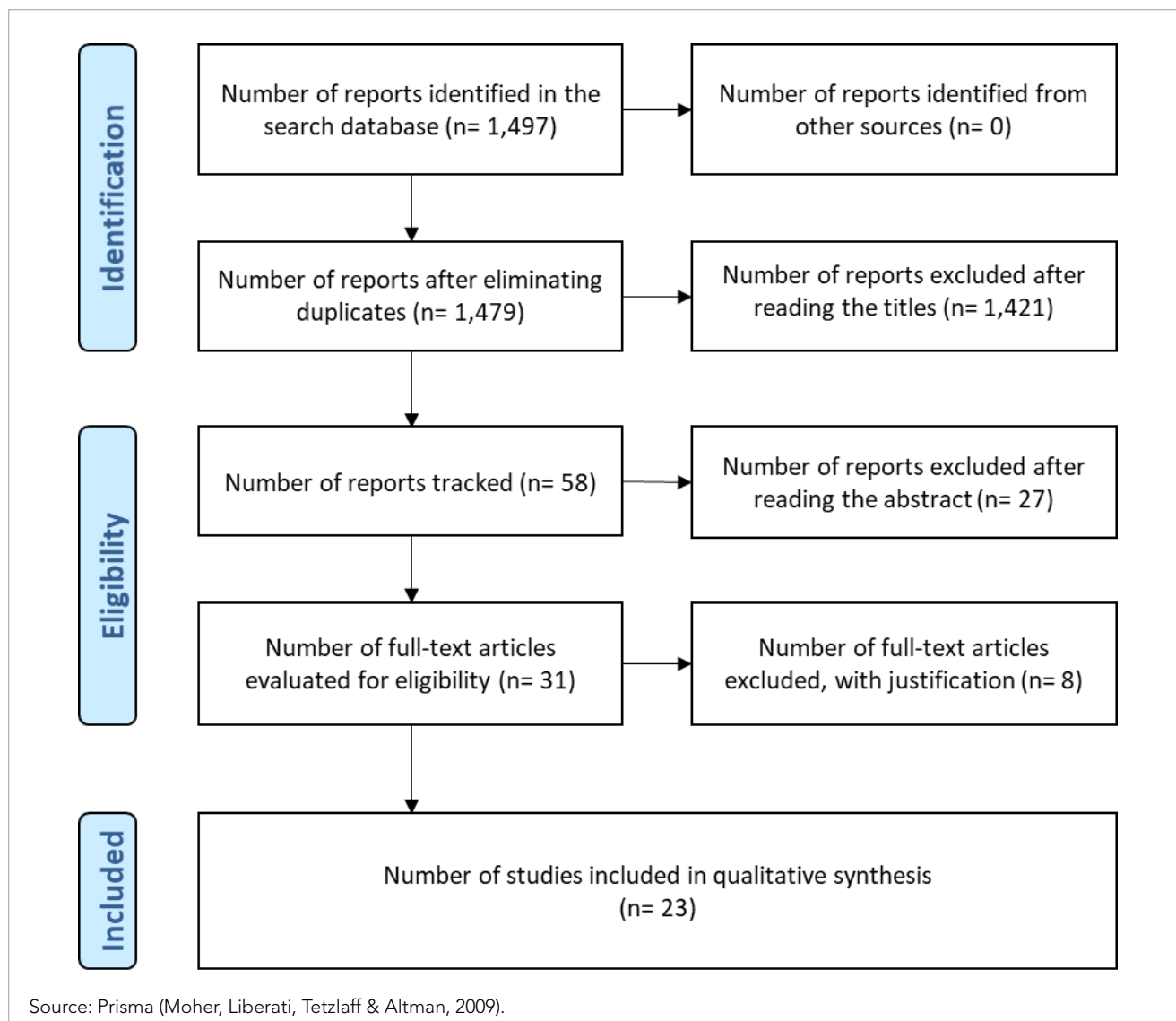


Figure 1. Flow diagram illustrating the different phases of the search and selection of studies included in the review.

Berg, & French, 2009; Schoenfeld et al., 2016a; Fink, Schoenfeld, Kikuchi, & Nakazato, 2017; Fink, Kikuchi, & Nakazato, 2018).

Execution speed

At the end of the analysis and selection of articles for the execution speed variable, the articles included were (Tanimoto & Ishii, 2006; Tanimoto et al., 2008; Schuenke et al., 2012).

Concentric muscle failure

At the end of the analysis and selection of articles for the concentric muscle failure variable, the articles included were (Martorelli et al., 2017; Carroll et al., 2019).

Intensity

In the studies by Mitchell et al. (2012) and Jenkins et al. (2017), groups of 80% of 1RM and 30% of 1RM were analysed, in which significant improvements were found in both groups, however, no inter-group differences were found. In the study by Lasevicius et al. (2018), a greater intensity range and a larger number of groups were used, in which there was a significant improvement in all groups 20% of 1RM, 40% of 1RM, 60% of 1RM, 80% of 1RM, however, group 20 % showed an improvement below the other groups, which had similar improvement. In the study by Holm et al. (2008), the difference in inter-group intensities was also high, with one group of 70% of 1RM and the other group 15.5% of 1RM. Both groups showed improvement, however, only the 70%

group showed a significant difference in the middle of the leg, and the cross-sectional area of the quadriceps had a significantly greater improvement in the 70% group. The findings obtained in the analysed studies bring us a new hypothesis for the range of working intensities in hypertrophy, in which a range of 70 to 85% of 1RM was recommended for beginners (American College of Sports Medicine, 2009), being suggested that this range can start at 30% of 1RM, without a lesser magnitude in hypertrophic gains. One of the justifications for not using intensities below the recommended range was that, despite causing metabolic stress, the lower intensities were not able to recruit motor units of higher threshold (Schoenfeld, 2010). Corroborating the findings of the present study are the meta-analyses by Schoenfeld et al., (2016b) and Schoenfeld et al. (2017b), in which the authors state that even at low intensities, hypertrophic gains are similar to gains obtained at higher intensities. The only study analysing the intensity variable that used a sample composed of trained individuals was that of Schoenfeld et al. (2015), in which a group of 30-50% of 1RM and one of 70-80% of

1RM were analysed, and the inter-group results were similar for elbow flexors, elbow extensors and femoral quadriceps. These results corroborate the findings of the present study for untrained individuals, however, it is not possible to state that for trained individuals, the gains will be similar since only one study in the sample was composed of trained individuals. The study by Schoenfeld et al. (2016b) found a small tendency for greater growth when using higher intensities. The authors mention that, for more experienced individuals' training, it is necessary to use more demanding protocols, including the use of higher intensities.

The work of Mangine et al. (2015) compared a group of 90% of 1RM with a group of 70% of 1RM, where the volume and the rest interval were different. More marked improvements were found in the lean mass of the arm and the leg for the group that trained at 90% of 1RM. However, the groups that were analysed had very different protocols, with one group performing 4 sets of 3 to 5 repetitions with 90% of 1 RM and interval between sets of 3 minutes, while the other group performed 4 sets of 10 to 12 repetitions with 70% of 1RM and interval between sets of 1 minute, therefore it is impossible to attribute hypertrophic gains only to the intensity variable.

However, we can note that the improvements found in the articles had similar results, as long as the intensities exceed 30% of 1RM, which differs in parts of the ACSM guidelines (ACSM, 2009), which suggest that intensities above 70% are necessary for the hypertrophy. Thus, the hypothesis arises that even at lower intensities, hypertrophy can occur, thus obtaining a greater working range within the intensity variable.

Volume

In the studies by Yue et al. (2018) and Saric et al. (2019), groups composed of trained individuals were outlined, in which the effect of different numbers of weekly sessions on hypertrophy was analysed, with the volume equalised. In the study by Yue et al. (2018), one group held 4 weekly sessions while the other held 2 weekly sessions. Only the group of 2 weekly sessions showed improvement in body composition. As for the muscular thickness of the vast medial, both groups showed significant improvement. Only the group of 2 weekly sessions showed a change in the thickness of the elbow flexors. In the study by Saric et al. (2019), one group trained each muscle group 3 times a week, and one group trained each muscle group 6 times a week. Significant improvement was identified for the 3-fold group compared to the 6-fold group only in the elbow flexor muscle, with no significant difference for the other muscle groups. Both studies can identify a small advantage for less frequent

Table 1. PEDro scale score to assess the quality of the included studies.

Studies	1	8	10	11	Total
Barcelos et al. (2018)	1	1	1	1	4
Buresh et al. (2009)	1	1	1	1	4
Carroll et al. (2019)	1	1	1	1	4
Fink et al. (2017)	1	1	1	1	4
Fink et al. (2018)	1	1	1	1	4
Holm et al. (2008)	1	1	1	1	4
Jenkins et al. (2017)	1	1	1	1	4
Lasevicius et al. (2018)	1	1	1	1	4
Mangine et al. (2015)	1	1	1	1	4
Martorelli et al. (2017)	1	1	1	1	4
Mitchell et al. (2012)	1	1	1	1	4
Ochi et al. (2018)	1	1	1	1	4
Radaelli et al. (2015)	1	1	1	1	4
Saric et al. (2019)	1	1	1	1	4
Schoenfeld et al. (2014)	1	1	1	1	4
Schoenfeld et al. (2015)	0	1	1	1	3
Schoenfeld et al. (2019)	1	1	1	1	4
Schoenfeld et al. (2016a)	1	1	1	1	4
Schuenke et al. (2012)	1	1	1	1	4
Sooneste et al. (2013)	1	1	1	1	4
Tanimoto and Ishii (2006)	1	1	1	1	4
Tanimoto et al. (2008)	1	1	1	1	4
Yue et al. (2018)	1	1	1	1	4

weekly training protocols, as long as the volume is equalised. Hence the hypothesis that for trained individuals, a division of training in which each muscle group is trained at lower frequencies but with a high volume of series and repetitions would be more advantageous, that is, for trained individuals, an ABCD training protocol would be more advantageous than a full-body protocol for example, even with volume equalised. Schoenfeld (2010) mentions that a divided

training routine combines the training volume with longer recovery time, greater intensities and greater muscle tension, thus being more advantageous for advanced individuals who need greater training volumes. Corroborating the aforementioned study, ACSM (2009) indicates that higher frequencies of RT are suggested for hypertrophy, however, only a few muscle groups are trained per session, which agrees with the idea of a more divided training, but with less frequency

Table 2. List of articles included in the present study (intensity).

Studies	Sample	Protocols	Intervention Duration	Hypertrophy Measurements	Results
Holm et al. (2008)	11 untrained men	Isolated knee extensions, performed 3 weekly sessions, each leg was trained at an intensity: HL= 70% 1RM, performing 8 repetitions, for 25 s LL= 15.5% of 1RM, performing 36 repetitions, one repetition every 5 seconds.	12 weeks	MRI	HL: ↑ Muscular hypertrophy ↑ CSA: HL (7,6± 1,4%) > LL (2,6± 0,8%)
Jenkins et al. (2017)	26 untrained men	2 groups HL= 3 series executed until the concentric failure at 80% of 1RM, with 1s of concentric phase and 1 s of eccentric phase, and two min of rest between the series. LL= 3 series executed until the concentric failure at 30% of 1RM, with 1 s of concentric phase and 1 s of eccentric phase, and two min of rest between the series.	6 weeks	Ultrasound	↑ muscle thickness
Lasevicius et al. (2018)	30 untrained men	The exercises performed were unilateral elbow flexion and unilateral 45° leg press, performed twice a week, with an interval between the series of 120 s and a cadence of 2 s for the concentric phase and 2 s for the eccentric phase, one leg and one arm were from the G20 group and the other member was randomly assigned to one of the other three groups: G20= 20% of 1RM G40= 40% of 1RM G60= 60% of 1RM G80= 80% of 1RM	12 weeks	Ultrasound	↑ of CSA of the elbow flexors ↑ the CSA of the vast lateral
Mangine et al. (2015)	33 trained men	2 groups: INTENSITY (INT)= 4 sets of 3-5 repetitions with 90% of 1RM, with 3 min rest between sets. VOLUME (VOL)= 4 sets of 10-12 repetitions, with 70% of 1RM, with 1 minute rest between sets.	8 weeks	DXA and Ultrasound	↑ lean arm mass: INT> VOL ↑ lean leg mass: INT> VOL ↑ Leg CSA: INT> VOL.
Mitchell et al. (2012)	18 untrained men	Knee extension, each leg randomly assigned to one of the groups: 80% -1= one series up to concentric failure at 80% of 1RM 80% -3= three series until concentric failure at 80% of 1RM 30% -3= three series up to 30% concentric failure of 1RM	10 weeks	MRI and muscle biopsy	↑ quadriceps muscle volume in all groups.
Schoenfeld et al. (2015)	24 trained men	3 weekly sessions of 3 sets per exercise until concentric failure, with a cadence of 1s for concentric and 2s for eccentric, and 90s of interval between sets. 2 groups: LL= 30-50% 1RM, performing 25-30 repetitions HL= 70-80% of 1RM, performing 8-12 repetitions	8 weeks	Ultrasound	↑ muscle thickness of the elbow flexors ↑ muscle thickness of the elbow extensors ↑ muscle thickness of the femoral quadriceps

HL: high load; LL: low load; MRI: magnetic resonance imaging; CSA: cross sectional area.

Table 3. List of articles included in the present study (Volume).

Studies	Sample	Protocols	Intervention Duration	Hypertrophy Measurements	Results
Barcelos et al. (2018)	20 untrained men	3 groups RT5= 5 weekly sessions without volume equalization. RT3= 3 weekly sessions without volume equalization. RT2= 2 weekly sessions without volume equalization. The exercise performed was the knee extension on the machine, where three sets of 9-12 repetitions were performed until the concentric failure at 80% of 1RM, with a 2-minute interval between sets.	8 weeks	Ultrasound	↑ CSA of vast lateral.
Ochi et al. (2018)	20 untrained men	2 groups T1= a weekly session of 6 sets of 12 repetitions with 67% of 1RM. T3= three weekly sessions of 2 sets of 12 repetitions with 67% of 1RM. The exercise performed was knee extension, where both groups rested for 2 min between each series, with a cadence of 1s for concentric phase, 1 s for eccentric phase and 1s of rest.	11 weeks	Ultrasound and circumference measurement with tape measure.	↑ thigh circumference. ↑ thickness of all quadriceps muscles.
Radaelli et al. (2015)	48 untrained men	4 groups 1 SET= 1 set per exercise 3 SETS= 3 sets per exercise 5 SETS= 5 sets per exercise Control group (CG)= did not perform the weight training program, but did a traditional military calisthenics program for body weight exercises 3 times a week for approximately 1 hour per session. 3 weekly sessions	6 months	Ultrasound	↑ muscle thickness of the elbow flexors: 5 sets> 3 sets. ↑ muscle thickness of the elbow extensors: 5 sets.
Saric et al. (2019)	27 trained men	2 groups RT3= trained each muscle group 3 times a week with equalized volume. RT6= trained each muscle group 6 times a week with equalized volume. The performed exercises were made of 6-12 repetitions looking for concentric muscle failure, with a 1-2 second cadence, interval between sets of 60-90 seconds and between exercises of 2-3 minutes.	6 weeks	Ultrasound	↑ flexor muscle thickness of the elbow, extensor elbow, rectus femoris and vastus lateralis in RT3. ↑ elbow extensor, rectus femoris and vastus lateralis on RT6.
Schoenfeld et al. (2014)	20 trained men	2 groups ST= 7 sets, 3 repetitions and 3 min interval between sets. HT= 3 sets, 10 repetitions and 90 s of interval between sets.	8 weeks	Ultrasound	↑ muscle thickness of the biceps in all groups.
Schoenfeld et al. (2019)	34 untrained men	3 groups 1 SET = 1 series per exercise per section. 3 SET = 3 sets per exercise per session. 5SET = 5 sets per exercise per session. Seven exercises were performed per session.	8 weeks	Ultrasound and anthropometry	↑ biceps thickness: 5 set> 3 set, 1 set. ↑ triceps thickness ↑ rectus femoris: 5 set> 3 set, 1 set. ↑ vast lateral: 5 set> 3 set, 1 set.
Sooneste et al. (2013)	8 untrained men	2 groups 1set= 1 set of dumbbell elbow flexion 3 sets= 3 sets of dumbbell elbow flexion 2 weekly sessions with a rest of 5 min between the protocols, 80% of 1RM, 2 seconds of concentric and 2 of eccentric, looking for concentric muscle failure in both protocols.	12 weeks	MRI	↑ CSA: 3 sets (13,3± 3,6%)> 1 set (8,0± 3,7%)
Yue et al. (2018)	18 trained men	2 groups LV-HF= 4 weekly sessions (equalized volume) of 8-12 repetitions, with a 75% load of 1RM and a 2-min rest interval. HV-LF= 2 weekly sessions (equalized volume) of 8-12 repetitions, with a 75% load of 1RM and a 2-min rest interval.	6 weeks	Constant voltage measuring tape, Anthropometric assessment, Ultrasound	HV-LF: ↓ total and relative amount of fat, ↑ fat-free mass, vast medial thickness, circumference of the arm and thickness of the elbow flexors LV-HF: ↑ vast medial thickness.

HT: hypertrophy-type resistance training; ST: strength-type resistance training; LV-HF: low volume per session and high frequency; HV-LF: high volume per session with a low frequency; MRI: magnetic resonance imaging.

for each muscle group. In the study by Ochi et al. (2018), a group of untrained individuals who performed a weekly 6-series session was analysed, and a group of three weekly

2-series sessions, the results showed a significant increase in thigh circumference and thickness, but there was no significant difference between groups. What shows is that, for

Table 4. List of articles included in the present study (rest interval).

Studies	Sample	Protocols	Intervention Duration	Hypertrophy Measurements	Results
Buresh et al. (2009)	12 untrained men	2 groups SR= 1 min interval between sets LR= 2.5 min interval between sets	10 weeks	Hydrostatic Weighing	↑ Arm CSA: SR (2,9%), LR (7,2%). ↑ Thigh CSA: SR (3,0%) LR (5,0%).
Fink et al. (2017)	21 untrained men	2 groups SR= 30 sec interval between sets LR= 150 sec interval between sets 2 weekly sessions, 4 sets of bench press and 4 sets of squat (40% 1RM, 1s in the concentric phase and 2 s eccentric phase, performed until the concentric failure).	8 weeks	MRI	↑ CSA do tríceps no SR (9,8± 8,8%), LR (10,6± 9,6%). ↑ CSA da coxa no SR (5,7± 4,7%), LR (8,3± 6,4%).
Fink et al. (2018)	20 untrained men	2 groups SR= 30 sec interval between sets, 20 RM LR= 3 min interval between sets, 8 RM	8 weeks	MRI and ultrasound	↑ of the CSA of the arm: SR, LR. ↑ acute muscle thickness of the long head of the triceps, ↑ GH, ↑ metabolic stress in SR.
Schoenfeld et al. (2016a)	23 trained men	2 groups SR= 1 min interval between sets LR= 3 min interval between sets	8 weeks	Ultrasound	↑ brachial triceps: LR > SR. ↑ brachial biceps ↑ vast lateral.

SR: short rest; LR: long rest; MRI: magnetic resonance imaging; CSA: cross sectional area.

Table 5. List of articles included in the present study (speed of execution).

Studies	Sample	Protocols	Intervention Duration	Hypertrophy Measurements	Results
Schuenke et al. (2012)	34 untrained women	3 groups SS= from 6 to 10 RM for each series with 10 s for concentric phase and 4s for eccentric phase. TS= from 6 to 10 RM, with 1-2 s of concentric phase and 1-2 s of eccentric phase. TE= 20-30 RM, with 1-2 s of concentric phase and 1-2 s of eccentric phase.	6 weeks	Biopsy and Anthropometric Assessment	No differences for anthropometric measurements. ↑ Average fiber CSA in the TS group (38,8± 21,7%), SS (10,6± 8,7%).
Tanimoto and Ishii (2006)	24 untrained men	3 groups LST= 50% of 1RM, with slow movement and tonic force generation (3 s for eccentric and concentric phase, 1 s pause and no relaxation phase) HN= 80% of 1RM, with normal speed (1 s for eccentric and concentric actions and 1s for relaxing) LN= 50% of 1RM and normal speed 3 weekly sessions of 3 sets of knee extension in a sitting position, with rest interval of 60 s.	12 weeks	MRI	↑ CSA of knee extensor muscles: LST (5,4± 3,7%), HN (4,3± 2,1%).
Tanimoto et al. (2008)	36 untrained men	3 groups LST= ~ 55-60% of 1 RM, and 8 repetitions, with slow movement and tonic force generation (3 s for eccentric and concentric phase, and no relaxation phase) HN= ~ 80-90% of 1 RM, and 8 repetitions, with normal speed (1 s for eccentric and concentric actions and 1 s for relaxing) CON = without training	13 weeks	Ultrasound and DXA	↑ muscle thickness: LST (6,8± 3,4%), HN (9,1± 4,2%), CON (1,3± 2,2%).

LTS: low-intensity and slow movement; HN: high-intensity and normal speed; LN: low-intensity and normal speed; SS: slow-speed; TS: normal-speed/traditional-strength; TE: normal-speed/traditional muscular endurance; MRI: magnetic resonance imaging; CSA: cross sectional area.

Table 6. List of articles included in the present study (muscular failure).

Studies	Sample	Protocols	Intervention Duration	Hypertrophy Measurements	Results
Carroll et al. (2019)	15 trained men	2 groups/3 weekly sessions RI= 65-92.5% of 1 RM, 3-5 sets of 2-10 repetitions, block periodization. RM= maximum repetitions of 8-12, 4-6, 2-4, 1-3; 3-5 repetitions, block periodization	10 weeks	Biopsy and ultrasound	↑ in CSA type I ($p=0.018$), CSA type II ($p=0.012$), ACSA ($p=0.002$) and muscle thickness ($p<0.001$) in RI. ↑ Muscle thickness ($p=0.003$), in the RM group.
Martorelli et al. (2017)	89 untrained women	3 groups/2 weekly sessions FR= 3 series of repetitions until failure at 70% of 1 RM RNFV= 4 sets of 7 repetitions at 70% of 1RM RNF= 3 sets of 7 repetitions at 70% of 1RM	10 weeks	Ultrasound	↑ muscle thickness in the RF, RNFV groups after 5 weeks.

RF: repetitions to failure; RNFV: repetitions not to failure with equalized volume; RNF: repetitions not to failure; RI: relative intensity; RM: repetition maximum; CSA: cross sectional area.

beginners, the most important thing is equalising the volume, with no direct interference from the number of weekly sessions. Figueiredo, Salles, and Trajano (2018) cite that, when considered, volume is one of the most important factors in muscle hypertrophy, as long as the training has sufficient intensity. However, the authors also cite that a minimum of ten weekly series per muscle group is necessary to maximise muscle hypertrophy in untrained individuals, which is at variance with the study by Ochi et al. (2018), where only with six weekly series there was a significant increase in thigh circumference and thickness. The study by Barcelos et al. (2018) presented a group that performed 5 weekly sessions, one that performed 3 weekly sessions and one that performed 2 weekly sessions without equalising the volume, and both groups showed similar improvement in the thigh cross-sectional area, however the group of higher volume had a larger effect size. This result is in agreement with Figueiredo et al. (2018), who mentions that volume is the variable with the most evident response in muscle hypertrophy, with a clear dose-response relationship.

Regarding the number of series performed, Schoenfeld et al. (2014) found significant increases in both groups, which were composed of trained individuals, however, there was no significant difference between group 7 series and 3 repetitions, and group 3 series and 10 repetitions. One hypothesis for this is that the training volume was very close, and therefore there was no difference in the results obtained. In the studies by Radaelli et al. (2015), Sooneste et al. (2013) and Schoenfeld et al. (2019) and it was possible to identify a dose-response relationship for the groups that performed more sets with a greater degree of muscle hypertrophy. Similarly, Krieger (2010) mentions in his review that a greater number of series presented hypertrophy 40% greater than a single series. Schoenfeld (2010) also mentions that

protocols composed of more series are superior to protocols composed of a single series.

It is possible to note that muscle volume and hypertrophy have a dose-response relationship, that is, higher volumes are associated with higher degrees of hypertrophy (ACSM, 2009; Krieger, 2010; Schoenfeld, 2010; Figueiredo et al., 2018). Additionally, when the volume is equalised, a greater division of muscle groups in trained individuals proved to be more effective compared to a smaller division, that is, training performed in fewer weekly sessions was more effective than training performed in more weekly sessions, as long as the volume is equalised. This agrees with the principles of the training progression, mainly the principle of overload, which says that an overload is necessary to generate the hypertrophic stimulus (Schoenfeld, 2010), and is also in accordance with the guidelines of the ACSM (2009), which indicate that for more advanced users the training should be more voluminous and more divided between sessions. All of these results are in line with the findings of this review since the articles that showed greater benefits in a greater division with equalised volume were performed with trained individuals.

Rest interval

The study by Buresh et al. (2009) showed significant inter-group differences only for the cross-sectional area of the arm, in which the 2.5-minute interval group was superior to the 1-minute interval group, however, both groups showed improvement, both in the cross-sectional area of the arm, as well as the thigh. Similarly, Robinson et al. (1995) found no significant differences in muscle circumference between 30, 90 and 180 seconds intervals. In contrast, Schoenfeld et al. (2016a) found greater increases in the triceps brachii for the group with a 3-minute interval compared to the 1-minute interval group, whereas for the brachial biceps, there was no

inter-group difference, however, the effect size favoured the group again. of 3 minutes, in relation to the thigh thickness, both groups showed a similar increase. However, the study by Schoenfeld et al. (2016a), composed of a sample of trained individuals, corroborates the hypothesis raised by Grgic, Lazinica, Mikulic, Krieger, & Schoenfeld (2017) that higher training volumes are needed for trained individuals to achieve greater magnitudes of hypertrophy, and longer rest intervals can enable performers to reach these volumes. De Salles et al. (2009) cite that when training with intensities of 50% to 90% of 1RM, rest intervals of 3 to 5 minutes allowed the execution of a greater number of repetitions per series, that is, a short rest period can be below ideal for a trained individual to maximise hypertrophy (2017). Along these lines, Fink et al. (2017) found greater growth of the thigh and the triceps for the 150s interval group compared to the 30s interval group, with effect size favouring the 150s rest group. These findings can be justified by the fact that with high levels of strength, the recruitment of motor units of higher threshold is necessary, and a longer rest seems to benefit the maintenance of training intensities (Fink et al., 2017). In the study by Fink et al. (2018), no significant inter-group difference was found for the cross-sectional area of the arm, however, only the 30s interval group showed significant improvement in the acute muscle thickness of the long head of the triceps, acute increase in growth hormone (GH), and greater metabolic stress. Schoenfeld (2010) mentions that short rest intervals (30 seconds or less) generate greater metabolic stress, thus increasing the anabolic processes associated with the accumulation of metabolites. De Salles et al. (2009) also mention that when muscle hypertrophy is aimed, the combination of sets with 30 to 60 seconds intervals may become more effective due to the increase in growth hormone levels during these exercises.

Some discrepancies between the results were found within the analysed articles on rest intervals. The ACSM (2009) indicates that novice and intermediate individuals use rest intervals of 1 to 2 minutes. For advanced individuals, the interval duration must correspond to the objective of each phase of the training, being 2 to 3 minutes with heavier loads and 1 to 2 minutes at moderate intensities. Schoenfeld (2010) mentions that limiting rest to 30 seconds or less does not allow the performer to regain his muscular strength, thus impairing the performance of the next set. In contrast, De Salles et al. (2009) cite that when aiming for hypertrophy, the combination of moderate intensities with intervals of 30 to 60 seconds may be the best alternative due to the sharp increases in GH. Grgic et al. (2017) indicate that rest intervals above 60 seconds are the most suitable for

hypertrophy, as it allows the training volume to be greater. However, when analysing the rest interval variable, it is not possible to reach a consensus on which is the most appropriate duration aiming at hypertrophy. Thus, it is possible to think that there is no optimal rest interval for hypertrophy. Still, the interval should be planned according to the objective of the microcycle, taking into account its direct influence on the volume, intensity, and tension and/or metabolic characteristics of the training.

Execution speed

The studies by Tanimoto et al. (2008) and Schuenke et al. (2012) found no significant differences between the movement speeds employed. In his study, Schoenfeld (2010) mentions that, concerning concentric repetitions, there is some evidence that has greater benefits in faster execution speeds. However, the ACSM (2009) suggests that novice and intermediate individuals perform slow and moderate repetitions, whereas, for advanced individuals, the use of slow, moderate and/or fast repetitions is suggested.

The study by Tanimoto and Ishii (2006) showed no significant difference between the group that performed the slow movement and the group that performed the normal movement but with higher intensity, however, the group that performed the normal movement with a low intensity presented a lower performance than the others, which suggests that the low training intensity directly impacted the performance of this group. Schoenfeld (2010) mentions that the potential effect of slower repetitions, even with lower intensities, is related to factors that increase the metabolic effect and the maintenance of muscle tension, which generates an increase in muscle ischemia and hypoxia, which are effects presented by the group of 50% of 1RM with slow execution speed, where there was a greater lack of O₂ and a longer contraction time. In the review by Hackett, Davies, Orr, Kuang, and Halaki (2018), the findings indicate that slow and moderate execution speeds are more effective for quadriceps hypertrophy, and fast execution speeds are more effective for brachial biceps hypertrophy.

However, the American College of Sports Medicine (2009) suggests that the variation in execution speeds has better effects on long-term hypertrophy in advanced individuals. Despite the findings, it is not possible to conclude whether there is an ideal range of execution speed, being more effective to vary the speed according to the planning, as well as in the other training variables.

Concentric muscle failure

Both analysed studies (Martorelli et al., 2017; Carroll et al., 2019) did not find a positive benefit in relation to

concentric muscle failure, however, if we take into account the principle of variability, it is suggested that the process of changing one or more variables over the periodisation becomes an effective method to make training challenging and effective (2009). Therefore, the use of concentric muscle failure should not be neglected within a training program, but it must be carefully planned because although training to failure can generate benefits in hypertrophy, it also increases psychological exhaustion and can generate a state of overtraining (Schoenfeld, 2010).

In the study by Carroll et al. (2019), both groups used a block periodisation model without statistical differences in volume. The results supported the group that did not reach concentric muscle failure. The authors assumed that the superior result was due to a greater variety of loads used during the training weeks and better control of fatigue in the group without failure. While in the other group, the constant training until the failure may have caused a decline in their recovery levels. This is in accordance with the literature, where a program that uses a variation or periodisation, mainly of load and volume, presents superior results to a program that does not (Rhea & Alderman, 2004; ACSM, 2009). Also, concentric failure can generate greater exhaustion and potentiate overtraining (Schoenfeld, 2010).

In the study by Martorelli et al. (2017), the group that did not use the failure but had the volume equalised obtained similar results to the group that performed the concentric muscle failure. In a recent review, Schoenfeld and Grgic (2019) suggested that training to concentric muscle failure is less relevant when using heavier loads, and in the study by Martorelli et al. (2017), the load used in the protocols was 70% of 1RM. In their review, Schoenfeld and Grgic (2019) concluded that the volume variable is of fundamental importance when considering the relevance of training to failure, corroborating the findings of the present study, in which when the volume is equalised, the use or not of muscle failure present similar results.

However, Schoenfeld (2010) justifies that one of the hypotheses for muscle failure in RT is that this type of training promotes greater recruitment of motor units and induces greater metabolic stress, potentiating the hypertrophic response. These hypotheses are based on the belief that heavier loads are necessary to recruit the higher threshold motor units, which are mainly responsible for promoting muscle adaptations (Schoenfeld et al., 2017b). With muscle failure, it would be possible to recruit these same fibres using smaller loads. However, the articles analysed in the present study used loads between 65% of 1RM and 92,5% of 1RM in the study by Carroll et al. (2019) and 70% of 1RM in

the study by Martorelli et al. (2017), which is the indicated range for hypertrophy to occur (American College of Sports Medicine, 2009), therefore, it is not possible to estimate the impact of muscle failure on recruitment of motor units, making it necessary to carry out studies that analyse the impact of muscle failure when training at lower intensities.

DISCUSSION

Intensity

In the studies by Mitchell et al. (2012) and Jenkins et al. (2017), groups of 80% of 1RM and 30% of 1RM were analysed, in which significant improvements were found in both groups, however, no inter-group differences were found. In the study by Lasevicius et al. (2018), a greater intensity range and a larger number of groups were used, in which there was a significant improvement in all groups 20% of 1RM, 40% of 1RM, 60% of 1RM, 80% of 1RM, however, group 20 % showed an improvement below the other groups, which had similar improvement. In the study by Holm et al. (2008), the difference in inter-group intensities was also high, with one group of 70% of 1RM and the other group of 15.5% of 1RM, both groups showed improvement however, only the 70% group showed a significant difference in the middle of the leg, and the cross-sectional area of the quadriceps had a significantly greater improvement in the 70% group. The findings obtained in the studies analysed bring us a new hypothesis for the range of working intensities in hypertrophy, in which a range of 70 to 85% of 1RM was recommended for beginning individuals (ACSM, 2009); with the findings, it is suggested that this range can start at 30% of 1RM, without a lesser magnitude in hypertrophic gains. One of the justifications for not using intensities below the recommended range was that, despite causing metabolic stress, the lower intensities were not able to recruit motor units of higher threshold (Schoenfeld, 2010). Corroborating the findings of the present study are the meta-analyses by Schoenfeld et al. (2016b, 2017b), in which the authors cite that even at low intensities, hypertrophic gains are similar to gains obtained at higher intensities. The only study analysing the intensity variable that used a sample composed of trained individuals was that of Schoenfeld et al. (2015), in which a group of 30-50% of 1RM and one of 70-80% of 1RM were analysed, and the inter-group results were similar for elbow flexors, elbow extensors and femoral quadriceps. These results corroborate the findings of the present study for untrained individuals, however, it is not possible to state that for trained individuals, the gains will be similar since

only one study in the sample was composed of trained individuals. The study by Schoenfeld et al. (2016b) found a small tendency for greater growth when using higher intensities, and the authors mention that, for training more experienced individuals, it is necessary to use more demanding protocols, including the use of higher intensities.

The work of Mangine et al. (2015) compared a group of 90% of 1RM with a group of 70% of 1RM, where the volume and the rest interval were different, and more marked improvements were found in both the lean mass of the arm and the leg, for the group that trained at 90% of 1RM. However, the groups that were analysed had very different protocols, with one group performing 4 sets of 3 to 5 repetitions with 90% of 1 RM and interval between sets of 3 minutes, while the other group performed 4 sets of 10 to 12 repetitions with 70% of 1RM and interval between sets of 1 minute, therefore it is impossible to attribute hypertrophic gains only to the intensity variable.

However, we can note that the improvements found in the articles had similar results, as long as the intensities exceed 30% of 1RM, which differs in parts of the ACSM guidelines (ACSM, 2009), which suggest that intensities above 70% are necessary for the hypertrophy. Thus, the hypothesis arises that even at lower intensities, hypertrophy can occur, thus obtaining a greater working range within the intensity variable.

Volume

In the studies by Yue et al. (2018) and Saric et al. (2019), groups composed of trained individuals were outlined, in which the effect of different numbers of weekly sessions on hypertrophy was analysed, with the volume equalised. In the study by Yue et al. (2018), one group held 4 weekly sessions and the other group held 2 weekly sessions. Only the group of 2 weekly sessions showed improvement in body composition. As for the muscular thickness of the vast medial, both groups showed significant improvement. Only the group of 2 weekly sessions showed a change in the thickness of the elbow flexors. In the study by Saric et al. (2019), one group trained each muscle group 3 times a week, and one group trained each muscle group 6 times a week. Significant improvement was identified for the 3-fold group compared to the 6-fold group only in the elbow flexor muscle, with no significant difference for the other muscle groups. In both studies, we can identify a small advantage for less frequent weekly training protocols, as long as the volume is equalised. Hence the hypothesis that for trained individuals, a division of training in which each muscle group is trained at lower frequencies but with a high volume of series and repetitions would be more advantageous, that is, for trained individuals,

an ABCD training protocol would be more advantageous than a full-body protocol for example, even with volume equalised. Schoenfeld (2010) mentions that a divided training routine combines the training volume with longer recovery time, greater intensities and greater muscle tension, thus being more advantageous for advanced individuals who need greater training volumes. Corroborating the aforementioned study, ACSM (2009) indicates that higher frequencies of ST are suggested for hypertrophy, however, only a few muscle groups are trained per session, which agrees with the idea of a more divided training, but with less frequency for each muscle group. In the study by Ochi et al. (2018), a group of untrained individuals who performed a weekly 6-series session was analysed, and a group of three weekly 2-series sessions, the results showed a significant increase in thigh circumference and thickness, but there was no significant difference between groups. What shows is that, for beginners, the most important thing is the equalisation of the volume, with no direct interference from the number of weekly sessions. Figueiredo et al. (2018) cite that, when considered, volume is one of the most important factors in muscle hypertrophy, as long as the training has sufficient intensity. However, the authors also cite that a minimum of ten weekly series per muscle group is necessary to maximise muscle hypertrophy in untrained individuals, which is at variance with the study by Ochi et al. (2018), in only six weekly series, there was a significant increase in thigh circumference and thickness. The study by Barcelos et al. (2018) presented a group that performed 5 weekly sessions, one that performed 3 weekly sessions and one that performed 2 weekly sessions without equalising the volume, and both groups showed similar improvement in the thigh cross section area, however, the group of higher volume had a larger effect size. This result is in agreement with Figueiredo et al. (2018), who mentions that volume is the variable with the most evident response in muscle hypertrophy, with a clear dose-response relationship.

Regarding the number of series performed, Schoenfeld et al. (2014) found significant increases in both groups, which were composed of trained individuals, however there was no significant difference between group 7 series and 3 repetitions and group 3 series and 10 repetitions. One hypothesis for this is that the training volume was very close, and therefore there was no difference in the results obtained. In the studies by Sooneste et al. (2013), Radaelli et al. (2015) and Schoenfeld et al. (2019), it was possible to identify a dose-response relationship for the groups that performed more sets with a greater degree of muscle hypertrophy. Similarly, Krieger (2010) mentions in his review that a greater number of series presented hypertrophy 40% greater than a single

series. Schoenfeld (2010) also mentions that protocols composed of more series are superior to protocols composed of a single series.

It is possible to note that muscle volume and hypertrophy have a dose-response relationship, that is, higher volumes are associated with higher degrees of hypertrophy (ACSM, 2009; Krieger, 2010; Schoenfeld, 2010; Figueiredo et al., 2018). Additionally, when the volume is equalised, a greater division of muscle groups in trained individuals proved to be more effective in relation to a smaller division, that is, training performed in fewer weekly sessions was more effective than training performed in more weekly sessions, as long as the volume is equalised. This agrees with the principles of the training progression, mainly the principle of overload, which says that an overload is necessary to generate the hypertrophic stimulus (Schoenfeld, 2010), and is also in accordance with the guidelines of ACSM (2009), which indicate that for more advanced users the training should be more voluminous and more divided between sessions. All of these results are in line with the findings of this review since the articles that showed greater benefits in a greater division with equalised volume were performed with trained individuals.

Rest interval

The study by Buresh et al. (2009) showed significant inter-group differences only for the cross-sectional area of the arm, in which the 2.5-minute interval group was superior to the 1-minute interval group however, both groups showed improvement, both in the cross-sectional area of the arm, as well as the thigh. Similarly, Robinson et al. (1995) found no significant differences between intervals of 30, 90 and 180 seconds on muscle circumference. In contrast, Schoenfeld et al. (2016a) found greater increases in the triceps brachii for the group with a 3-minute interval compared to the 1-minute interval group, whereas for the brachial biceps, there was no inter-group difference however, the effect size favoured the group again. of 3 minutes, concerning the thigh thickness, both groups showed a similar increase. However, the study by Schoenfeld et al. (2016a) was composed of a sample of trained individuals, which corroborates the hypothesis raised by Grgic et al. (2017) that higher training volumes are needed for trained individuals to achieve greater magnitudes of hypertrophy, and longer rest intervals can enable performers to reach these volumes. De Salles et al. (2009) cite that when training with intensities of 50% to 90% of 1RM, rest intervals of 3 to 5 minutes allowed the execution of a greater number of repetitions per series, that is, a short rest period can be below ideal for a trained individual to maximise hypertrophy (2017). Along these lines, Fink et al.

(2017) found greater growth, both of the thigh and of the triceps, for the 150s interval group compared to the 30s interval group, with effect size favouring the 150s rest group. These findings can be justified by the fact that with high levels of strength, the recruitment of motor units of higher threshold are necessary, and the longer rest seems to benefit the maintenance of training intensities (2017). In the study by Fink et al. (2018), no significant inter-group difference was found for the cross-sectional area of the arm however, only the 30s interval group showed significant improvement in the acute muscle thickness of the long head of the triceps, acute increase in growth hormone (GH), and greater metabolic stress. Schoenfeld (2010) mentions that short rest intervals (30 seconds or less) generate greater metabolic stress, thus being able to increase the anabolic processes associated with the accumulation of metabolites. De Salles et al. (2009) also mention that when muscle hypertrophy is aimed at, the combination of sets with intervals of 30 to 60 seconds may become more effective due to the increase in growth hormone levels during these exercises.

Some discrepancies between the results were found within the analysed articles on rest intervals. The ACSM (2009) indicates that rest intervals of 1 to 2 minutes are used by novice and intermediate individuals, and for advanced individuals, the duration of the interval must correspond to the objective of each phase of the training, being 2 to 3 minutes with heavier loads, and 1 to 2 minutes at moderate intensities. Schoenfeld (2010) mentions that limiting rest to 30 seconds or less does not allow the performer to regain his muscular strength, thus impairing the performance of the next set. In contrast, De Salles et al. (2009) cite that when aiming for hypertrophy, the combination of moderate intensities with intervals of 30 to 60 seconds may be the best alternative due to the sharp increases in GH. Grgic et al. (2017) indicate that rest intervals above 60 seconds are the most suitable for hypertrophy, as it allows the training volume to be greater. However, when analysing the rest interval variable, it is not possible to reach a consensus on which is the most appropriate duration aiming at hypertrophy. Thus, it is possible to think that there is no optimal rest interval for hypertrophy, but the interval should be planned according to the objective of the microcycle, taking into account its direct influence on the volume, intensity, and tension and/or metabolic characteristics of the training.

Execution speed

The studies by Tanimoto et al. (2008) and Schuenke et al. (2012) found no significant differences between the movement speeds employed. Schoenfeld (2010) mentions in his

study that, with respect to concentric repetitions, there is some evidence of greater benefits in faster execution speeds. However, ACSM (2009) suggests that novice and intermediate individuals perform slow and moderate repetitions, whereas for advanced individuals, the use of slow, moderate and/or fast repetitions is suggested.

The study by Tanimoto and Ishii (2006) showed no significant difference between the group that performed the slow movement and the group that performed the normal movement, but with higher intensity however, the group that performed the normal movement with a low intensity presented a lower performance than the others, which suggests that the low training intensity directly impacted the performance of this group. Schoenfeld (2010) mentions that the potential effect of slower repetitions, even with lower intensities, is related to factors that increase the metabolic effect and the maintenance of muscle tension, which generates an increase in muscle ischemia and hypoxia, which are effects presented by the group of 50% of 1RM with slow execution speed, where there was a greater lack of O₂ and a longer contraction time. In the review by Hackett et al. (2018), the findings indicate that slow and moderate execution speeds are more effective for quadriceps hypertrophy, and fast execution speeds are more effective for brachial biceps hypertrophy.

However, ACSM (2009) suggests that the variation in execution speeds has better effects on long-term hypertrophy in advanced individuals. That is, despite the findings, it is not possible to conclude whether there is an ideal range of execution speed, being more effective to vary the speed according to the planning, as well as in the other training variables.

Concentric muscle failure

Both analysed studies (Martorelli et al., 2017; Carroll et al., 2019) did not find a positive benefit in relation to concentric muscle failure, however, if we take into account the principle of variability, it is suggested that the process of changing one or more variables over the periodisation becomes an effective method to make training challenging and effective (2009). Therefore, the use of concentric muscle failure should not be neglected within a training program, but it must be carefully planned because although training to failure can generate benefits in hypertrophy, it also increases psychological exhaustion and can generate a state of overtraining (Schoenfeld, 2010).

In the study by Carroll et al. (2019), both groups used a block periodisation model without statistical differences in volume, in which the results supported the group that did not reach concentric muscle failure, where the authors assumed that the superior result was due to a greater variety of loads

used during the training weeks and better control of fatigue in the group without failure, while in the other group the constant training until the failure may have caused a decline in their recovery levels. This is in accordance with the literature, in which a program that uses a variation or periodisation, mainly of load and volume, presents superior results to a program that does not (Rhea & Alderman, 2004; ACSM, 2009). Also, the use of concentric failure can generate greater exhaustion and potentiate overtraining (Schoenfeld, 2010).

In the study by Martorelli et al. (2017), the group that did not use the failure but had the volume equalised obtained similar results to the group that performed the concentric muscle failure. In a recent review, Schoenfeld and Grgic (2019) suggested that training to concentric muscle failure is less relevant when using heavier loads, and in the study by Martorelli et al. (2017), the load used in the protocols was 70% of 1RM. Schoenfeld and Grgic (2019) concluded that the volume variable is of fundamental importance when considering the relevance of training to failure, corroborating the findings of the present study, in which when the volume is equalised, the use or not of muscle failure presents similar results.

However, Schoenfeld (2010) justifies that one of the hypotheses for using muscle failure in ST is that this type of training promotes greater recruitment of motor units and induces greater metabolic stress, potentiating the hypertrophic response. These hypotheses are based on the belief that heavier loads are necessary to recruit the higher threshold motor units, which are mainly responsible for promoting muscle adaptations (Schoenfeld et al., 2017b), and with muscle failure, it would be possible to recruit these same fibers, using smaller loads. However, the articles analysed in the present study used loads between 65% of 1RM and 92,5% of 1RM in the study by Carroll et al. (2019) and 70% of 1RM in the study by Martorelli et al. (2017), which is the indicated range for hypertrophy to occur (ACSM, 2009), therefore, it is not possible to estimate the impact of muscle failure on recruitment of motor units, making it necessary to carry out studies that analyse the impact of muscle failure in the training of lower intensities.

CONCLUSIONS

It is concluded that for the intensity variable, loads above 30% of 1RM are effective in generating hypertrophy and that there was no marked hypertrophic difference in intensities ranging from 30 to 80% of 1RM. Regarding the volume, we noticed a dose-response relationship for hypertrophy, in which higher volumes generated more relevant

results. Another interesting aspect is that a greater division of training showed a greater hypertrophic response for trained individuals, and for untrained individuals, the results were similar, provided the volume was equalised. Regarding the rest interval, the results diverged between studies, in which some showed better responses in long intervals and others in short intervals, that is, it was not possible to identify whether there is an optimal rest interval however, we know that the variable has a direct impact on the intensity and volume of the training, and therefore your planning must be done in conjunction with the others. In the variable execution speed, no significant differences were found for hypertrophy, however, when the speed was associated with a lower intensity, the results were lower, which suggests that the speed of execution may affect other variables that have a greater impact on hypertrophy. Therefore, it must also be planned in conjunction with the other variables. Finally, in the muscle failure variable, no advantages were found when the training volume was equalised, which suggests that the failure may be a strategy used to increase the volume of the sets, however, the failure alone did not demonstrate a relevant impact.










REFERENCES

- American College of Sports Medicine (ACSM). (2009). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine & Science Sports & Exercise*, 41(3), 687-708. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3181915670>
- Barcelos, C., Damas, F., Nóbrega, S. R., Ugrinowitsch, C., Lixandrão, M. E., Santos, L. M. E., & Libardi, C. A. (2018). High-frequency resistance training does not promote greater muscular adaptations compared to low frequencies in young untrained men. *European Journal of Sport Science*, 18(8), 1077-1082. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1476590>
- Buresh, R., Berg, K., French, J. (2009). The effect of resistive exercise rest interval on hormonal response, strength, and hypertrophy with training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 62-71. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e318185f14a>
- Carroll, K. M., Bazylar, C. D., Bernards, J. R., Taber, C. B., Stuart, C. A., DeWeese, B. H., Sato, K., & Stone, M. H. (2019). Skeletal muscle fiber adaptations following resistance training using repetition maximums or relative intensity. *Sports (Basel)*, 7(7), 169. <https://doi.org/10.3390/sports7070169>
- De Salles, B. F., Simão, R., Miranda, F., Novaes J. S., Lemos, A., & Willardson, J. M. (2009). Rest interval between sets in strength training. *Sports Medicine*, 39(9), 765-777. <https://doi.org/10.2165/11315230-000000000-00000>
- Figueiredo, V. C., Salles, B. F., & Trajano, G. S. (2018). Volume for muscle hypertrophy and health outcomes: the most effective variable in resistance training. *Sports Medicine*, 48(3), 499-505. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0793-0>
- Fink, J. E., Kikuchi, N., & Nakazato, K. (2018). Effects of rest intervals and training loads on metabolic stress and muscle hypertrophy. *Clinical Physiology Functional Imaging*, 38(2), 261-268. <https://doi.org/10.1111/cpf.12409>
- Fink, J. E., Schoenfeld, B. J., Kikuchi, N., & Nakazato, K. (2017). Acute and long-term responses to different rest intervals in low-load resistance training. *International Journal of Sports Medicine*, 38(2), 118-124. <https://doi.org/10.1055/s-0042-119204>
- Grgic, J., Lazinica, B., Mikulic, P., Krieger, J. W., & Schoenfeld, B. J. (2017). The effects of short versus long inter-set rest intervals in resistance training on measures of muscle hypertrophy: a systematic review. *European Journal of Sport Science*, 17(8), 983-993. <https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1340524>
- Hackett, D. A., Davies, T. B., Orr, R., Kuang, K., & Halaki, M. (2018). Effect of movement velocity during resistance training on muscle-specific hypertrophy: a systematic review. *European Journal of Sport Science*, 18(4), 473-482. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1434563>
- Holm, L., Reitelsheder, S., Pedersen, T. G., Doessing, S., Petersen, S. G., Flyvbjerg, A., Andersen, J. L., Aagaard, P., & Kjaer, M. (2008). Changes in muscle size and MHC composition in response to resistance exercise with heavy and light loading intensity. *Journal of Applied Physiology*, 105(5), 1454-1461. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.90538.2008>
- Jenkins, N. D. M., Miramonti, A. A., Hill, E. C., Smith, C. M., Cochrane-Snyman, K. C., Housh, T. J., & Cramer, J. T. (2017). Greater neural adaptations following high- vs. low-load resistance training. *Frontiers in Physiology*, 8, 331. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00331>
- Krieger, J. W. (2010). Single vs. multiple sets of resistance exercise for muscle hypertrophy: a meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(4), 1150-1159. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181d4d436>
- Lasevicus, T., Ugrinowitsch, C., Schoenfeld, B. J., Roschel, H., Tavares, L. D., Souza, E. O., Laurentino, G., & Tricoli, V. (2018). Effects of different intensities of resistance training with equated volume load on muscle strength and hypertrophy. *European Journal of Sport Science*, 18(6), 772-780. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1450898>
- Mangine, G. T., Hoffman, J. R., Gonzalez, A. M., Townsend, J. R., Wells, A. J., Jajtner, A. R., Beyer, K. S., Boone, C. H., Miramonti, A. A., Wang, R., LaMonica, M. B., Fukuda, D. H., Ratamess, N. A., & Stout, J. R. (2015). The effect of training volume and intensity on improvements in muscular strength and size in resistance-trained men. *Physiological Reports*, 3(8), e12472. <https://doi.org/10.14814/phy2.12472>
- Maroto-Izquierdo, S., García-López, D., Fernandez-Gonzalo, R., Moreira, O. C., González-Gallego, J., & de Paz, J. A. (2017). Skeletal muscle functional and structural adaptations after eccentric overload flywheel resistance training: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(10), 943-951. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.03.004>
- Martorelli, S., Cadore, E. L., Izquierdo, M., Celes, R., Martorelli, A., Cleto, V. A., Alvarenga, J. G., & Bottaro, M. (2017). Strength training with repetitions to failure does not provide additional strength and muscle hypertrophy gains in young women. *European Journal Translation Myology*, 27(2), 6339. <https://doi.org/10.4081/ejtm.2017.6339>
- Mitchell, C. J., Churchward-Venne, T. A., West, D. W. D., Burd, N. A., Breen, L., Baker, S. K., & Phillips, S. M. (2012). Resistance exercise load does not determine training-mediated hypertrophic gains in young men. *Journal of Applied Physiology*, 113(1), 71-77. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00307.2012>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Annals of Internal Medicine*, 151(4), 264-269. <https://doi.org/10.1136/bmj.b2535>
- Moreira, O. C., Patrocinio de Oliveira, C. E., Maroto-Izquierdo, S., Cuevas, M. J., & Paz, J. A. (2019). Effects of short-term strength training on body composition, muscle strength and functional capacity of elderly: a systematic review and meta-analysis. *Bioscience Journal*, 35(6), 1941-1957. <https://doi.org/10.14393/BJ-v35n6a2019-42775>

- Moritani, T., & DeVries, H. A. (1979). Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *American Journal of Physical Medicine*, 58(3), 115-130.
- Morton, R. W., Murphy, K. T., McKellar, S. R., Schoenfeld, B., Henselmans, M., Helms, E., Aragon, A. A., Devries, M. C., Banfield, L., Krieger, J. W., & Phillips, S. M. (2018). A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the effect of protein supplementation on resistance training-induced gains in muscle mass and strength in healthy adults. *British Journal of Sports Medicine*, 52(6), 376-384. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097608>
- Ochi, E., Maruo, M., Tsuchiya, Y., Ishii, N., Miura, K., & Sasaki, K. (2018). Higher training frequency is important for gaining muscular strength under volume-matched training. *Frontiers in Physiology*, 9, 744. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00744>
- PEDro scale. (1999). *Physiotherapy Evidence Database (PEDro)*. Retrieved from: <http://www.pedro.org.au/english/downloads/pedro-scale/>
- Radaelli, R., Fleck, S. T., Leite, T., Leite, R. D., Pinto, R. S., Fernandes, L., & Simão, R. (2015). Dose-response of 1, 3, and 5 sets of resistance exercise on strength, local muscular endurance, and hypertrophy. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(5), 1349-1358. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000758>
- Rhea, M. R., & Alderman, B. L. (2004). A meta-analysis of periodized versus nonperiodized strength and power training programs. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 75(4), 413-422. <https://doi.org/10.1080/02701367.2004.10609174>
- Robinson, J. M., Stone, M. H., Johnson, R. L., Penland, C. M., Warren, B. J., & Lewis, R. D. (1995). Effects of different weight training exercise/rest intervals on strength, power, and high intensity exercise endurance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 9(4), 216-221.
- Rodrigues, J. A., Pereira, E. T., Oliveira, C. E. P., & Moreira, O. C. (2020). Effect of strength training on Physical and Mental health and quality of life of people with spinal cord Injury: a literature review. *Archivos de Medicina del Deporte*, 37(197), 192-196.
- Saric, J., Lisica, D., Orlic, I., Grgic, J., Krieger, J. W., Vuk, S., & Schoenfeld, B. J. (2019). Resistance training frequencies of 3 and 6 times per week produce similar muscular adaptations in resistance-trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33, S122-S129. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002909>
- Schoenfeld, B. J. (2010). The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2857-2872. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181e840f3>
- Schoenfeld, B. J., Contreras, B., Krieger, J., Grgic, J., Delcastillo, K., Belliard, R., & Alto, A. (2019). Resistance Training Volume Enhances Muscle Hypertrophy but Not Strength in Trained Men. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 51(1), 94-103. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000001764>
- Schoenfeld, B. J., & Grgic, J. (2019). Does training to failure maximize muscle hypertrophy? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 41(5), 108-113. <https://doi.org/10.1519/ssc.0000000000000473>
- Schoenfeld, B. J., Grgic, J., Ogborn, D., & Krieger, J. W. (2017a). Strength and hypertrophy adaptations between low- vs. high-load resistance training: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(12), 3508-3523. <https://doi.org/10.1519/jsc.00000000000002200>
- Schoenfeld, B. J., Ogborn, D., & Krieger, J. W. (2017b). Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, 35(11), 1073-1082. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1210197>
- Schoenfeld, B. J., Peterson, M. D., Ogborn, D., Contreras, B., & Sonmez, G. T. (2015). Effects of low- vs. high-load resistance training on muscle strength and hypertrophy in well-trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(10), 2954-2963. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000958>
- Schoenfeld, B. J., Pope, Z. K., Benik, F. M., Hester, G. M., Seller, J., Nooner, J. L., Schnaiter, J. A., Bond-Williams, K. E., Carter, A. S., Ross, C. L., Just, B. L., Henselmans, M., & Krieger, J. W. (2016a). Longer inter-set rest periods enhance muscle strength and hypertrophy in resistance-trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(7), 1805-1812. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001272>
- Schoenfeld, B. J., Ratamess, N. A., Peterson, M. D., Contreras, B., Sonmez, G. T., & Alvar, B. A. (2014). Effects of different volume-equated resistance training loading strategies on muscular adaptations in well-trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(10), 2909-2918. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000480>
- Schoenfeld, B. J., Wilson, J. M., Lowery, R. P., & Krieger, J. W. (2016b). Muscular adaptations in low- versus high-load resistance training: a meta-analysis. *European Journal of Sport Science*, 16(1), 1-10. <https://doi.org/10.1080/17461391.2014.989922>
- Schuenke, M. D., Herman, J. R., Gliders, R. M., Hagerman, F. C., Hikida, R. S., Rana, S. R., Ragg, K. E., & Staron, R. S. (2012). Early-phase muscular adaptations in response to slow-speed versus traditional resistance-training regimens. *European Journal of Applied Physiology*, 112(10), 3585-3595. <https://doi.org/10.1007/s00421-012-2339-3>
- Sooneste, H., Tanimoto, M., Kakigi, R., Saga, N., & Katamoto, S. (2013). Effects of training volume on strength and hypertrophy in young men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(1), 8-13. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3182679215>
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., Bellon, C. R., & Stone, M. H. (2018). The importance of muscular strength: training considerations. *Sports Medicine*, 48(4), 765-785. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0862-z>
- Tanimoto, M., & Ishii, N. (2006). Effects of low-intensity resistance exercise with slow movement and tonic force generation on muscular function in young men. *Journal of Applied Physiology*, 100(4), 1150-1157. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00741.2005>
- Tanimoto, M., Sanada, K., Yamamoto, K., Kawano, H., Gando, Y., Tabata, I., Ishii, N., & Miyachi, M. (2008). Effects of whole-body low-intensity resistance training with slow movement and tonic force generation on muscular size and strength in young men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(6), 1926-1938. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e318185f2b0>
- Yue, F. L., Kartsten, B., Larumbe-Zabala, E., Seijo, M., & Naclerio, F. (2018). Comparison of 2 weekly-equalized volume resistance-training routines using different frequencies on body composition and performance in trained males. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 43(5), 475-481. <https://doi.org/10.1139/apnm-2017-0575>

I Registro de Insuficiência Cardíaca Congestiva do Estado de Sergipe, Brasil: desenho e justificativa

I Registry of Congestive Heart Failure of the State of Sergipe, Brazil: design and rationale

Juliana Santos Barbosa¹ , Jamille Oliveira Costa¹ , Luciana Vieira Sousa Alves¹ ,
Marcia Ferreira Cândido de Souza² , Marcos Antonio Almeida-Santos^{3,4} ,
Joselina Luzia Menezes Oliveira^{1,3,5,6} , José Augusto Soares Barreto Filho^{1,3,5,6} ,
Felipe José Aidar⁷ , Antônio Carlos Sobral Sousa^{1,3,5,6*} 

RESUMO

A Insuficiência Cardíaca (IC) é responsável por um grande número de internações no Brasil, mas ainda existe considerável lacuna escrutinando o sistema de saúde pública (SUS) no tocante a qualidade assistencial praticada. Objetivo: descrever a metodologia empregada no estudo VICTIM-CHF que tem como objetivo caracterizar e comparar os aspectos nutricionais, clínicos, estilo de vida, tratamento recebido, desfechos, bem como as possíveis disparidades observadas entre os pacientes Brasil, mas ainda existe considerável lacuna escrutinando o sistema de saúde pública (SUS) no tocante a qualidade assistencial praticada. Metodologia: Trata-se de estudo transversal, descritivo e prospectivo, realizado com portadores de insuficiência cardíaca (IC), internados em 4 hospitais de Sergipe, Brasil. Serão investigados parâmetros clínicos, sociodemográficos, nutricionais, qualidade de vida e desfechos (morte e reinternação) até 30 dias após a alta hospitalar. Resultados preliminares de dez voluntários: 70% eram do sexo masculino, sendo 60% adultos. A etiologia mais frequente foi a isquêmica (50%), 50% exibia IC com fração de ejeção (FE) preservada e o restante, com FE intermediária. Desnutrição, segundo o IMC, esteve presente em 20% e o período de internação foi, significativamente ($p=0,036$) superior nos usuários do SUS. Conclusão: O Registro VICTIM-CHF visa identificar oportunidades de melhoria na linha de cuidado para a IC de usuários do SUS e do Sistema de saúde suplementar. Espera-se que os achados desta investigação possam ajudar a otimizar o planejamento estratégico de políticas de saúde mais eficientes e equânimes.

PALAVRAS-CHAVE: insuficiência cardíaca; pacientes internados; avaliação nutricional; disparidades nos níveis de saúde; Sistema Único de Saúde.

ABSTRACT

The Heart Failure (HF) is responsible for a large number of hospitalizations in Brazil, but there is still a considerable gap in the scrutiny of the public health system (SUS) regarding the quality of care provided. Objective: to describe the methodology used in the VICTIM-CHF study, which aims to characterize and compare the nutritional, clinical, lifestyle, treatment received, outcomes, as well as the possible disparities observed among patients in Brazil. Methodology: This is a cross-sectional, descriptive and prospective study, carried out with patients with heart failure (HF) admitted to 4 hospitals in Sergipe, Brazil. Clinical, sociodemographic, nutritional, quality of life and outcomes (death and readmission) parameters will be investigated up to 30 days after hospital discharge. Preliminary results of ten volunteers: 70% were male, 60% adults. The most frequent etiology was ischemic (50%), 50% had HF with preserved ejection fraction (EF) and the remainder, with intermediate EF. Malnutrition, according to BMI, was present in 20% and the hospital stay was significantly ($p=0.036$) longer in SUS users. Conclusion: The VICTIM-CHF Registry aims to identify opportunities for improvement in the line of care for HF users of the SUS and the supplementary health system. It is hoped that the findings of this investigation can help to optimize the strategic planning of more efficient and equitable health policies.

KEYWORDS: heart failure; inpatients; nutritional assessment; disparities in health level; private hospitals; Unified Health System.

¹Universidade Federal de Sergipe, Núcleo de Pós-Graduação em Ciências da Saúde – Aracaju (SE), Brasil.

²Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós-Graduação em Gestão e Inovação Tecnológica em Saúde – Aracaju (SE), Brasil.

³Rede D'Or, Centro de Ensino e Pesquisa Hospital São Lucas – São Luiz de Aracaju (SE), Brasil.

⁴Universidade Tiradentes, Programa de Pós-Graduação em Saúde e Meio Ambiente – Aracaju (SE), Brasil.

⁵Universidade Federal de Sergipe, Hospital Universitário, Divisão de Cardiologia – Aracaju (SE), Brasil.

⁶Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Medicina – Aracaju (SE), Brasil.

⁷Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Educação Física – São Cristóvão (SE), Brasil.

*Autor correspondente: Avenida Gonçalo Prado Rollemberg, 211, Sala 208, São José – CEP: 49010-410 – Aracaju (SE), Brasil. E-mail: victimchf@hotmail.com; acssousa@terra.com.br

Conflito de interesses: nada a declarar. **Financiamento:** Fundação de Apoio à Pesquisa e à Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe. **Recebido:** 10/04/2021. **Aceite:** 25/11/2021.

INTRODUÇÃO

O Sistema Único de Saúde (SUS) é considerado um dos maiores sistemas de saúde do mundo. Estima-se que 74,9% dos brasileiros, aproximadamente 160 milhões de pessoas, dependam exclusivamente dele (Brasil, 2021). Entretanto, em função da associação entre renda e procura por atendimento particular, a percepção de qualidade do atendimento é questionada (Brasil, 2020).

As doenças cardiovasculares estão entre as principais enfermidades que ocupam os leitos hospitalares públicos e privados. Elas não só continuam ocupando o primeiro lugar na taxa de mortalidade nos últimos 20 anos, como também têm aumentado, consideravelmente, representando 16% das causas de morte em todo o mundo (World Health Organization, 2020). A Insuficiência Cardíaca (IC) apresenta grande influência nessa taxa, somente no Brasil acomete cerca de 1,7 milhões de pessoas (Nogueira et al., 2019).

Atualmente, devido as necessidades constantes de internações o que demanda elevados custos dos sistemas de saúde, ela tem sido prioridade de atenção em todos os países por recomendação da Organização Mundial de Saúde (Ponikowski et al., 2014; Savarese & Lund, 2017). De acordo com Stevens et al. (2018), a IC custou R\$ 22,1 bilhões de reais/6,8 bilhões de dólares para o SUS, sendo assim a segunda doença mais onerosa do país.

As manifestações clínicas decorrentes da instalação desta enfermidade comprometem a qualidade de vida do paciente, uma vez que os sintomas físicos (fadiga e dispneia), psicológicos (medo, insegurança e tristeza) e a incapacidade funcional relacionada com a dependência do indivíduo promovem limitações, que impactam na execução de atividades habituais. Além disso, um dos principais sinais é a dificuldade da prática de esforço físico, que vai reduzindo a cada progressão da patologia (Comitê Coordenador da Diretriz de Insuficiência Cardíaca, 2018).

Apesar do grande impacto ocasionado direta ou indiretamente pela IC na economia social e do estado e nos custos intangíveis das pessoas afetadas é limitado o conhecimento sobre a eficácia das diretrizes de tratamento estabelecidas nas redes pública e suplementar de saúde a nível nacional e regional. Embora haja consenso de que existem diferenças entre os cuidados do SUS e privado e que elas afetam o prognóstico das patologias (Viacava, Oliveira, Carvalho, Laguardia, & Bellido, 2018) é essencial reconhecer quais são as disparidades e a proporção existente entre elas. Para isso, faz-se necessário uma análise da realidade e identificação de pontos negativos de atendimento que embasem uma melhor distribuição de recursos, elaboração de planejamento estratégico que vise promover melhoria na qualidade de assistência,

redução nas taxas de internações e evolução nos prognósticos clínicos dos pacientes.

O estudo foi projetado especialmente para ser implementado em Sergipe por ser o menor estado do Brasil, devido ao número limitado de hospitais, que favorece a avaliação dos cuidados e, conseqüentemente, ajuda a reestruturá-lo, e influencia o melhor prognóstico e qualidade de vida dos pacientes. Estudos com limitações geográficas são indicados para o preenchimento dessas lacunas.

Assim, esse artigo tem como objetivo descrever a metodologia empregada no Registro de Insuficiência Cardíaca de Sergipe (VICTIM-CHF), que tem como proposta caracterizar e comparar as disparidades observadas entre os pacientes hospitalizados por IC nos sistemas de saúde público e suplementar observando: 1) o contexto socio-demográfico e suas implicações estilo de vida inadequado (sedentarismo, alcoolismo, tabagismo e alimentação inadequada) e nas características epidemiológica, clínicas, antropométricas e bioquímicas que impactam em desfechos clínicos desfavoráveis da IC; 2) a eventual existência de diferença da quantidade e/ou da qualidade da ingestão de nutrientes dos pacientes do SUS e do sistema privado e se ajudam/prejudicam o tratamento da enfermidade; 3) ocorrência de diferenças entre as complicações intra-hospitalares dois tipos de assistência que afetariam o prognóstico clínico dos pacientes; 4) se as condutas clínicas realizadas nos pacientes assistidos pela rede suplementar de saúde promove uma recuperação mais rápida e eficaz do paciente quando comparada a rede pública. As informações técnicas oriundas da investigação poderá auxiliar no planejamento estratégico de melhoria do cuidado; caracterizar a população com IC a nível local de acordo com o tipo de assistência prestada; ser base para estudos multicêntricos regionais e nacionais; auxiliar a criação de políticas de cuidado de territórios nacionais ou internacionais que tenha perfil socioeconômico semelhante.

MÉTODO

Estudo transversal, descritivo e prospectivo.

Amostra

A amostra será composta por “todos os participantes” com IC, considerando os critérios de inclusão e exclusão (Tabela 1). Assim, serão considerados com IC, todos pacientes que tiveram a confirmação do diagnóstico pela equipe médica de cada hospital. A amostra calculada é 382 indivíduos, adotando a medição do tamanho mínimo da amostra para o desfecho primário, segundo os seguintes parâmetros: alfa

Tabela 1. Critérios de Inclusão e Exclusão do Estudo VICTIM-CHF.

Critérios de Inclusão	1. Pacientes de ambos os sexos;
	2. Idade \geq 18 anos;
	3. Brasileiros;
	4. Pacientes internados com diagnóstico de insuficiência cardíaca e confirmado pela equipe médica de cada instituição;
	5. Concorde em participar da pesquisa e assine o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).
Critérios de Exclusão	1. Mudança no diagnóstico durante a internação;
	2. Morte antes da entrevista;
	3. Desistência de participação;
	4. Gestantes;
	5. Incapacidade de falar;
	6. Alzheimer ou outras demências.

bicaudal= 0.05; poder= 80%; probabilidade de eventos= 25%; tamanho mínimo de efeito medido na razão de chances para diferença entre grupos= 1.4 (Adedayo & Agunbiade, 2012).

Instrumentos

A coleta de dados será realizada utilizando formulário elaborado especificamente para este estudo e por ferramentas encontradas na literatura para: avaliar o nível de atividade física, qualidade de vida, consumo alimentar e triagem nutricional citadas a seguir:

- Versão curta do Questionário Internacional sobre Atividade Física Adaptada (IPAQ): avaliar o nível de atividade física (Matsudo et al., 2001);
- Versão curta do questionário SF-36 (Short-Form Health Survey SF-36): avaliar a qualidade de vida (Ware Jr. & Sherbourne, 1992; Ciconelli, Ferraz, Santos, Meinão, & Quaresma, 1999);
- Questionário de Frequência Alimentar semi-quantitativo (QFA): avaliar o consumo alimentar (Lima, Slater, Latorre, & Fisberg, 2007);
- Triagem de risco nutricional (NRS-2002): avaliação nutricional subjetiva de adultos (\geq 18 a < 60 anos) e idosos (\geq 60 anos) (Kondrup, Rasmussen, Hamberg, & Stanga, 2003);
- Avaliação global subjetiva (SGA): avaliação nutricional subjetiva somente de adultos (\geq 18 a < 60 anos) (Detsky et al., 1987);
- Mini-avaliação Nutricional (MNA): avaliação nutricional subjetiva somente de idosos (\geq 60 anos) (Rubenstein, Harker, Salvà, Guigoz, & Vellas, 2001).

A avaliação antropométrica será realizada por um único avaliador, previamente treinado, com instrumentos próprio, realizando todas as medidas a seguir em triplicata:

- Peso: será utiliza balança digital eletrônica (Seca[®], Hamburg, Germany), capacidade máx. 180 Kg e aproximação de 100 g;
- Altura: será utilizado estadiômetro (Seca[®], Hamburg, Germany), marcações em milímetros (mm);
- Índice de Massa Corporal (IMC): será calculado a partir da aferição do peso e altura e classificado de acordo com os pontos de corte do Ministério da Saúde (Brasil, 2011);
- Circunferência da cintura e quadril: serão aferidas utilizando fita inelástica, com marcações em milímetros (mm);
- Dobra tricipital, bicipital, subscapular e suprailíaca: serão aferidas utilizando adipômetro (Lange caliper, Cambridge Scientific Industries Inc., Cambridge, Maryland, USA), com marcação em milímetros (mm), aproximação de 1 milímetro, conforme técnica previamente padronizada (Durnin & Womersley, 1974).

Procedimentos

O protocolo do estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos da Universidade Federal de Sergipe (CEP/UFS) e aprovado sob o número parecer: 2.670.347. A investigação será conduzida de acordo com a Resolução CNS 196/96 e toda a sua complementar CNS/MS. Portanto, a participação no registro só ocorrerá após a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) pelo paciente ou seu representante legal, após o fornecimento dos esclarecimentos necessários.

O estudo será realizado em quatro hospitais de referência em cardiologia no município de Aracaju-SE, onde dois deles atendem exclusivamente a rede pública e os outros dois para aqueles em atendimento particular ou plano de saúde privado.

A participação de cada paciente iniciará durante a internação, no hospital, e será encerrada no 30º dia após a alta, via contato telefônico para a obtenção de informações sobre reinternação ou mortalidade nesse período (Figura 1). Durante a internação serão coletados dados de prontuários como: data de admissão e alta, diagnóstico de alta, histórico de saúde, fatores de risco cardiovasculares, doenças associadas, fator etiológico e precipitante da IC, classe funcional segundo NYHA (Russell et al., 2009), eletrocardiograma, ecocardiograma, raio-X do tórax, exames bioquímicos, medicações utilizadas.

Durante a internação, a partir de entrevista, será investigado: o histórico familiar, fatores de risco cardiovasculares, doenças associadas, investigação de hábitos (ex: etilismo e tabagismo), medicações de uso regular, qualidade de vida, nível de atividade física e consumo alimentar. É importante ressaltar que não serão coletados os dados de consumo dos pacientes que estiveram em acompanhamento nutricional, forem adeptos a dieta especial (dieta vegetariana, dieta Atkins, dentre outras) nos três meses anteriores à entrada do estudo, ou que apresente qualquer dificuldade na alimentação oral, condição de responder com precisão comprometida.

Ainda durante a internação, será realizada a avaliação nutricional dos pacientes a partir da avaliação nutricional subjetiva e antropométrica, utilizando as ferramentas já mencionadas anteriormente.

No momento da alta, será conferido se o diagnóstico clínico foi mantido pela equipe médica. Entretanto, a participação de todos pacientes só será encerrada no 30º dia após a alta, via contato telefônico, para avaliação da taxa de mortalidade e reinternação durante esse período (Desai & Stevenson, 2012). Assim, serão considerados como desfechos clínicos: taxa de mortalidade hospitalar e rehospitalização em 30 dias; mortalidade em 30 dias e tempo de internação.

Análise estatística

O cálculo do tamanho amostral foi realizado no Stata Statistical Software 15.1 (College Station, TX: StataCorp LLC) (StataCorp, 2017).

Todas as variáveis numéricas serão submetidas ao teste de Kolmogorov-Smirnov para determinar o tipo de distribuição. Para comparação entre variáveis contínuas ou discretas será aplicado teste T-student para medidas repetidas ou Wilcoxon-Mann-Whitney, quando mais adequado. As variáveis categóricas e suas associações serão avaliadas a partir do teste exato de Fisher ou do χ^2 de Pearson, quando mais apropriado.

Os desfechos serão descritos por percentual, considerando todos os locais de estudo e pelo percentual entre usuários do SUS e da iniciativa privada de saúde.

Para análise de sobrevivência, serão utilizadas curvas de Kaplan-Meier e quaisquer possíveis diferenças entre os grupos serão estimadas pelo teste de classificação de registro.

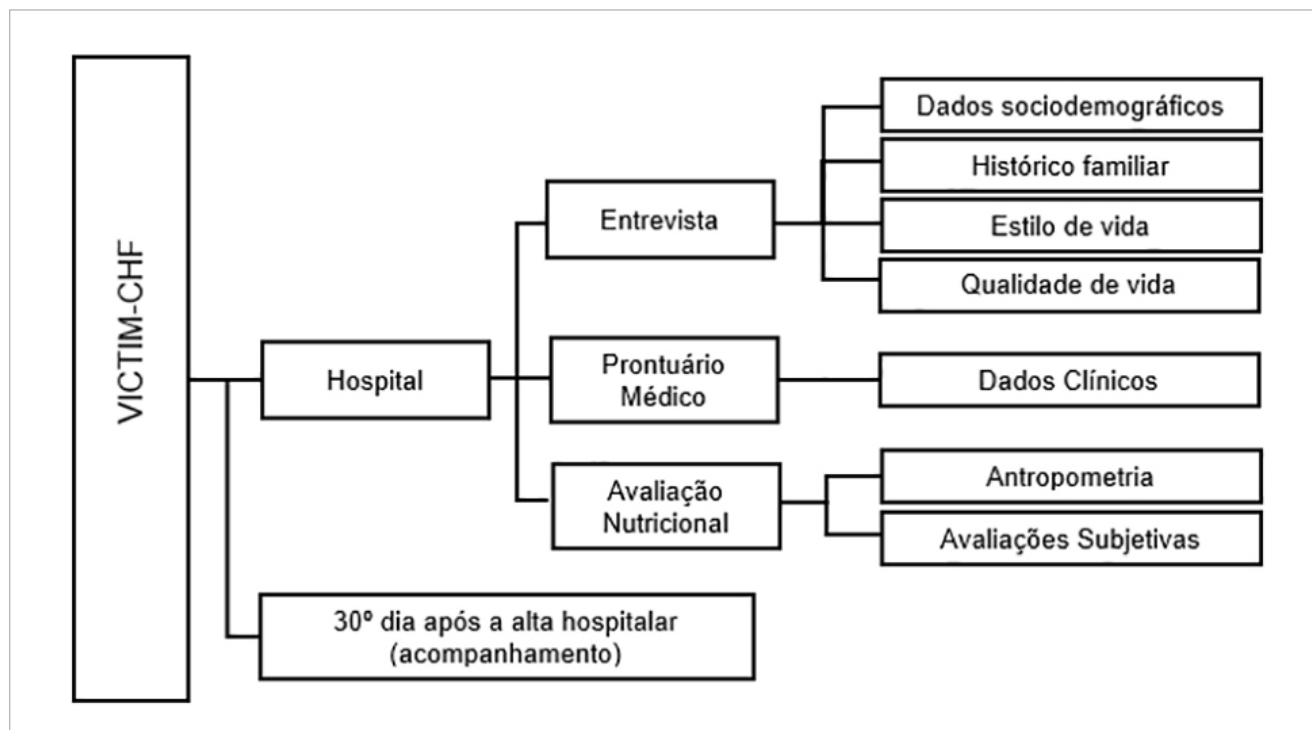


Figura 1. Esquema básico do Estudo VICTIM-CHF.

Serão desenvolvidos modelos de regressão logística multivariada e análise de regressão de Cox, com estimativa de razão de chances e razão de risco, respectivamente. O erro padrão correspondente, os intervalos de confiança de 95% e os valores p associados. A avaliação dos pressupostos de adequação dos modelos será realizada tanto pela observação gráfica dos resíduos quanto pelo teste de bondade de ajuste. As análises serão realizadas considerando o nível de significância estatística de 5% ($p < 0.05$).

RESULTADOS

A partir da análise da amostra preliminar do estudo, foi observado que 70% dos pacientes hospitalizados com insuficiência cardíaca em Sergipe são do sexo masculino e 60% adultos. Mas a distribuição do sexo e idade entre a rede pública e privada de saúde foi homogênea (Tabela 2).

Em relação ao nível de escolaridade, 20% da amostra total nunca estudou, comportamento semelhante ao observado na rede pública e privada separadamente. Entretanto, enquanto os demais pacientes da rede pública (80%) possuem até 9 anos de estudo, o equivalente ao ensino fundamental brasileiro, 80% dos pacientes da rede privada possuem pelo menos o ensino médio (> 10 anos) ($p = 0.018$) (Tabela 2). O ensino fundamental e médio são os dois ciclos que compõe a educação básica brasileira.

A etiologia da insuficiência cardíaca mais frequente foi a isquêmica (50%). Além dessa causa, na rede pública também foi observado a miocardiopatia (20%) e na rede privada a hipertensiva (20%). A causa da descompensação mais frequente foi arritmia (40%), com distribuição homogênea entre as redes de saúde ($p = 0.079$), assim como observado com a etiologia ($p = 0.072$). Em 60% dos prontuários avaliados na rede privada não possuíam informações sobre a etiologia e causa da descompensação (Tabela 2).

A insuficiência cardíaca foi classificada, a partir da fração de ejeção do ventrículo esquerdo, como reduzida e intermediária em 50% dos pacientes, respectivamente. Não havendo diferença significativa entre as redes ($p = 0.143$), assim como observado com alteração no eletrocardiograma ($p = 1.000$) descompensação (Tabela 2).

A partir da avaliação do IMC, além da alta prevalência de pacientes com sobrepeso ou obesidade (50%) chama atenção a alta prevalência de pacientes com desnutrição (20%), mesmo esse índice não sendo o mais sensível para avaliar esses pacientes em virtude da presença de edema, comum entre esses pacientes descompensação. O tempo de internação foi superior na rede pública, onde 80% dos pacientes avaliados passaram mais de 8 dias hospitalizados, enquanto todos os pacientes da rede privada receberam alta em até 7 dias ($p = 0.036$) (Tabela 2).

Tabela 2. Caracterização da amostra inicial do estudo VICTIM-CHF, realizada com pacientes com insuficiência cardíaca hospitalizados na rede pública e privada de saúde de Sergipe.

Variáveis	Total*	Pública	Privada	Valor p^{**}
	n (%)	n (%)	n (%)	
Sexo				1.000
Masculino	7 (70)	4 (80)	3 (60)	
Feminino	3 (30)	1 (20)	2 (40)	
Idade (anos)				1.000
18 - 60	6 (60)	3 (60)	3 (60)	
≥ 60	4 (40)	2 (40)	2 (40)	
Anos de estudo				0.018
0	2 (20)	1 (20)	1 (20)	
1 - 10	4 (40)	4 (80)	0 (0)	
> 10	4 (40)	0 (0)	4 (80)	
Etiologia				0.079
Não especificada	3 (30)	0 (0)	3 (60)	
Hipertensiva	1 (10)	1 (20)	0 (0)	
Isquêmica	5 (50)	4 (80)	1 (20)	
Miocardiopatia	1 (10)	0 (0)	1 (20)	
Causa da descompensação				0.072
Não especificada	3 (30)	0 (0)	3 (60)	
Arritmia	4 (40)	3 (60)	1 (20)	
Infecção	1 (10)	0 (0)	1 (20)	
Isquemia miocárdica	2 (20)	2 (40)	0 (0)	
Classificação da IC - FEVE				0.143
Reduzida	4 (50)	0 (0)	4 (80)	
Intermediária	4 (50)	3 (100)	1 (20)	
Preservada	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
Alteração no eletrocardiograma				1.000
Sim	9 (90)	4 (80)	5 (100)	
Não	1 (10)	1 (20)	0 (0)	
IMC				0.446
Desnutrição	2 (20)	1 (20)	1 (20)	
Eutrofia	3 (30)	2 (40)	1 (20)	
Sobrepeso/Obesidade	5 (50)	2 (40)	3 (60)	
Motivo da saída hospitalar				0.114
Alta	8 (80)	3 (60)	5 (100)	
Transferência	2 (20)	2 (40)	0 (0)	
Óbito	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
Período de Internação (dias)				0.036
0 - 7	6 (60)	1 (20)	5 (100)	
7 - 14	1 (10)	1 (20)	0 (0)	
> 14	3 (30)	3 (60)	0 (0)	

*Amostra= 10, onde rede pública= 5; rede privada= 5; **foram realizados teste χ^2 ou exato de Fischer, considerando nível de significância $\geq 95\%$; IC - FEVE: classificação da insuficiência cardíaca, segundo a Fração de Ejeção do Ventrículo Esquerdo. Não foi realizado ecocardiograma durante a internação em 2 pacientes da rede pública de saúde; IMC: índice de massa corporal, classificação de acordo com o Ministério da Saúde.

DISCUSSÃO

O Registro de Insuficiência Cardíaca de Sergipe apresenta as características sociodemográfica, clínica, antropométricas de pacientes hospitalizados por descompensação desta síndrome clínica em unidades de atendimento públicas e privadas referências em cardiologia em Aracaju/SE. Com esses resultados é possível determinar e comparar a qualidade dos serviços prestado à população assistida pelos diferentes tipos de serviço e a evolução clínica identificando pontos que precisem ser melhorados.

Na análise comparativa preliminar observou-se que apenas a escolaridade e o tempo de internação apresentaram disparidades significativas sendo desfavoráveis para pacientes do SUS. A baixa escolaridade da população assistida pelo sistema público foi também encontrada por Paz et al. (2019) em Pernambuco, Sousa et al. (2017) em João Pessoa e por Bonifacio de Sousa Silva et al. (2021) em Salvador. Pacientes com nível baixo de instrução podem apresentar um prognóstico clínico desfavorável, uma vez que, esta população tem dificuldade em compreender e realizar as orientações dadas pelos profissionais de saúde para os cuidados em relação a manutenção e o tratamento de doenças (Almeida, Teixeira, Barichello, & Barbosa, 2013; Costa et al., 2018). Essa característica pode ser responsável pela alta gravidade com que os pacientes chegam até as unidades de assistência fazendo com que permaneçam mais tempo internados e aumentem a necessidade por procedimentos para colocar ressinchronizadores cardíacos, implante de stents e cirurgias cardíacas, implicando em aumento dos custos e reduzindo a qualidade de vida dos pacientes (Kaufman et al., 2015). Em Sergipe, apenas 15,3% apresentam plano de saúde, ou seja, a maior parte da população é dependente do SUS, o que reforça a necessidade de melhoria na assistência quanto ao tratamento das patologias (Brasil, 2021).

Por ser um estudo realizado em diversos hospitais com uma rotatividade significativa o estudo tem como possíveis limitações a perda de dados. Porém, para minimizar será disponibilizado pesquisadores todos os dias da semana e em diferentes turnos nas unidades. Além disso, os pacientes podem se recusar a responder perguntas que exigem autorreflexão como qualidade de vida podem causar desconforto emocional. A análise preliminar será realizada periodicamente, e caso seja observada a necessidade de alterar a metodologia utilizada a modificação será planejada para não afetar os dados anteriormente coletados.

Espera-se que o Registro de Insuficiência Cardíaca em Sergipe seja responsável por despertar o desenvolvimento de pesquisas de graduação e pós-graduações que busquem explicar as causalidades entre os desfechos clínicos e fatores

associados, bem como, capacitem os profissionais que atuam na área da cardiologia sobre as melhorias necessárias.

CONCLUSÃO

A expectativa é que essa investigação possa fornecer consistentemente aos gestores de saúde informações técnicas que servirão de base para novas políticas ou estratégias para o atendimento de pacientes hospitalizados por IC, contribuindo para o desenvolvimento de um sistema de saúde mais eficiente e equitativo.

Essas estratégias, com certeza, também contribuirão para a adoção de medidas preventivas voltadas à redução da descompensação da IC e, conseqüentemente, às internações de seus pacientes, contribuindo assim para a redução do custo social e econômico.

Além disso, espera-se que o Registro VICTIM-CHF venha a se constituir em veículo de auxílio na capacitação e na formação científica de estudantes, de diversos cursos, tanto da graduação como da pós-graduação, na área de ciências da saúde.

AGRADECIMENTOS

As instituições hospitalares onde ocorre o estudo, a todos os estudantes de graduação envolvidos na coleta de dados.

REFERÊNCIAS

- Adedayo, A. K., & Agunbiade, D. A. (2012). Parameter estimation and determination of sample size in logistic regression. *Journal of Mathematics and Statistics*, 8(4), 481-488. <https://doi.org/10.3844/jmssp.2012.481.488>
- Almeida, G. A. S., Teixeira, J. B. do A., Barichello, E., & Barbosa, M. H. (2013). Perfil de saúde de pacientes acometidos por insuficiência cardíaca. *Escola Anna Nery*, 17(2), 328-335. <https://doi.org/10.1590/S1414-81452013000200018>
- Bonifacio de Sousa Silva, M. M., Silva Marinho, C., Silva Sampaio, E., Santos Silva, R., Silva Pires, C. G., & Nascimento Fraga, É. (2021). Qualidade de vida de idosos com insuficiência cardíaca. *Ciencia y Enfermería*, 27, 8. <https://doi.org/10.29393/CE27-8QVMM60008>
- Brasil. (2011). *Orientações para a coleta e análise de dados antropométricos em serviços de saúde: Norma Técnica do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional—SISVAN*. Brasília: Ministério da Saúde. Recuperado de https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/orientacoes_coleta_analise_dados_antropometricos.pdf
- Brasil. (2020). *Pesquisa nacional de saúde: 2019: Informações sobre domicílios, acesso e utilização dos serviços de saúde: Brasil, grandes regiões e unidades da federação*. Rio de Janeiro: IBGE. Recuperado de: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/bibliotecacatalogo?view=detalhes&id=2101748>
- Brasil. (2021). *Agência Nacional de Saúde Suplementar - ANS: taxa de cobertura*. Recuperado de https://www.ans.gov.br/images/stories/Materiais_para_pesquisa/Perfil_setor/sala-de-situacao.html

- Ciconelli, R. M., Ferraz, M. B., Santos, W., Meinão, I., & Quaresma, M. R. (1999). Tradução para a língua portuguesa e validação do questionário genérico de avaliação de qualidade de vida (Brasil SF-36). *Revista Brasileira de Reumatologia*, 39(3), 143-150.
- Comitê Coordenador da Diretriz de Insuficiência Cardíaca. (2018). Diretriz Brasileira de Insuficiência Cardíaca Crônica e Aguda. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 111(3), 436-539. <https://doi.org/10.5935/abc.20180190>
- Costa, I. P. da, Bezerra, V. P., Pontes, M. de L. de F., Moreira, M. A. S. P., Oliveira, F. B. de, Pimenta, C. J. L., Silva, C. R. R., & Silva, A. O. (2018). Qualidade de vida de idosos e sua relação com o trabalho. *Revista Gaúcha de Enfermagem*, 39, e2017-0213. <https://doi.org/10.1590/1983-1447.2018.2017-0213>
- Desai, A. S., & Stevenson, L. W. (2012). Rehospitalization for heart failure. *Circulation*, 126(4), 501-506. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.112.125435>
- Detsky, A., McLaughlin, Baker, J., Johnston, N., Whittaker, S., Mendelson, R., & Jeejeebhoy, K. (1987). What is subjective global assessment of nutritional status? *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 11(1), 8-13. <https://doi.org/10.1177/014860718701100108>
- Durnin, J. V. G. A., & Womersley, J. (1974). Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: Measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 Years. *British Journal of Nutrition*, 32(1), 77-97. <https://doi.org/10.1079/BJN19740060>
- Kaufman, R., Azevedo, V. M. P., Xavier, R. M. de A., Geller, M., Chaves, R. B. M., & Castier, R. B. M. (2015). Evolution of heart failure-related hospital admissions and mortality rates: a 12-year analysis. *International Journal of Cardiovascular Sciences*, 28(4), 276-281. <http://www.dx.doi.org/10.5935/2359-4802.20150040>
- Kondrup, J., Rasmussen, H. H., Hamberg, O., & Stanga, Z. (2003). Nutritional risk screening (NRS 2002): A new method based on an analysis of controlled clinical trials. *Clinical Nutrition*, 22(3), 321-336. [https://doi.org/10.1016/S0261-5614\(02\)00214-5](https://doi.org/10.1016/S0261-5614(02)00214-5)
- Lima, F. E. L. de, Slater, B., Latorre, M. do R. D. O., & Fisberg, R. M. (2007). Validade de um questionário quantitativo de frequência alimentar desenvolvido para população feminina no nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 10(4), 483-490. <https://doi.org/10.1590/S1415-790X2007000400006>
- Matsudo, S., Araújo, T., Matsudo, V., Andrade, D., Andrade, E., Oliveira, L. C., & Braggion, G. (2001). Questionário internacional de atividade física (IPAQ): Estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*, 6(2), 5-18. <https://doi.org/10.12820/rbafs.v.6n2p5-18>
- Nogueira, I. D. B., Nogueira, P. A. de M. S., Fonseca, A. M. C. da, Santos, T. Z. de M., Souza, D. E. de, & Ferreira, G. M. H. (2019). Prevalência de insuficiência cardíaca e associação com saúde autorreferida no Brasil: Pesquisa Nacional de Saúde - 2013. *Acta Fisiátrica*, 26(2), 95-101. <https://doi.org/10.11606/issn.2317-0190.v26i2a164952>
- Paz, L. F. de A., Medeiros, C. de A., Martins, S. M., Bezerra, S. M. M. da S., Oliveira Junior, W. de, & Silva, M. B. A. (2019). Quality of life related to health for heart failure patients. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 72(Supl. 2), 140-146. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2018-0368>
- Ponikowski, P., Anker, S. D., AlHabib, K. F., Cowie, M. R., Force, T. L., Hu, S., Jaarsma, T., Krum, H., Rastogi, V., Rohde, L. E., Samal, U. C., Shimokawa, H., Siswanto, B. B., Sliwa, K., & Filippatos, G. (2014). Heart failure: Preventing disease and death worldwide. *ESC Heart Failure*, 1(1), 4-25. <https://doi.org/10.1002/ehf2.12005>
- Rubenstein, L. Z., Harker, J. O., Salvà, A., Guigoz, Y., & Vellas, B. (2001). Screening for Undernutrition in Geriatric Practice: Developing the Short-Form Mini-Nutritional Assessment (MNA-SF). *The Journals of Gerontology: Series A*, 56(6), M366-M372. <https://doi.org/10.1093/gerona/56.6.M366>
- Russell, S. D., Saval, M. A., Robbins, J. L., Ellestad, M. H., Gottlieb, S. S., Handberg, E. M., Zhou, Y., & Chandler, B. (2009). New York Heart Association functional class predicts exercise parameters in the current era. *American Heart Journal*, 158(4 Supl.), S24-S30. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2009.07.017>
- Savarese, G., & Lund, L. H. (2017). Global public health burden of heart failure. *Cardiac Failure Review*, 3(1), 7-11. <https://doi.org/10.15420/cfr.2016.25.2>
- Sousa, M. M. de, Oliveira, J. dos S., Soares, M. J. G. O., Bezerra, S. M. M. da S., Araújo, A. A. de, & Oliveira, S. H. dos S. (2017). Associação das condições sociais e clínicas à qualidade de vida de pacientes com insuficiência cardíaca. *Revista Gaúcha de Enfermagem*, 38(2), e65885. <https://doi.org/10.1590/1983-1447.2017.02.65885>
- Stevens, B., Pezzullo, L., Verdian, L., Tomlinson, J., George, A., & Bacal, F. (2018). The Economic Burden of Heart Conditions in Brazil. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 111(1), 29-36. <https://doi.org/10.5935/abc.20180104>
- Viacava, F., Oliveira, R. A. D. de, Carvalho, C. de C., Laguardia, J., & Bellido, J. G. (2018). SUS: Oferta, acesso e utilização de serviços de saúde nos últimos 30 anos. *Ciência & Saúde Coletiva*, 23(6), 1751-1762. <https://doi.org/10.1590/1413-81232018236.06022018>
- Ware Jr., J. E., & Sherbourne, C. D. (1992). The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Medical Care*, 30(6), 473-483.
- World Health Organization. (2020). Global Health Estimates: Life expectancy and leading causes of death and disability. Recuperado de <https://www.who.int/data/gho/data/themes/mortality-and-global-health-estimates>

