

revista | journal

ISSN 1646-107X eISSN 2182-2972

motricidade

Volume 8 | Issue S1 | Supl. 2012 | Quarterly | www.revistamotricidade.com



II Simpósio Internacional de
Performance Desportiva

Fundação Técnica e Científica do Desporto

revista | journal

ISSN 1646-107X eISSN 2182-2972

motricidade

Volume 8 | Issue S1 | Supl. 2012 | Quarterly | www.revistamotricidade.com

EDITORIAL | EDITORIAL

- 1 Orientações para a publicação de suplementos na revista Motricidade
Requirements for supplement publication in journal Motricidade
H.M. FERNANDES, J. VASCONCELOS-RAPOSO
- 3 Motricidade – Suplemento do 2º Simpósio Internacional de Performance Desportiva do CIDESD
Motricidade – Supplement of the 2nd International Symposium of Sports Performance Group/CIDESD
D.A. MARINHO

ARTIGO ORIGINAL | ORIGINAL ARTICLE

- 5 Efeito da ordem de aplicação da componente aeróbia do treino na perda de massa gorda em adultos pré-obesos do género feminino
Effect of aerobic training in different phases of training session on fat loss in pre-obese adults' young female
A. SANTOS, C. VALENTE, R. BATISTA
- 13 O efeito do aquecimento no rendimento dos 50 m de nado
The effect of warm-up in 50 m swimming performance
H.P. NEIVA, P.G. MOROUÇO, F.M. PEREIRA, D.A. MARINHO
- 19 Comparison of young swimmer's active drag coefficient using three methods to compute trunk transverse surface area
Comparação do coeficiente de arrasto activo através de três técnicas de avaliação da área de secção transversa do tronco em jovens nadadores
J.E. MORAIS, M.J. COSTA, M.F. MOREIRA, T.M. BARBOSA
- 27 Contributo dos factores antropométricos, bioenergéticos e biomecânicos para a performance de nadadores de elite no pico de forma na época de verão
Anthropometrical, energetical and biomechanical contribution for the elite swimming performance during the peak form period during the summer season
M.J. COSTA, J.A. BRAGADA, J.E. MEJIAS, H. LOURO, T.M. BARBOSA
- 35 Agachamento, latíssimo e supino: Qual o mais indicado para explicar a performance em nadadoras?
Squat, lat pull down and bench press: Which is the most related to female swimmers performance?
P.G. MOROUÇO, H.P. NEIVA, M.C. MARQUES
- 41 The effect of 6 months of whole body vibration training on strength in postmenopausal women
O efeito de 6 meses de treino de vibração em todo o corpo na força em mulheres na pós-menopausa
R. VAN DEN TILLAAR
- 51 Prescrição de exercício para a saúde: Caracterização do dispêndio energético da marcha e da corrida
Exercise prescription for health: Characterization of energy expenditure of walking and running
R. MENDES, P. SILVA, V.M. REIS
- 57 O efeito da profundidade no arrasto hidrodinâmico durante o deslize em natação
The effect of depth on hydrodynamic drag during the gliding in swimming
R.J. RAMOS, V.R. MANTHA, M.L. NOVAIS, A.I. ROUBOA, A.J. SILVA, D.A. MARINHO

ARTIGO DE REVISÃO | REVIEW ARTICLE

- 67 ACTN3 R577X polymorphism and muscle phenotypes
Polimorfismo ACTN3 R577X e fenótipos musculares
A. PEREIRA, A.J. SILVA, A.M. COSTA, E.B. ALMEIDA, M.C. MARQUES

RESUMOS | ABSTRACTS

- 73** Painel 1: Análise da Performance Desportiva
- 81** Painel 2: Treino de Força e de Condição Física
- 83** Painel 3: Avaliação Fisiológica e Biomecânica
- 89** Painel da Saúde
- 93** Painel da Intervenção Pedagógica e Profissional

Orientações para a publicação de suplementos na revista Motricidade

Requirements for supplement publication in journal Motricidade

H.M. Fernandes, J. Vasconcelos-Raposo

EDITORIAL | EDITORIAL

O objectivo central de um periódico científico é servir de veículo de comunicação do conhecimento científico entre os autores (investigadores, laboratórios, centros de investigação, unidades de I&D, etc) e os seus leitores (docentes, investigadores, alunos ou a população em geral), procurando estabelecer um estado de arte sobre uma determinada realidade e/ou apresentar contributos inovadores para o seu desenvolvimento.

Enquanto agente pró-activo desta dinâmica, a Motricidade tem procurado desempenhar um papel mais interventivo e integrador desta(s) realidade(s), através: a) de um acesso livre/aberto (*open access*) dos artigos científicos publicados, sem qualquer tipo de embargo ou subscrição e com uma extensiva presença nas mais conceituadas bases de indexação/resumos e repositórios; b) da (re)definição de políticas editoriais alicerçadas na valorização do conhecimento, do trabalho dos autores e dos revisores, procurando, sempre que possível, diminuir o tempo que decorre entre a submissão e a publicação de um artigo; c) do incentivo à submissão de estudos que integrem as várias áreas/disciplinas de conhecimento retratadas na revista e que evidenciem os benefícios da adopção de um estilo de vida activo e saudável; e, d) da promoção de manuscritos que procurem ser inovadores e ricos nos domínios da teorização.

Uma outra possibilidade de contributo é a publicação de artigos, resumos/*abstracts* ou outros materiais que resultem de congressos, simpósios ou reuniões científicas de sociedades científicas ou grupos de investigação. Este tipo de edição, usualmente designada de suplemento, visa o desenvolvimento e disseminação do conhecimento científico em áreas científicas delimitadas pelas comissões organizadoras destes encontros, constituindo, muitas das vezes, uma das primeiras formas de apresentação de resultados de pesquisas em processo ou em fase final.

Neste sentido, a presente edição suplementar da Motricidade integra a publicação de artigos e resumos/*abstracts* do 2º Simpósio Internacional de Performance Desportiva/CIDESD e surge na continuidade de um número anterior (2009, vol. 5, n. 3), no qual foram publicadas as actas do 1º Simpósio Internacional de Performance Desportiva e de um número mais recente (2011, vol. 7, n. S1), que incluiu os *proceedings* do 1º Encontro Internacional de Pesquisadores em Esporte, Psicologia e Saúde.

De acordo com as directrizes do *International Committee of Medical Journal Editors* (ICMJE) para a edição de suplementos, os editores-chefes de um periódico deverão assegurar um conjunto de premissas, de forma a assegurar a qualidade e mérito do conteúdo publicado, nomeadamente: i) garantir a

aplicação das boas práticas editoriais e exercer controlo sobre as decisões de escolha de artigos, revisores e conteúdos a publicar; ii) trabalhar em cooperação com a comissão organizadora, no sentido de definir o âmbito, escopo e índice do suplemento; iii) possibilitar aos leitores a distinção entre artigos ordinais e pertencentes a um exemplo, através da correcta identificação do número da revista; iv) garantir a aplicação dos princípios de transferência dos direitos de autor (*copyright*) e inexistência de conflitos de interesse; e v) indicar qualquer forma de relação financeira entre os editores e a comissão organizadora.

Neste âmbito, a presente edição suplementar da *Motricidade* foi desenvolvida de acordo com todas as recomendações apresentadas anteriormente, de forma a assegurar a qualidade técnica e científica do conteúdo publicado e os objectivos fundamentais que norteiam a (sobre)vivência deste periódico. Após a definição do âmbito e escopo da edição, foram delegadas competências para a organização de todo o processo editorial alicerçado numa análise/revisão cega (*“blind-*

review”) e no cumprimento integral das normas de publicação. Posteriormente, foram desenvolvidas todas as tarefas e normas usualmente implementadas ao longo do processo editorial, culminando na edição gráfica final. De acordo com a política editorial em vigor, a Comissão Organizadora do 2º Simpósio Internacional de Performance Desportiva apoiou o presente suplemento através da atribuição de um subsídio financeiro destinado à comparticipação dos custos tipográficos e de impressão da respectiva edição em suporte impresso e electrónico.

Enquanto editores da *Motricidade*, foi com muito agrado e satisfação que acolhemos o interesse manifestado pela Comissão Organizadora deste evento em adoptar a nossa revista como agente divulgador destas pesquisas. Manifestamos, igualmente, a nossa disponibilidade para receber propostas de futuras edições suplementares relacionadas com a investigação produzida no âmbito das ciências do Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano, desde que implementados os requisitos apresentados neste editorial.

Motricidade – Suplemento do 2º Simpósio Internacional de Performance Desportiva do CIDESD

Motricidade – Supplement of the 2nd International Symposium of Sports Performance Group/CIDESD

D.A. Marinho

EDITORIAL | EDITORIAL

Num momento crítico, como este que estamos a viver, em que no país só se fala da precária situação financeira em que vivemos, é de destacar iniciativas que revelam que a sociedade, as pessoas que constituem o país, não se deixa abater pelo clima de pessimismo instalado. O 2º Simpósio Internacional de Performance Desportiva do CIDESD (Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano) é disso um bom exemplo.

Enquanto centro de investigação, o CIDESD destaca-se por ter sido capaz de prever em tempo útil que a massa crítica, tanto em qualidade como em quantidade, é um dos pilares centrais para o desenvolvimento científico. Neste sentido, um conjunto de instituições de Ensino Superior uniu-se em consórcio, criando um único centro supra institucional, o CIDESD, indo um pouco contra a corrente vigente de cada Instituição pretender criar o seu próprio centro. Esta decisão permitiu que se estabelecessem pontes de ligação entre os membros de diferentes instituições de Ensino Superior, criando equipas de investigação com diferentes valências, orientadas para objectivos comuns, utilizando conjuntamente laboratórios e equipamentos, numa verdadeira medida de racionalidade. Apesar de nem sempre ter sido fácil esta cooperação, e estando ainda longe do

aproveitamento ideal desta situação, há alguns exemplos que merecem referência. Um deles diz respeito ao Grupo da Performance Desportiva do CIDESD, grupo responsável por este simpósio, em que se destacam áreas de investigação científica com reconhecimento nacional e internacional, em que neste número da Motricidade damos destaque (Análise da Performance Desportiva, Treino de Força e de Condição Física, Avaliação Fisiológica e Biomecânica).

Este 2º Simpósio da Performance Desportiva tem ainda a particularidade de apresentar alguns trabalhos dos outros dois grupos de investigação do centro (Grupo da Saúde, Grupo da Intervenção Pedagógica e Profissional), bem como de investigadores de outros centros de investigação do país, permitindo perceber em que áreas se podem criar novas oportunidades de investigação conjunta, entre membros do CIDESD de diferentes grupos de investigação, mas também com membros exteriores ao CIDESD. Num momento em que se especula sobre os cortes orçamentais que poderão contemplar as Universidades e os Centros de Investigação, a cooperação ou mesmo a associação com investigadores de outros grupos de investigação e mesmo com outros centros de investigação exteriores ao CIDESD, nacionais e internacionais, deve ser equacionado, pois muito dificilmente a situação

que se vive actualmente em termos de financiamento de centros de investigação continuará a ocorrer no futuro. Neste sentido, este 2º Simpósio de Performance Desportiva e este número da Motricidade procura ir de encontro a essa reflexão, que todos nós, enquanto membros activos da comunidade científica, não devemos adiar.

Merece referência também o facto deste 2º Simpósio se realizar na Covilhã, Universidade da Beira Interior, uma das Universidades Públicas mais recentes de Portugal, que desde 1986 tem desenvolvido a sua actividade académica em várias áreas do conhecimento, nas quais se destacam as áreas de Ciências Sociais e Humanas, Ciências, Ciências da Saúde, Engenharia, e Letras. A Universidade da Beira Interior tem neste momento 9 centros de investigação com classificação de “Bom” ou superior pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia, havendo uma grande ênfase na procura do desenvolvimento e inovação tecnológica e na consequente transferência desse conhecimento para as empresas envolventes, desempenhando um papel decisivo na economia regional. A Universidade da Beira Interior é também uma das instituições de Ensino Superior fundadoras do CIDESD, através do seu núcleo de investigação CIDESD/Pólo da UBI. Este simpósio tem ainda a particularidade de se realizar na Faculdade de Ciências da Saúde da UBI, que, juntamente com o Hospital da Cova da Beira e com os cursos associados a esta faculdade, destacando-se obviamente o curso de Medicina, deve servir

de incentivo a que as parcerias e a associação entre as Ciências do Desporto e as Ciências da Saúde sejam cada vez mais uma realidade.

Com base nos pressupostos acima referidos, foi intenção do CIDESD proporcionar um momento de reflexão e debate em torno das questões das Ciências do Desporto, Exercício e Saúde, permitindo cumprir os objectivos do próprio centro de investigação: (i) promover a investigação e desenvolvimento científico no âmbito das Ciências do Desporto e da Saúde através de, entre outros: concepção e execução de projectos de investigação, difusão do conhecimento científico através de publicações, organização de eventos científicos, o intercâmbio e/ou cooperação com instituições nacionais ou internacionais; (ii) proporcionar serviços de extensão à comunidade e desenvolver estratégias efectivas de intervenção de acordo com as áreas temáticas e linhas de investigação fundamentais da Unidade; (iii) promover a Educação contínua, pela integração dos membros do CIDESD em actividades de ensino e formação pós graduada de 2º e 3º ciclo. Assim, são apresentados neste número da Motricidade 13 trabalhos no âmbito da Análise da Performance Desportiva, 4 trabalhos no âmbito do Treino de Força e de Condição Física, 10 trabalhos no âmbito da Avaliação Fisiológica e Biomecânica, 6 trabalhos no âmbito da Saúde, e 16 trabalhos no âmbito da Intervenção Pedagógica e Profissional, bem como 9 trabalhos mais desenvolvidos nas temáticas do Grupo da Performance Desportiva do CIDESD.

Efeito da ordem de aplicação da componente aeróbia do treino na perda de massa gorda em adultos pré-obesos do género feminino

Effect of aerobic training in different phases of training session on fat loss in pre-obese adults' young female

A. Santos, C. Valente, R. Batista

ARTIGO ORIGINAL | ORIGINAL ARTICLE

RESUMO

Está bem documentado que o treino de endurance e treino da força promovem benefícios substanciais em fatores de saúde e de condição física. Está ainda por esclarecer o efeito da ordem de aplicação da componente aeróbia na perda de MG de adultas jovens pré-obesas. Assim, o nosso objectivo foi determinar a influência do treino da componente de resistência em diferentes fases da sessão de treino. Trinta e duas raparigas (21.4 ± 3.97 anos) foram distribuídas aleatoriamente por GFR ($n = 11$, treinou força em 1º lugar e a componente de endurance depois); GRF ($n = 11$, treinou endurance em 1º lugar e a componente de força depois); e grupo de controlo (GC: $n = 10$, não treinou). Os resultados indicaram que GFR e GRF diminuíram o peso corporal (-1.6% e -2.6% , respetivamente) e IMC (-1.7% e -2.6%). Verificou-se um aumento da %MM (GFR: $+13.7\%$; GRF: $+9.6\%$). O GRF perdeu 17.2% de MG. Relativamente à FC1'Rec (GFR: -6.8% ; GRF: -6.6%) e FC2'Rec (GFR: -8.8% ; GRF: -4.9). O $VO_{2\max}$ melhorou: GFR ($+6.2\%$), GRF ($+5.1\%$). Em 1RMCP ($+16.6\%$), 1RMLP ($+5.8\%$), e SVCM (-9.3%) apenas o GRF melhorou. Em suma, a realização da componente aeróbia no início da sessão parece ser mais eficaz na perda da %MG, na melhoria da hidratação, na melhoria do desempenho muscular.

Palavras-chave: emagrecimento, força, endurance, ordem de treino

ABSTRACT

It's well documented that aerobic training and strength training can be effective on health related fitness parameters. However, it's yet not clear the possible effects of aerobic training session position on fat loss in pre-obese adults young female. The aiming of our study was to assess the effect of aerobic training in different phases of training session. Thirty two female universities students (21.4 ± 3.97 years old) were randomly assigned to GFR ($n = 11$, trained firstly strength and after endurance), GRF ($n = 11$, trained firstly endurance and after strength), and Control Group (GC: $n = 10$, did not participated in physical activity program). GFR and GRF lost body weight (-1.6% and -2.6% , respectively), and BMI (-1.7% and -2.6%). It was observed a LBM increase (GFR: $+13.7\%$; GRF: $+9.6\%$). Between pre- to post-training, GRF lost 17.2% de %BF. Regarding to FCR1'Rec (GFR: -6.8% ; GRF: -6.6%) and FCR1'Rec (GFR: -8.8% ; GRF: -4.9) both EG showed a significant decrease. $VO_{2\max}$ increased for GFR ($+6.2\%$) and for GRF (5.1%). 1RMCP ($+16.6\%$) and 1RMLP ($+5.8\%$) and SVCM (-9.3%), only GRF increased. Aerobic training performed in initial phase of training session it is more effective on fat body mass loss, on body water content and on muscular fitness increase.

Keywords: weight loss, strength, endurance, phase sequence

Submetido: 01.07.2011 | Aceite: 28.08.2011

Albano Santos. Departamento de Desporto da Universidade da Beira Interior, Covilhã; Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano, Vila Real, Portugal.

Carla Valente e Rui Batista. Escola Superior de Educação de Setúbal; Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano, Vila Real, Portugal.

Endereço para correspondência: Albano Santos, Departamento de Ciências do Desporto, Universidade da Beira Interior, Rua Marquês de Ávila e Bolama, 6201-001 Covilhã – Portugal.

E-mail: albano.p.santos@gmail.com

O exercício é considerado uma componente essencial de qualquer programa de redução do peso (Bjorntorp, 1983; Geliebter, 1982; Kayman, Bruvold, & Stern 1990; Pavlou & Steffee, 1989). Está bem documentada a associação inversa entre a atividade física e o ganho de peso a longo termo (Fogelholm & Kukkonen-Harjula, 2001). A busca por uma melhor qualidade de vida é cada vez mais procurada pela população, sendo o treino da força uma atividade que proporciona ao indivíduo variedade de modo e de intensidades de treino, e principalmente, exigem sessões muito demoradas (Santos, Nascimento, & Liberali, 2008). A força muscular refere-se à capacidade do sistema neuromuscular se opor ou vencer uma resistência externa (pesos, bandas elásticas, peso do próprio peso e máquinas de treino de força). A implementação sistemática deste tipo de exercício é denominada Treino de Força (Mota, Orsatti, Costa, & Júnior, 2010). Tem sido demonstrando que o treino de força se repercute positivamente no controlo dos níveis de gordura subcutânea, sendo atualmente uma das atividades mais populares entre jovens adultos (Santos et al., 2008).

Está também documentado que o treino de endurance promove, tal como o treino da força, benefícios substanciais em fatores relacionados com a saúde e com a condição física, incluindo a maioria dos fatores de risco da síndrome metabólica (Eriksson, Taimela, & Koivisto, 1997; Pollock et al., 2000). Está ainda por esclarecer o efeito da ordem de aplicação da componente “endurance” na perda de massa gorda de adultos jovens pré-obesos do género feminino. Assim, o nosso objectivo foi determinar a influência do treino da componente de resistência em diferentes fases da sessão de treino. Assim, constituímos dois grupos experimentais, o GFR que realizou a componente de endurance na parte final da sessão e o GRF que realizou a componente de endurance na parte inicial da sessão. Um terceiro grupo, com características idênticas, serviu como grupo de controlo.

MÉTODO

Desenho do estudo

Foram recrutadas trinta e duas raparigas (21.4 ± 3.97 anos) estudantes universitárias e distribuídas aleatoriamente por dois grupos experimentais (treino de 2 sessões/semana durante 10 semanas) e por um grupo de controlo.

As sessões de treino estavam estruturadas de modo a contemplar sempre duas componentes de treino: força (modo isotónico) e treino de endurance (aula de grupo pré-coreografada). Um grupo treinou a componente de força em 1º lugar na sessão e a componente de endurance em segundo lugar (GFR: $n = 11$); outro grupo treinou a componente de endurance em 1º lugar na sessão e a componente de força em segundo lugar (GRF: $n = 11$); um terceiro grupo de estudante serviu de controlo (GC: $n = 10$; não realizou qualquer programa de treino e foi-lhes solicitado que se abstivessem de participar em sessões regulares de exercícios de força e resistência).

As sessões de treino começavam com um período de 10 minutos dedicados ao aquecimento (7 minutos com uma intensidade suficiente para aumentar as frequências cardíacas e respiratórias, 3 minutos de alongamentos estáticos e aquecimento específico para as articulações).

O programa de treino era composto por lançamentos de peito de bolas suíças (1 kg), lançamentos de peito de bolas medicinais (1, 3 e 5 kg), subidas para uma plataforma de 30 cm de altura seguida de descida (em marcha nas primeiras 5 semanas e em corrida nas segundas 5 semanas, apenas 2 apoios entre plataformas), aula de grupo de resistência muscular pré-coreografada e aula de grupo de endurance pré-coreografada.

Todos os participantes realizaram, uma semana antes da 1ª avaliação, duas sessões de familiarização com os testes usados.

Uma descrição mais detalhada do programa de treino pode ser consultada na Tabela 1.

Tabela 1

Desenho do programa de treino implementado

Exercícios	Ordem exerc./grupo	Sessão 1 e 2	Sessão 3 e 4	Sessão 5 e 6	Sessão 7 e 8	Sessão 9 e 10
Lançamentos de peito de bolas suíças de 1 kg	GRF 2 GFR1			3 × 15	3 × 15	2 × 15
Lançamentos de peito de bolas medicinais de 1 kg	GRF 3 GFR2	3 × 15	3 × 15			1 × 15
Lançamentos de peito de bolas medicinais de 3 kg	GRF 4 GFR3	2 × 15	2 × 15	3 × 15	3 × 15	3 × 10
Lançamentos de peito de bolas medicinais de 5 kg	GRF 5 GFR4	1 × 10	1 × 10	2 × 10	2 × 10	2 × 10
Subida para plataforma seguida de descida (em marcha, 2 apoios entre plataformas)	GRF 6 GFR5	1 × 15	2 × 15	3 × 15	3 × 15	3 × 15
Aula de grupo de resistência muscular pré-coreografada (min)	GRF 7 GFR6	10 min	12 min	12 min	12 min	15 min
Aula de grupo de endurance pré-coreografada (min)	GRF1 GFR7	20 min	20 min	25 min	25 min	30 min

Exercícios	Ordem exerc./grupo	Sessão 11 e 12	Sessão 13 e 14	Sessão 15 e 16	Sessão 17 e 18
Lançamentos de peito de bolas suíças de 1kg	GRF 2 GFR1	2 × 15	2 × 15	2 × 15	
Lançamentos de peito de bolas medicinais de 1kg	GRF 3 GFR2	3 × 15	3 × 15	2 × 15	2 × 15
Lançamentos de peito de bolas medicinais de 3kg	GRF 4 GFR3	2 × 15	2 × 15	2 × 10	1 × 10
Lançamentos de peito de bolas medicinais de 5kg	GRF 5 GFR4	2 × 12	2 × 12	1 × 15	1 × 15
Subida para plataforma seguida de descida (em marcha, 2 apoios entre plataformas)	GRF 6 GFR5	4 × 15	4 × 15	4 × 15	2 × 15
Aula de grupo de resistência muscular pré-coreografada (min)	GRF 7 GFR6	15 min	15 min	10 min	10 min
Aula de grupo de endurance pré-coreografada (min)	GRF1 GFR7	30 min	35 min	25 min	20 min

Legenda: Para os lançamentos de bolas e subidas para plataformas, o 1º n.º corresponde às séries e o 2º, às repetições; GFR – grupo que realizou a componente de força em 1º lugar na sessão; GRF - Grupo que realizou a componente de endurance em 1º lugar na sessão. Na coluna “ordem exerc./grupo” o n.º associado a GRF e GFR diz respeito à posição na sequência de realização dos exercícios.

Todos os grupos da amostra foram submetidos a testes de 1RM Bench Press, 1RM Leg Press, salto vertical com contra-movimento e VO₂máx (vaivém 20 metros) antes e após 10 semanas de treino.

Os procedimentos de avaliação tiveram sempre lugar na mesma instalação desportiva (*indoor*), à mesma hora e no mesmo dia da

semana (de março a junho de 2011). Os dados foram coligidos pelo mesmo investigador e depois de um aquecimento geral de 10 minutos.

Amostra

Foi usada para este estudo uma amostra de trinta e duas raparigas saudáveis, estudantes

universitárias. De modo a cumprir os procedimentos constantes na declaração de Helsínquia (WMA Declaration of Helsinki, 2008), foi obtido previamente às avaliações o consentimento informado por parte dos participantes. Todos os esforços foram envidados de modo a obter grupos comparáveis. Não se verificaram diferenças significativas ($p > .05$) entre grupos nas variáveis consideradas no início do protocolo. Nenhum sujeito tinha participado previamente em qualquer programa de treino regular com o objectivo de emagrecimento. Foram usados os seguintes critérios de exclusão: indivíduos com doença cardiovascular, limitação ortopédica, frequência de programa de treino.

Procedimentos e Instrumentos

Variáveis antropométricas

A altura total (m) foi obtida de acordo com standards internacionais para a avaliação antropométrica (Marfell-Jones et al., 2006), usando um estadiómetro Seca 264 (Hamburg, Deutschland). Os valores de peso corporal, massa gorda, massa magra e água corporal foram obtidos usando um analisador de composição corporal Tanita [modelo TBF-300 (Tanita Corporation of America, Inc, Arlington Heights, IL)] com um rácio de variação de 1%–75%. Estes parâmetros foram obtidos antes de qualquer teste físico. Os sujeitos foram avaliados descalços (sem calçado ou meias) e vestidos com calções e t-shirt.

1RM Bench Press e 1RM Leg Press

Para a determinação de 1RM foi efectuado o protocolo descrito por Kramer, Ratamess, Fry e French (2006) que preconiza os seguintes passos: ativação geral com cinco a dez repetições com uma carga entre 40 a 60% do máximo perceptível; depois de um minuto de descanso, realizando alongamentos, executar 3-5 repetições com uma carga de 60-80% do máximo perceptível; após 2 minutos de repouso, colocar, de uma forma conservadora, uma carga próxima da máxima perceptível e tentar realizar uma repetição máxima; após

esta carga ser ou não vencida, permite-se um descanso de 5 minutos aumentando ou diminuindo, o valor da carga. A carga máxima é aquela em que os sujeitos da amostra são capazes de executar uma única repetição.

Um re-teste foi realizado quarenta e 24 horas após, a fim de aferir a fiabilidade do teste, sendo considerado o maior carga obtido em ambos os dias (teste e re-teste) com diferença menor que 5%. No caso de diferença maior, os sujeitos deveriam comparecer ao local do teste mais uma vez para a realização de novo teste, e subsequente cálculo da diferença entre as sessões dos testes.

Não foi permitida durante o período de 24h entre testes máximos, a realização de exercícios que pudessem interferir nos resultados obtidos. Os sujeitos da amostra foram sempre acompanhados por um profissional com experiência no treino de força. O ICC dos dados do 1RM Bench Press e 1RM Leg Press foi .95 e .94, respetivamente.

Salto vertical com contramovimento (SVCM)

O salto vertical com contramovimento a partir da posição de parado, é um teste popular para estimar a potência muscular dos membros inferiores e é usado rotineiramente para determinar a eficácia de um programa de treino atlético.

Foi pedido aos sujeitos que realizassem um salto vertical com contramovimento (com as mãos apoiadas na cintura pélvica). O indivíduo começa numa posição vertical parado, fazendo um ligeiro agachamento fletindo os joelhos e ancas e, imediatamente a seguir, realiza extensão dos joelhos e anca para saltar verticalmente deixando o contacto com o chão. Tal movimento faz uso do ciclo de estiramento, estando os músculos pré-alongados antes do encurtamento na direção pretendida (Linthorne, 2001).

Foi considerada a média dos 3 melhores saltos de entre 5 tentativas válidas permitidas. O salto vertical com contramovimento teve um ICC de .87.

Vaivém 20 Metros ($VO_{2máx}$)

Este teste envolve a corrida contínua entre 2 linhas (a 20m de distância) de acordo com uma cadência áudio (beeps). O intervalo de tempo entre beeps diminui a cada minute (nível). Usámos a versão cuja velocidade inicial de corrida é 8.5 km/h, e que aumenta .5 km/h a cada minuto (Léger, Mercier, Gadoury, & Lambert, 1988). O resultado final de cada sujeito foi baseado no nível e número de percursos alcançados antes de serem incapazes de manterem o ritmo imposto pela gravação áudio. O $VO_{2máx}$ ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$) estimado foi determinado usando a equação proposta por Léger (Léger et al., 1988). O teste vaivém 20m teve um ICC de .94.

Análise estatística

Usámos métodos estatísticos standard para calcular a média e desvio padrão (*DP*). Para determinar possíveis diferenças entre os 3 grupos para as variáveis antropométricas, fisiológicas e de desempenho, no momento pré-treino, usámos a One-way ANOVA. Os efeitos devidos ao treino foram determinados usando a two-way ANOVA para medidas repetidas (grupos \times momento). O critério $p \leq .05$ foi usado para estabelecer a significância estatística.

RESULTADOS

No que concerne às características antropométricas da população estudada (ver Tabela 2), ambos os grupos experimentais GFR e GRF diminuíram quer o peso corporal (-1.6% , $p = .03$ e -2.6% , $p = .01$, respetivamente) e quer o IMC (-1.7% , $p = .02$ e -2.6% , $p = .01$). Os efeitos do programa de treino, parece terem-se repercutido no aumento da percentagem de massa magra de ambos os grupos experimentais (GFR: $+13.7\%$, $p = .00$; GRF: $+9.6\%$, $p = .03$). Não obstante, a perda de 6.1% do grupo GFR não foi significativa ($p = .23$). O GRF perdeu 17.2% ($p = .00$) de massa gorda entre o momento pré e pós treino. Não foi observada nenhuma diferença significativa nas variáveis

antropométricas entre o momento pré e pós treino no que diz respeito ao GC.

No que concerne às variáveis relativas ao funcionamento do sistema cardiovascular (ver Tabela 3), embora se tenha verificado uma tendência de diminuição da pressão arterial sistólica (PAS) e pressão arterial diastólica (PAD) em todos os grupos, essa diminuição foi significativa ($p < .01$) apenas na PAD do GRF (-8.7%). A frequência cardíaca do final do teste (FCF) diminuiu embora apenas significativamente para o grupo GRF (-2.9% , $p = .04$). Relativamente à frequência de recuperação (FCR) após o 1º (GFR: -6.8% , $p = .04$; GRF: -6.6% , $p = .03$) e FCR após o 2º minuto (GFR: -8.8% , $p = .02$; GRF: -4.9% , $p = .049$) ambos os grupos experimentais evidenciaram uma redução significativa. Os valores do GC para esta variável não se alteraram do momento pré para o momento pós treino.

O envolvimento no programa de treino resultou numa melhoria do $VO_{2máx}$ ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$) em ambos os grupos experimentais (GFR: $+6.2\%$, $p = .02$; GRF: 5.1% , $p = .04$). Para o mesmo período, verificou-se uma tendência de diminuição (-5.8% , $p > .05$) para o CG. Nos testes de força [1RM Chest Press (1RMCP) e 1RM Leg Press (1RMLP)], embora se tenha verificado uma tendência de melhoria para ambos os grupos experimentais, essa melhoria de resultados do 1º para o 2º momento apenas os indivíduos do GRF ($+16.6\%$, $p = .03$ e $+5.8\%$, $p = .02$ para 1RMCP e 1RMLP, respetivamente). GFR e GC aumentaram o seu desempenho em 9.1% ($p > .05$) e 1.4% ($p > .05$) no teste 1RMCP, respetivamente e 4.5% ($p > .05$) e 1.3% ($p > .05$) no 1RMLP, respetivamente. No que concerne à potência muscular estimada pelo salto vertical com contramovimento (SVCVM), o GC no período correspondente à duração do estudo, teve uma perda significativa de desempenho (-9.3% , $p = .01$). Os grupos GFR e GRF aumentaram o desempenho neste salto ($+5.4\%$, $p > .05$ e $+11.3\%$, $p = .01$, respetivamente) (ver Tabela 4).

Tabela 2

Características antropométricas (média \pm desvio padrão) dos participantes durante os dois momentos de avaliação (M1 e M2) para os 3 grupos

Variável	Grupo	M1 M \pm DP	M2 M \pm DP	p
Peso Corporal (kg)	GC	59.8 \pm 10.9	59.7 \pm 10.7	.23
	GFR	63.0 \pm 8.3	62.0 \pm 8.6	.03 ^a
	GRF	58.0 \pm 7.4	56.5 \pm 7.7	.01
IMC (kg.m ⁻²)	GC	22.7 \pm 4.3	23.0 \pm 4.8	.23
	GFR	23.7 \pm 3.3	23.3 \pm 3.3	.02 ^a
	GRF	22.9 \pm 2.8	22.3 \pm 2.8	.01 ^a
Massa Gorda (%)	GC	28.0 \pm 4.8	24.9 \pm 8.8	.07
	GFR	29.4 \pm 4.1	27.6 \pm 6.2	.23
	GRF	29.6 \pm 4.7	24.5 \pm 5.5	.00 ^a
Massa Magra (%)	GC	37.0 \pm 1.7	37.1 \pm 3.0	.71
	GFR	36.6 \pm 1.9	41.6 \pm 3.4 ^b	.00 ^a
	GRF	36.5 \pm 1.8	40.0 \pm 3.8	.03 ^a
Água Corporal (%)	GC	52.4 \pm 3.6	54.3 \pm 6.7	.40
	GFR	51.7 \pm 2.8	51.1 \pm 3.9	.48
	GRF	51.6 \pm 3.2	53.2 \pm 3.3	.01 ^a

Legenda: M1 – antes do programa de treino; M2 – depois do programa de treino; p – valor resultante da comparação entre o 1º e o 2º momento; ^a – diferenças significativas observadas no período experimental para o mesmo grupo; GC – Grupo de Controle; GR – grupo de experimental cuja ordem de realização foi força seguida de resistência; GRF – grupo de experimental cuja ordem de realização foi resistência seguida de força; ^b – diferenças significativas entre GC e GFR; ^c – diferenças significativas entre GC e GRF; ^d – diferenças significativas entre GFR e GRF.

Tabela 3

Características desempenho cardiovascular (média \pm desvio padrão) dos participantes durante os dois momentos de avaliação (M1 e M2) para os 3 grupos

Variável	Grupo	M1 M \pm DP	M2 M \pm DP	p
PAS (mmHg)	GC	128.1 \pm 9.4	123.5 \pm 6.8	.12
	GFR	121.2 \pm 13.4	120.7 \pm 9.9	.74
	GRF	128.2 \pm 23.4	116.4 \pm 15.1	.06
PAD (mmHg)	GC	80.0 \pm 10.4	79.7 \pm 6.4	.91
	GFR	74.6 \pm 9.8	74.3 \pm 11.3	.86
	GRF	80.1 \pm 8.8 ^d	73.1 \pm 8.1	.01 ^a
FCFinal (bpm)	GC	194.3 \pm 14.9	193.8 \pm 9.4	.88
	GFR	186.7 \pm 10.0	185.4 \pm 8.8	.53
	GRF	191.8 \pm 6.6	186.2 \pm 8.4	.04 ^a
FC1'Rec (bpm)	GC	163.9 \pm 20.0	166.9 \pm 19.3	.26
	GFR	163.5 \pm 10.0	152.4 \pm 7.6 ^b	.04 ^a
	GRF	163.4 \pm 12.9	152.6 \pm 16.3	.03 ^a
FC2'Rec (bpm)	GC	151.3 \pm 12.6	154.5 \pm 8.0	.37
	GFR	143.6 \pm 9.1	131.0 \pm 7.3 ^b	.02 ^a
	GRF	143.6 \pm 14.8	136.6 \pm 12.2 ^c	.05 ^a

Legenda: M1 – antes do programa de treino; M2 – depois do programa de treino; p – valor resultante da comparação entre o 1º e o 2º momento; ^a – diferenças significativas observadas no período experimental para o mesmo grupo; GC – Grupo de Controle; GR – grupo de experimental cuja ordem de realização foi força seguida de resistência; GRF – grupo de experimental cuja ordem de realização foi resistência seguida de força; ^b – diferenças significativas entre GC e GFR; ^c – diferenças significativas entre GC e GRF; ^d – diferenças significativas entre GFR e GRF.

Tabela 4

Características desempenho cardiovascular (média \pm desvio padrão) dos participantes durante os dois momentos de avaliação (M1 e M2) para os 3 grupos

Variável	Grupo	M1	M2	p
		M \pm DP	M \pm DP	
VO ₂ máx (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	GC	27.8 \pm 4.8	26.2 \pm 5.0	.05
	GFR	25.8 \pm 7.4	27.4 \pm 8.0	.02 ^a
	GRF	25.5 \pm 5.3	26.8 \pm 4.7	.04 ^a
ChestPress (kg)	GC	21.2 \pm 3.2	21.5 \pm 3.4	.60
	GFR	20.9 \pm 2.0	22.8 \pm 3.3	.06
	GRF	20.5 \pm 1.5	23.5 \pm 4.5	.03 ^a
LegPress (kg)	GC	60.5 \pm 9.0	61.3 \pm 8.1	.01 ^a
	GFR	64.8 \pm 6.1	67.7 \pm 7.3	.16
	GRF	58.6 \pm 6.6 ^d	62.0 \pm 7.6	.01 ^a
SVCm (m)	GC	.24 \pm .05	.22 \pm .05	.05
	GFR	.22 \pm .06	.23 \pm .05	.02 ^a
	GRF	.21 \pm .04	.23 \pm .06	.04 ^a

Legenda: M1 – antes do programa de treino; M2 – depois do programa de treino; p – valor resultante da comparação entre o 1º e o 2º momento; ^a – diferenças significativas observadas no período experimental para o mesmo grupo; GC – Grupo de Controlo; GR – grupo de experimental cuja ordem de realização foi força seguida de resistência; GRF – grupo de experimental cuja ordem de realização foi resistência seguida de força; ^b – diferenças significativas entre GC e GFR; ^c – diferenças significativas entre GC e GRF; ^d – diferenças significativas entre GFR e GRF.

DISCUSSÃO

A introdução da componente aeróbia no início da sessão parece ter maiores benefícios ao nível da percentagem de massa gorda subcutânea e da melhoria da percentagem água corporal, uma vez não observámos diferenças significativas entre o momento pré e pós treino no grupo que realizou a componente aeróbia no final da sessão. O programa de treino foi eficaz na melhoria da composição corporal, uma vez que verificámos que ambos os grupos experimentais diminuíram quer o peso corporal, quer o IMC e aumentaram a percentagem de massa magra. No que concerne aos parâmetros fisiológicos de funcionamento cardiovascular, apenas o grupo GRF conseguiu diminuir significativamente a PAD e a FC final. Parece não haver qualquer efeito da ordem de realização da componente aeróbia sobre a FC 1 e 2 minutos pós-exercício, VO₂máx (ml.kg⁻¹.min⁻¹). Ambos os grupos experimentais melhoraram, porém, sem diferenças significativas entre eles. No entanto,

parece que o exercício aeróbio realizado no início da sessão teve um efeito significativo no aumento dos níveis de força máxima e de potência muscular: GRF, do início para o fim do programa de treino, aumentou o desempenho significativamente nos testes 1RM Chest Press, 1RM Leg Press e SVCm. Assim, a realização da componente aeróbia no início da sessão parece ser mais eficaz na perda da percentagem de massa gorda, na melhoria da hidratação, na melhoria do desempenho muscular.

Agradecimentos:

Este estudo não seria possível sem o contributo do professor doutor Mário Marques, professor doutor Daniel Marinho, do professor doutor Aldo Costa (Universidade da Beira Interior) e da Dr.^a Manuela Costeira (diretora do Agrupamento de Escolas José Saramago) pelo empréstimo do Material. Um agradecimento também aos alunos e à direcção da escola superior de Educação de Setúbal pelo seu contributo nas recolhas de dados.

REFERÊNCIAS

- Bjorntorp, P. (1983). Physiological and clinical aspects of exercise in obese subjects. *Exercise Sports Science Review, 1*, 159-180.
- Eriksson, J., Taimela, S., & Koivisto, V. A. (1997). Exercise and the metabolic syndrome. *Diabetologia, 40*, 125-135.
- Fogelholm, M., & Kukkonen-Harjula, K. (2001). Does physical activity prevent weight gain: A systematic review. *Obesity Reviews, 2*, 95 -111.
- Geliebter, A. (1982). Exercise and obesity. In B. Wolman (Eds.), *Psychological aspects of obesity: Handbook* (pp. 291-310). New York: Van Nostrand Reinhold Company.
- Kayman, S., Bruvold, W., & Stern, J. S. (1990). Maintenance and relapse after weight loss in women: Behavioral aspects. *American Journal of Clinical Nutrition, 52*, 800-807.
- Kraemer, W. J., Ratamess, N. A., Fry, A. C., & French, D. N. (2006). Strength testing: Development and evaluation of methodology. In P. Maud, & C. Foster (Eds.), *Physiological assessment of human fitness* (2nd ed., pp. 119-149). Champaign: Human Kinetics.
- Léger, L. A., Mercier, D., Gadoury, C., & Lambert, J. (1988). The multistage 20 meter shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Science, 6*, 93-101.
- Linthorne, N. P. (2001). Analysis of standing vertical jumps using a force platform. *American Journal of Physics, 11*, 1198-1204.
- Marfell-Jones, M., Olds, T., Stewart, A., & Carter, L. (2006). *International standards for anthropometric assessment*. Potchefstroom: ISAK
- Mota, G. R., Orsatti, F. L., Costa, T. N., & Júnior, M. M. (2010). Strength training and weight loss. *Journal of the Health Sciences Institute, 28*, 337-340.
- Pavlou, K. N., & Steffee, W. P. (1989). Exercise as an adjunct to weight loss and maintenance in moderately obese subjects. *American Journal of Clinical Nutrition, 49*, 1115-1123.
- Pollock, M. L., Franklin, B. A., Balady, G. J., Chaitman, B. L., Fleg, J. L., Fletcher, B., ... Bazzarre, T. (2000). Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: Benefits, rationale, safety, and prescription – An advisory from the committee on exercise, rehabilitation, and prevention, council on clinical cardiology. *American Heart Association and Circulation, 101*, 828-833.
- Santos, V. H., Nascimento, W. F., & Liberali, R. (2008). O treinamento de resistência muscular localizada como intervenção no emagrecimento. *Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento, 7*, 34-43.

O efeito do aquecimento no rendimento dos 50 m de nado

The effect of warm-up in 50 m swimming performance

H.P. Neiva, P.G. Morouço, F.M. Pereira, D.A. Marinho

ARTIGO ORIGINAL | ORIGINAL ARTICLE

RESUMO

O aquecimento desportivo é uma prática habitualmente utilizada pelos treinadores e nadadores. Presume-se que o rendimento competitivo é afectado positivamente, contudo a literatura existente é pouco esclarecedora nesta matéria. O objectivo deste estudo foi verificar o efeito do aquecimento típico utilizado pelos nadadores no rendimento desportivo dos 50 m de nado na técnica de crol. Dez nadadores de nível nacional ($M \pm DP$; idade: 15.4 ± 1.1 anos, altura: 1.73 ± 5.1 m, massa corporal: 62.3 ± 3.9 kg) nadaram 50 m na técnica de crol, à velocidade máxima, com a realização prévia de aquecimento e sem a realização do mesmo, um dia após. Foram recolhidas amostras de sangue capilar para determinar a concentração de lactato após o protocolo experimental (1º e 3º min de recuperação). A escala de percepção subjectiva de esforço foi utilizada para quantificar o nível de esforço depois de cada teste. Os tempos realizados não demonstraram ser diferentes com e sem aquecimento (29.35 ± 1.14 s e 29.35 ± 1.41 s, respectivamente; $p = .86$). Nestas duas condições de exercitação os valores de lactato não mostraram diferenças (9.73 ± 1.81 mmol.l⁻¹ e 9.16 ± 2.74 mmol.l⁻¹, respectivamente; $p = .68$) assim como os valores de percepção subjectiva de esforço (15.10 ± 1.20 e 14.89 ± 1.36 , respectivamente; $p = .52$). Os resultados sugerem que o aquecimento habitualmente realizado pelos nadadores não provoca alterações de rendimento nos 50 m nadados na técnica de crol.

Palavras-chave: natação, activação, prestação, crol, lactato

ABSTRACT

Warm-up procedures are usually used by coaches and their swimmers. It is assumed that competitive performance is positively affected, but the literature regarding this matter is ambiguous. The aim of this study was to assess the effect of typical warm-up, used by the swimmers, in the 50 m front crawl swimming performance. 10 national-level swimmers ($M \pm SD$; age: 15.4 ± 1.1 years, height: 1.73 ± 5.1 m, body mass: 62.3 ± 3.9 kg) swam the 50 m front crawl, at maximum velocity, after previous warm-up and without performing the same, in the day after. Capillary blood lactate concentration was assessed after the swimming test (1st and 3rd min of recovery) and the Borg ratings of perceived exertion scale were used. The 50 m swimming times were not different with and without warming up (29.35 ± 1.14 s and 29.35 ± 1.41 s, respectively; $p = .86$). No differences were observed in lactate values (9.73 ± 1.81 mmol.l⁻¹ and 9.16 ± 2.74 mmol.l⁻¹, respectively; $p = .68$), as well as in the ratings of perceived exertion (15.10 ± 1.20 e 14.89 ± 1.36 , respectively; $p = .52$). These results suggest that the commonly warm up used by the swimmers does not cause significant changes in the 50 m front crawl swimming performance.

Keywords: swimming, activation, performance, front crawl, lactate

Submetido: 01.08.2011 | Aceite: 14.09.2011

Henrique P. Neiva e Daniel A. Marinho. Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano; Departamento de Ciências do Desporto, Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal.

Pedro G. Morouço. Escola Superior de Educação e Ciências Sociais, Instituto Politécnico de Leiria; Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano; Departamento de Ciências do Desporto, Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal.

Filipa M. Pereira. Departamento de Ciências do Desporto, Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal.

Endereço para correspondência: Henrique P. Neiva, Departamento de Ciências do Desporto, Universidade da Beira Interior, Rua Marquês de Ávila e Bolama, 6201-001 Covilhã - Portugal.

E-mail: henriquepn@gmail.com

O efeito positivo que o aquecimento tem no rendimento desportivo das tarefas subsequentes parece ser uma convicção generalizada de treinadores e seus atletas. No entanto, as evidências científicas estão longe de serem conclusivas. De entre as várias classificações, pode dizer-se que a literatura reclama duas técnicas principais de aquecimento: i) o aquecimento passivo, e ii) o aquecimento activo (Bishop, 2003). Como o próprio nome indica, esta actividade é utilizada para aumentar a temperatura intramuscular, estimulando assim a circulação sanguínea, aumentando a mobilidade muscular e articular e inclusivamente melhora a coordenação motora (Smith, 2004). Contudo, o aumento de temperatura intramuscular não parece ser o único efeito do aquecimento activo. Apesar de não detectarem diferenças na temperatura intramuscular, Gray e Nimmo (2001) verificaram uma resposta diferente nos valores de lactato durante o exercício após a realização de aquecimento activo e passivo. Isto sugere que, depois de um aquecimento activo, as diferenças observadas a nível metabólico durante um exercício de elevada intensidade podem não se dever unicamente ao aumento da temperatura intramuscular. Para além dos mecanismos adjacentes ao aquecimento desportivo ainda não estarem bem conhecidos, os seus efeitos no rendimento desportivo também se apresentam algo ambíguos. Quando nos reportamos aos esforços máximos de curta duração, o aquecimento activo parece influenciar de forma positiva o rendimento no que diz respeito ao tempo de corrida (Grodjinsky & Magel, 1970) e à máxima potência alcançada no cicloergómetro (Sargeant & Dolan, 1987). Em Natação Pura Desportiva, os estudos existentes neste capítulo são antigos e de difícil replicação. DeVries (1959) e Thompson (1958) sugeriram melhorias na velocidade de nado em distâncias curtas (até aos 91 m). Mais recentemente, Hodgson, Dochery, e Robbins (2005) sugeriram que a utilização dos mecanismos de potenciação pós-activação parece melhorar o

rendimento do nadador em esforços máximos de curta duração, como a partida e a saída até aos 15 m. Esta potenciação tem vindo a ser estudada em diversos desportos e tarefas desportivas e é definida como sendo uma alteração aguda da função do músculo após a sua activação (Hodgson et al., 2005). Apesar destes efeitos positivos no rendimento em esforços máximos de curta duração, alguns estudos demonstraram que o aquecimento poderá não exercer qualquer efeito ou mesmo ser prejudicial para o posterior rendimento na tarefa (Bishop, Bonetti, & Dawson, 2001; Bruyn-Prevost & Lefebvre, 1980; Mitchell & Huston, 1993).

Dada a importância que é reconhecida ao aquecimento desportivo, é surpreendente a escassez de literatura suficientemente esclarecedora sobre este tema, especificamente em natação. A utilização de diferentes metodologias e variedade de aquecimentos desportivos torna difícil a comparação entre resultados de diferentes estudos, tornado assim necessário mais e melhor pesquisa nesta área (Fradkin, Zaryn & Smoliga, 2010). Assim, com este estudo pretendeu-se verificar o efeito do aquecimento desportivo no rendimento em distâncias curtas de nado, 50 m, na técnica de crol, procurando contribuir para o melhor conhecimento dos efeitos da do aquecimento específico no rendimento em natação em esforços de curta duração.

MÉTODO

Amostra

A amostra foi composta por 10 nadadores, voluntários do sexo masculino, com média de idades de 15.4 ± 1.1 anos, estatura de 1.73 ± 5.1 m, massa corporal de 62.3 ± 3.9 kg (7.37 ± 1.71 kg de massa gorda) e índice de massa corporal de 20.81 ± 1.47 kg/m². Os valores de massa corporal e de gordura foram obtidos pelo método de análise da impedância bioeléctrica (Tanita BC 420S, Japão). Os sujeitos da amostra são nadadores com 7.1 ± 1.1 anos de experiência, treinando entre 6 a 9 vezes por semana e todos eles com nível

nacional e presença habitual nos campeonatos nacionais. Os voluntários deste estudo e seus respectivos responsáveis foram informados do propósito da pesquisa e assinaram o termo de consentimento.

Instrumentos e Procedimentos

O protocolo experimental foi implementado numa piscina interior de 50 m, com uma temperatura de água de 27.5°C. A colecta de dados foi realizada uma semana após a competição mais relevante do 2º macrociclo da época desportiva (Campeonatos Nacionais). O procedimento experimental consistiu na realização de 50 m à velocidade máxima do nadador, na técnica de crol, com partida dentro de água e ao sinal sonoro (apito). A utilização de aquecimento prévio ou a não realização do mesmo determinou as duas condições de realização do protocolo, com 24h de diferença entre os dois momentos. Foram utilizados dois cronómetros (Seiko, Japão) para registar o tempo realizado e seus parciais. Foram ainda recolhidas amostras de sangue capilar através da punção do dedo do nadador, ao 1º e 3º minuto de recuperação, para aceder ao valor mais elevado de concentração de lactato ([La-]) (Accutrend Lactate®Roche, Germany). A escala de percepção subjectiva de esforço de Borg (1998) foi utilizada para quantificar o nível de esforço após cada teste.

Análise Estatística

Para a análise dos dados foi utilizada a análise estatística descritiva, obtendo-se valores de média e desvio-padrão, a fim de caracterizar a amostra e as variáveis obtidas. A normalidade da amostra foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk. Como o valor de n é baixo ($n < 30$) e existe rejeição da hipótese nula (H_0) na avaliação da normalidade da amostra, foram implementados testes não paramétricos. Para comparar os dados obtidos com e sem a realização de aquecimento, foi aplicado o teste não paramétrico de Wilcoxon (*signed rank test*). As diferenças foram consideradas significativas para $p \leq .05$.

RESULTADOS

Na Tabela 1 estão representados os valores médios dos tempos obtidos após realização dos 50 m à velocidade máxima na técnica de crol. Os valores estatísticos de significância estão também representados, demonstrando não existirem diferenças entre as condições de exercitação (com e sem a realização de aquecimento).

Tabela 1

Valores médios \pm desvios-padrão dos tempos realizados nos 50 m crol e seus parciais (1º e 2º 25 m) com (CA) e sem aquecimento (SA) prévio

Variável	CA	SA	p
	M \pm DP	M \pm DP	
1º 25 m (s)	13.61 \pm .60	13.55 \pm .63	.51
2º 25 m (s)	15.74 \pm .63	15.80 \pm .87	.51
50 m (s)	29.35 \pm 1.14	29.35 \pm 1.41	.86

Tal como podemos observar na Figura 1, comparando os valores médios de concentração de lactato sanguíneo, estes não revelaram diferenças (9.73 \pm 1.81 mmol/l com a realização de aquecimento prévio e 9.16 \pm 2.74 mmol/l, sem a realização do mesmo; $p = .68$).

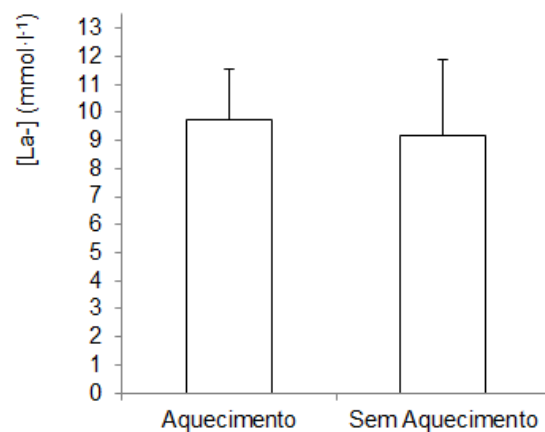


Figura 1. Representação gráfica da média e desvio-padrão dos valores de concentração de lactato sanguíneo ([La-]) com e sem a realização de aquecimento

Na Figura 2 são apresentados os valores médios (e desvios-padrão) relativos à percepção subjectiva de esforço após a

realização dos 50 m à velocidade máxima de nado. Os níveis de percepção de esforço obtidos demonstram que não existiram diferenças entre o teste realizado com ou sem aquecimento prévio (15.10 ± 1.20 e 14.89 ± 1.36 , respectivamente; $p = .52$).

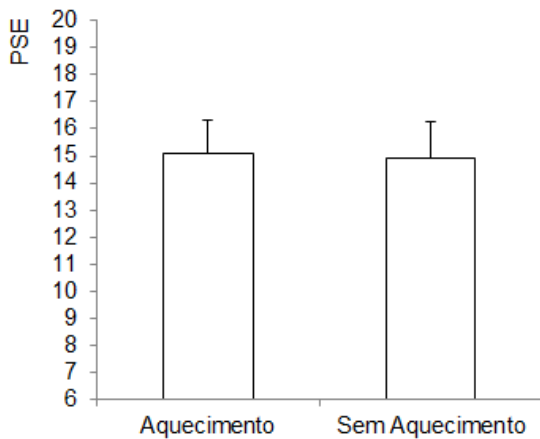


Figura 2. Representação gráfica da média e desvio-padrão dos níveis de percepção subjectiva de esforço (PSE), com e sem a realização de aquecimento

DISCUSSÃO

Com o presente estudo pretendeu-se examinar o efeito da realização de aquecimento desportivo no rendimento do nadador em provas curtas (50 m), na técnica de crol. Os principais resultados sugerem que os 50 m nadados na técnica de crol não são influenciados pela realização prévia de aquecimento, não se verificando diferenças nos tempos realizados, nos valores de $[La^-]$ e nos valores de percepção subjectiva de esforço.

A literatura existente sobre as alterações de rendimento em esforços dinâmicos máximos de curta duração em Natação Pura Desportiva é bastante limitada e longínqua. DeVries (1959) demonstrou que 457.20 m de aquecimento específico teve influência positiva na velocidade em 91.44 m. Concordantemente, Thompson (1958) pôde também observar uma melhoria na velocidade de nado em 27.43 m após a realização de aquecimento activo. Apesar destes factos, os dados obtidos no presente estudo mostraram-se algo distintos, não evidenciando melhorias no rendimento

(Tabela 1). De facto, os tempos realizados pelos nadadores nos 50 m de nado crol mantiveram-se equivalentes nas duas condições de exercitação experimentadas. Da mesma forma, os parciais de 25 m também se mantiveram inalterados, sugerindo que o aquecimento prévio não influencia o rendimento nestas distâncias de nado para a técnica de crol. Estes dados obtidos vêm corroborar alguns estudos realizados em actividades físicas que não a natação, como corrida ou cicloergómetro (Bishop et al., 2001; Bruyn-Prevost & Lefebvre, 1980; Mitchell & Huston, 1993). Estes estudos não demonstraram alterações no rendimento desportivo, podendo ser inclusivamente prejudiciais para o rendimento após a realização de aquecimento desportivo. Por exemplo, Bishop (2003) avançou com algumas explicações sobre os resultados negativos na performance, como o facto do aquecimento: i) ser de muito baixa intensidade, não causando alterações significativas no desportista; ii) ser demasiado intenso e desta forma provocando a fadiga e causando a depleção de substratos energéticos essenciais; e iii) não permitir a suficiente recuperação antes do exercício. O rendimento obtido em esforços máximos de curta duração parece estar relacionado com a capacidade de utilização das moléculas de elevada energia de fosfato (Barbosa et al, 2009; Hirvonen, Rehunen, Rusko, & Härkönen, 1987). Assim, um aquecimento demasiado intenso ou sem o tempo de recuperação suficiente poderá levar a uma diminuição da disponibilidade destas mesmas moléculas, prejudicando o rendimento na tarefa.

Considerando que o teste realizado se aproxima dos 30 segundos de duração, em esforço máximo, a contribuição anaeróbia assume um papel fundamental para a produção total de energia utilizada (Gastin, 2001). Sendo que os valores de $[La^-]$ são normalmente utilizados para estimar a contribuição do metabolismo glicolítico para o exercício (di Prampero & Ferretti, 1999), os valores obtidos parecem realçar a preponderância da

contribuição do sistema anaeróbio para satisfazer as exigências energéticas do esforço realizado. Como podemos verificar na Figura 1, a inexistência de alteração nos valores de [La-] no final do teste de 50 m vem comprovar os resultados de Bruyn-Prevost e Lefebvre (1980), que não apresentaram modificações dos parâmetros fisiológicos com e sem a realização de aquecimento desportivo. No entanto, o aquecimento desportivo tem igualmente vindo a ser referido como um meio eficaz para alterar as respostas metabólicas durante um exercício subsequente, quando comparado com um grupo de controlo. Mandegue et al. (2005) e Beedle e Mann (2007) sugeriram que o mesmo assume um papel de manutenção do equilíbrio ácido-base num nível apropriado pela estimulação da capacidade de tamponamento e podendo assim originar uma menor acumulação de [La-]. Durante um exercício precedido de aquecimento activo, foram observadas reduções na concentração de lactato muscular e sanguíneo (Costill & Fink, 1991; Gray & Nimmo, 2001; Robergs, Pascoe, Costill, & Fink, 1991). Divergindo de tais observações, as respostas metabólicas dos nadadores da nossa amostra mantiveram-se semelhantes.

No que se refere aos valores da escala de percepção subjectiva de esforço (Figura 2), não foram encontradas diferenças entre as duas condições experimentais. A percepção subjectiva de esforço é uma medida utilizada para quantificar, monitorizar e avaliar o nível de esforço individual. Este é um parâmetro tido como um importante complemento às medidas fisiológicas, apresentando fortes relações com algumas delas (Borg, 1998). Robertson et al. (1986) sugerem que o aumento da percepção do esforço realizado seja consequência da utilização da capacidade anaeróbia. A acumulação de iões de hidrogénio presentes nos músculos activos e no sangue, resultantes da dissociação do ácido láctico em lactato e H^+ , é apresentado como principal responsável pelo esforço percebido. Assim, muito embora os valores demonstrem a

realização de esforços intensos, os nadadores do presente estudo não perceberam esforços diferentes quando realizaram ou não o aquecimento prévio. Importa referir que, embora a percepção de esforço seja uma ferramenta útil e fácil de identificar e utilizar, a confiabilidade das pontuações pode ser questionada devido ao factor de subjectividade associado.

CONCLUSÕES

Apesar das alterações que têm vindo a ser atribuídas ao aquecimento desportivo, a eficácia do mesmo no rendimento dos praticantes em tarefas de elevada intensidade ainda não foi cabalmente estabelecida. Mitchell e Huston (1993) haviam sugerido alterações insuficientes metabólicas e de rendimento que justifiquem a realização de aquecimento específico pré exercício para otimizar esforços de curta duração e elevada intensidade, facto comprovado pelo presente estudo. Verificámos não existirem alterações no rendimento bem como nos parâmetros avaliados, permitindo-nos então sugerir que o aquecimento habitualmente realizado pelos nadadores não parece influenciar as provas curtas em Natação Pura Desportiva. Contudo, mais estudos são necessários para melhor conhecer esta questão que desempenha um papel essencial no desporto e na actividade física, e que se mostra ainda controversa e relativamente desconhecida.

Agradecimentos:

Os autores gostariam de agradecer a todos nadadores que participaram no estudo. O Governo Português apoiou este trabalho com a concessão duma bolsa de Doutoramento pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (SFRH/BD/74950/2010). Este estudo foi também apoiado pela Universidade da Beira Interior (UBI/FCSH/Santander/2010).

REFERÊNCIAS

Barbosa, T. M., Lima, V., Mejias, E., Costa, M. J., Marinho, D. A., Garrido, ... Bragada, J. A. (2009). A eficiência propulsiva e a performance

- em nadadores não experts. *Motricidade*, 5(4), 27-43.
- Beedle, B. B., & Mann, C. L. (2007). A comparison of two warm-ups joint range of motion. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(3), 776-779.
- Bishop, D. D. (2003). Warm up II: Performance changes following active warm up and how to structure the warm up. *Sports Medicine*, 33(7), 483-498.
- Bishop, D., Bonetti D., & Dawson, B. (2001). The influence of three different warm up intensities on sprint kayak performance in trained athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(6), 1026-1032.
- Borg, G. (1998). *Borg's perceived exertion and pain scales*. Champaign, Il: Human Kinetics.
- Bruyn-Prevost, P., & Lefebvre, F. (1980). The effects of various warming up intensities and durations during a short maximal anaerobic exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 43, 101-107.
- de Vries, H. A. (1959). Effects of various warm-up procedures on 100-yard times of competitive swimmers. *Research Quarterly*, 30, 11-22.
- di Prampero, P. E., & Ferretti, G. (1999). The energetics of anaerobic muscle metabolism: A reappraisal of older and recent concepts. *Respiration Physiology*, 118(1), 10-15.
- Fradkin, A. J., Zaryn, T. R., & Smoliga, J. M. (2010). Effects of warming-up on physical performance: A systematic review with meta-analysis. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(1), 140-148.
- Gastin, P. B. (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Medicine*, 31(10), 725-741.
- Gray, S. C., & Nimmo, M. A. (2001). Effects of active, passive or no warm-up on metabolism and performance during short-duration high-intensity exercise. *Journal of Sport Sciences*, 19, 693-700.
- Grodjnovsky, A., & Magel, J. R. (1970). Effect of warming-up on running performance. *Research Quarterly*, 41(1), 116-119.
- Hirvonen, J., Rehunen, S., Rusko, H., & Härkönen, M. (1987). Breakdown of high-energy phosphate compounds and lactate accumulation during short supramaximal exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 56, 253-259.
- Hodgson, M., Dochery, D., & Robbins, D. (2005). Post-activation potentiation. *Sports Medicine*, 35, 585-595.
- Mandengue, S., Seck, D., Bishop, D., Cisse, F., Tsala-Mbala, P., & Ahmaid, S. (2005). Are athletes able to self-select their optimal warm up? *Journal of Science and Medicine in Sports*, 8, 26-34.
- Mitchell, J. B., & Huston, J. S. (1993). The effect of high- and low-intensity warm-up on the physiological responses to a standardised swim and tethered swimming performance. *Journal of Sports Sciences*, 11, 159-165.
- Robergs, R. A., Pascoe D. D., Costlill, D. L., & Fink, W. J. (1991). Effect of warm-up on muscle glycogenolysis during intense exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 23, 37-43.
- Robertson, R., Falkel, J., Drash, A., Swank, A., Metz, K., Spungen, S., ... LeBoeuf, J. (1986). Effects of blood pH on peripheral and central signals of perceived exertion. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 18, 114-122.
- Sargeant, A. J., & Dolan, P. (1987). Effect of prior exercise on maximal short-term power output in humans. *Journal of Applied Physiology*, 63(4), 1475-1480.
- Smith, C. A. (2004). The warm-up procedure: To stretch or not to stretch— A brief review. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 19, 12-17.
- Thompson, H. (1958). Effect of warm-up upon physical performance in selected activities. *Research Quarterly*, 29(2), 231-246.

Comparison of young swimmer's active drag coefficient using three methods to compute trunk transverse surface area

Comparação do coeficiente de arrasto activo através de tr s técnicas de avalia o da área de sec o transversa do tronco em jovens nadadores

J.E. Morais, M.J. Costa, M.F. Moreira, T.M. Barbosa

ARTIGO ORIGINAL | ORIGINAL ARTICLE

ABSTRACT

The purpose of this study was to compare the active drag coefficient (C_{Da}) of young swimmers using three different ways of measuring the trunk transverse surface area (TTSA). 23 young swimmers, including 12 boys and 11 girls were analyzed. The velocity perturbation method of Kolmogorov was used to compute C_{Da} . The TTSA was calculated based on three methods: i) measured by photogrammetric; ii) estimated by the equation developed by Clarys and; iii) estimated from the equations developed by Morais et al. (2011). Three procedures were used in the comparison C_{Da} values: i) t Student test; ii) simple linear regression analysis and; iii) Bland Altman plots. All paired samples showed significant differences ($p < .001$) when comparing mean values. However, there were significant correlations ($p < .001$) between the paired samples in the simple linear regression analysis, and the in the Bland Altman plots for all conditions studied. At least 80% of the plots were within the ± 1.96 standard deviation of the difference. As a conclusion, the mean values of C_{Da} computed with TTSA estimated with the equations developed by Morais et al. (2011) were the ones with lower difference compared with TTSA measured directly. Those should be used by coaches and investigators in order to estimate TTSA for C_{Da} computing.

Keywords: swimming, hydrodynamics, anthropometrics, drag

RESUMO

Foi objectivo deste estudo comparar o coeficiente de arrasto activo, calculado com recurso a três formas distintas de medi o da área de sec o transversa do tronco (ASTT). A amostra foi composta por 23 sujeitos, entre os quais 12 do sexo masculino e 11 do sexo feminino. Foi utilizado o método de perturba o de velocidade de Kolmogorov para calcular o arrasto activo e respectivo coeficiente de arrasto. O cálculo do coeficiente de arrasto foi efectuado de três formas distintas: i) com recurso   ASTT medida através de fotogrametria; ii) com recurso ASTT estimada a partir das equa es de Morais et al. (2011); e iii) com recurso   ASTT estimada através da equa o de Clarys. Foram utilizados três procedimentos no processo de compara o: i) compara o de valores médios; ii) análise de regressão linear simples; e iii) plot de Bland Altman. Todos os pares estudados apresentaram diferenças significativas ($p < .001$) na compara o de valores médios. No entanto, as análises de regressão lineares simples entre os pares estudados, registaram correla es significativas ($p < .001$), e o plot de Bland Altman, para todas as condi es estudadas, registou mais de 80% dos plots dentro do intervalo de confiança de 95 %. Constatou-se que as equa es de Morais et al. foram aquelas que apresentaram menor diferença ($13.81 \pm 9.24\%$), comparativamente com a de Clarys ($26.87 \pm 5.61\%$) em rela o aos valores de ASTT medidos. Sugere-se assim a aplica o destas equa es para a estima o da ASTT.

Palavras-chave: nata o, hidrodinâmica, antropometria, arrasto

Submetido: 15.07.2011 | Aceite: 10.09.2011

Jorge E. Morais, Mário J. Costa e Tiago M. Barbosa. Polytechnic Institute of Bragança, Bragança; Research Centre in Sports, Health and Human Development (CIDESD), Vila Real, Portugal.

Marc F. Moreira. University of Tr s-os-Montes and Alto Douro, Vila Real; Research Centre in Sports, Health and Human Development (CIDESD), Vila Real, Portugal.

Endereço para correspondência: Tiago M. Barbosa, Department of Sports Science, Polytechnic Institute of Bragança/CIDESD, Campus Sta. Apol nia ap. 1101-75, 5301-856 Bragança - Portugal.

E-mail: barbosa@ipb.pt

Hydrodynamic drag represents the force that a swimmer has to overcome in order to maintain his movement through water. This force is dependent on velocity, shape, size, frontal surface area and it is similar to the general pressure drag equation (Kjendlie & Stallman, 2008):

$$D = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot S \cdot C_d \quad (1)$$

where D is the drag force [N], ρ is the density of the water [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$], v is the swimming velocity [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$], S is the projected frontal surface area of the swimmers [cm^2] and C_d is the drag coefficient.

On a regular basis, the drag force can be measured based on two conditions (Marinho et al., 2009; Pendergast et al., 2006): i) with the swimmers towing in water without segmental actions (i.e. passive drag); or ii) while the subject is making segmental actions to propeller him/herself (i.e. active drag). For passive drag measurement, subjects are passively towed on prone and hydrodynamic position holding a wire in the hands (Zamparo, Gatta, Pendergast, & Capelli, 2009). For the active drag measurement several experimental methods, such as, the drag-system apparatus (Hollander et al., 1986) and the velocity perturbation method (VPM) (Kolmogorov & Duplischeva, 1992) or numerical methods, such as, computed fluid dynamics (CFD) (Marinho et al., 2009) can be applied. Some of those need to include in the data input the individual trunk transverse surface area (TTSA). Although, the TTSA can be directly measured in each subject by the photogrammetric techniques (Morais et al., 2011), its collection and treatment are somewhat time consuming and/or expensive.

To avoid this issue, several authors developed equations to estimate the TTSA based on anthropometrical variables. Clarys (1979) suggested a TTSA estimation equation based on the subject's body mass and height ($R^2 = .50$):

$$TTSA = 6.9256 BM + 3.5043 H - 377.156 \quad (2)$$

where TTSA is the trunk transverse surface area [cm^2], BM is the body mass [kg] and H is the height [cm].

This last one was developed using stepwise regression models that included several anthropometrical variables of 63 physical education students and nine Olympic swimmers. However, Marinho et al. (2010) reported that Equation 2 has some limitations: (i) the sample was reduced and only nine subjects were from Olympic level; (ii) the anthropometrical characteristics of the swimmers of the 70's are not the same as the ones of the XXI century and; (iii) on a regular basis is used to assess drag force in children (Barbosa, Costa, Marques, Silva, & Marinho, 2010), male and female subjects (Kolmogorov, Lyapin, Rumyantseva, & Vilas-Boas, 2000; Toussaint, Roos, & Kolmogorov, 2004) without a clear knowledge of the good-of-fit of the model to different cohort groups.

Considering this purpose, Morais et al. (2011) developed new equations for TTSA estimation in males and females swimmers, respectively:

$$TTSA = 6.662 \cdot CP + 17.019 \cdot CSD - 210.708 \quad (3)$$

$$TTSA = 7.002 \cdot CP + 15.382 \cdot CSD - 255.70 \quad (4)$$

where TTSA is the trunk transverse surface area in cm^2 , CP is the chest perimeter in cm and CSD is the chest sagittal perimeter in cm.

One important practical consideration for swimming researchers and coaches is to know if there are differences in the drag coefficient values depending on the technique used to calculate TTSA.

Thus, the purpose of this study was to compare the drag coefficient using the three different methods to calculate TTSA: i) by photogrammetric technique; ii) estimated with Equation 2; and iii) estimated with Equations 3 and 4.

METHODS

Participants

Twenty-three young swimmers (twelve boys and eleven girls) participating on regular basis in regional and national level competitions volunteered as subjects (boys: 14.42 ± 1.24 years old, $1.66 \pm .09$ m of height, 56.45 ± 10.80 kg of body mass, $3.33 \pm .78$ on Tanner stages by self-evaluation; girls: $12.73 \pm .79$ years old, $1.60 \pm .05$ m of height, 47.55 ± 6.27 kg of body mass, $3.00 \pm .89$ on Tanner stages by self-evaluation). Coaches and parents gave their consent for the swimmers participation on this study and all procedures were in accordance to the Declaration of Helsinki in respect to Human research. The Institutional Review Board of the Polytechnic Institute of Bragança approved the study design.

Instruments and Procedure

TTSA data collection

The TTSA was measured using three methods. It was measured directly, with the subjects being photographed with a digital camera (DSC-T7, Sony, Tokyo, Japan) in the transverse plane from above (Caspersen, Berthelsen, Eik, Pákozdi, & Kjendlie, 2010). Subjects were on land, in the upright and hydrodynamic position. This position is characterized by the arms being fully extended above the head, one hand above the other, fingers also extended close together and head in neutral position. Subjects wore a regular textile swimsuit, a cap and goggles. Besides the subjects, on the camera shooting field there was a calibration frame with .945 m length at the height of the xiphoid process (Morais et al., 2011). TTSA was measured from the subject's digital photo with specific software (Udruler, AVPSOFT, USA). Procedures included: i) scale calibration; ii) manual digitalization of the transverse trunk perimeter; and iii) output and recording of the TTSA value.

Trunk transverse surface area was also measured using estimation equations. To

estimate TTSA using Equation 2, the body mass was measured in the upright position with a digital scale (SECA, 884, Hamburg, Germany) and body height was measured in the anthropometrical position from vertex to the floor with a digital stadiometer (SECA, 242, Hamburg, Germany). To estimate TTSA using Equations 3 and 4, the chest perimeter and the chest sagittal diameter were measured (Morais et al., 2011). The chest perimeter is defined as the perimeter of the trunk at the level of the xiphoid process, was measured with a flexible anthropometrical tape (Metric Tape, RossCraft, Canada) with the subject in the upright and hydrodynamic position. The chest sagittal diameter is considered as the distance between the back and the highest point of the chest (i.e. antero-posterior) at the level of the xiphoid process and was also measured with a specific sliding caliper (Measuring Clip, RossCraft, Canada).

Active drag and active drag coefficient calculation

These hydrodynamic variables were computed using the velocity perturbation method with the help of an additional hydrodynamic body used to determine active drag in Front Crawl swimming (Kolmogorov & Duplishcheva, 1992; Kolmogorov, Rumyantseva, Gordon, & Cappaert, 1997). Active drag was calculated from the difference between the swimming velocities with and without towing the perturbation buoy. To ensure similar maximal power output for the two sprints, the swimmers were instructed to perform maximally at both 25 m trials. Between bouts swimmers had a passive rest of at least 30 minutes. Each swimmer performed two maximal 25 m at Front Crawl with an underwater start with and without the perturbation device. Subjects performed the bouts alone without any other swimmer in the same swim lane and in the nearby lanes to reduce drafting, pacing effects and bias in the drag force. Swimming velocity was assessed during 13 m (between 11 m and 24 m from the starting wall). The time spent to cover this

distance was measured with a manual chronometer (Golfinho Sports MC 815, Aveiro, Portugal) by two expert evaluators and mean value was used for further analysis (Marinho et al., 2010). Active drag (D_a) was calculated as (Kolmogorov & Duplisheva, 1992):

$$D_a = \frac{D_b v_b v^2}{v^3 - v_b^3} \quad (5)$$

where D_a represents the swimmer's active drag at maximal velocity in N, D_b is the resistance of the perturbation buoy in N and, v_b and v are the swimming velocities with and without the perturbation device in $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, respectively.

The drag of the perturbation buoy was calculated from the manufacturer's calibration of the buoy-drag characteristics and its velocity (Kolmogorov & Duplisheva, 1992). Active Drag coefficient (C_{Da}) was calculated as:

$$C_{Da} = \frac{2 \cdot D_a}{\rho \cdot S \cdot v^2} \quad (6)$$

where ρ is the density of the water (assuming to be $1000 \text{ kg}/\text{m}^3$), D_a is the swimmer's active drag in N, v is the swimmer's velocity in $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ and S is the projected frontal surface area of the swimmers in cm^2 and it was computed using the three methods mentioned above.

Statistical Analysis

The normality and homocedasticity assumptions were checked respectively with the Kolmogorov-Smirnov and the Levene tests. Descriptive statistics (mean, one standard deviation, minimum and maximum) from all measured variables were calculated. The comparison between active drag coefficients was made by: i) comparing mean data; ii) computing simple linear regression; and iii) computing Bland Altman plots. Comparison between the mean values of active drag coefficient was made using paired Student's *t* test ($p \leq .05$). Simple linear regression model between values of active drag coefficient was computed. As a rule of thumb, for qualitative and effect size analysis, it was defined that the

relationship was: i) very weak if $R^2 < .04$; weak if $.04 \leq R^2 < .16$; moderate if $.16 \leq R^2 < .49$; high if $.49 \leq R^2 < .81$ and; very high of $.81 \leq R^2 < 1.0$. In addition, the error of estimation (s) and the confidence interval for 95 % of the adjustment line in the scatter gram was computed. The Bland Altman analysis (Bland & Altman, 1986) included the plot of the mean value of active drag coefficient computed versus the delta value (i.e. difference) between them. It was adopted as limits of agreement a bias of ± 1.96 standard deviation of the difference (average difference ± 1.96 standard deviation of the difference). For qualitative assessment, it was considered that the comparison was valid and appropriate if at least 80% of the plots were within the ± 1.96 standard deviation of the difference.

RESULTS

Table 1 presents the descriptive statistics for all selected anthropometrical variables. The mean value of the TTSA measured directly was $778.34 \pm 150.75 \text{ cm}^2$ and estimated according to Equation 2 and Equations 3 and 4 were $557.16 \pm 94.83 \text{ cm}^2$ and $692.91 \pm 101.10 \text{ cm}^2$, respectively.

Table 2 presents the descriptive statistics for values of C_{Da} based on the three methods to compute TTSA. The mean values of C_{Da} computed with TTSA measured directly, estimated with Equation 2 and with Equations 3 and 4 were .244, .333 and .288 respectively.

Figure 1 presents the comparison of mean data, scatter gram and Bland Altman plots for C_{Da} computed with three different methods of measuring TTSA, respectively. There were significant differences in C_{Da} mean data comparison between the three methods to compute TTSA ($p < .05$). The simple linear regression presented high and significant determination coefficients. Between the mean value of C_{Da} measured with TTSA computed directly and TTSA estimated with Equation 2 ($R^2 = .958$), between the mean value of C_{Da} measured with TTSA computed directly and TTSA estimated with Equations 3 and 4

Table 1

Anthropometrical characteristics of all subjects for body mass (BM), body height (H), chest sagittal diameter (CSD), chest perimeter (CP) and trunk transverse surface area (TTSA)

	BM [kg]	H [cm]	CSD [cm]	CP [cm]	TTSA measured [cm ²]	TTSA estimated (Equation 2) [cm ²]	TTSA estimated (Equations 3 and 4) [cm ²]
Mean	52.19	163.47	20.47	81.17	778.34	557.16	692.91
1 SD	9.84	8.30	2.10	6.76	150.75	94.83	101.10
Minimum	39.8	149.3	16.9	71	604.1	421.6	557.2
Maximum	73.2	179.5	26.6	100	1243.6	758.8	986.2

Table 2

Descriptive statistics for active drag coefficient (C_{Da}) measured with three methods to compute TTSA

	C_{Da} measured [dimensionless]	C_{Da} estimated (Equation 2) [dimensionless]	C_{Da} estimated (Equations 3 and 4) [dimensionless]
Mean	.244	.333	.288
1 SD	.097	.131	.133
Minimum	.140	.194	.151
Maximum	.574	.815	.793

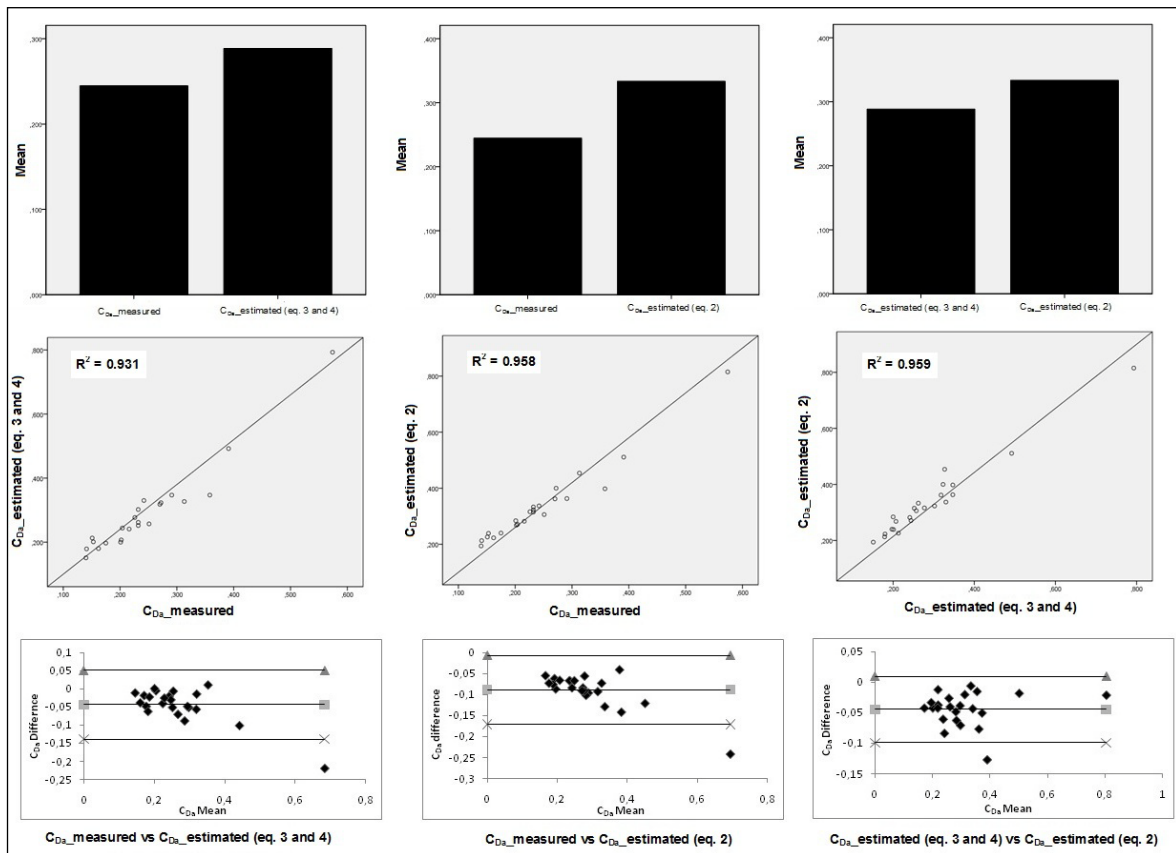


Figure 2. Comparison of mean data, scatter gram and Bland Altman plots for active drag coefficient measured with three different methods to compute trunk transverse surface area

($R^2 = .931$), and between the mean value of C_{Da} measured with TTSA estimated with Equation 2 and with Equations 3 and 4 ($R^2 = .959$). For the Bland Altman analysis, in all three methods to compute C_{Da} the cut-off value of at least 80% of the plots within $\pm 1.96 SD$ was accomplished.

The C_{Da} mean value computed with the variable TTSA measured directly was $26.87 \pm 5.61\%$ lower than the one computed with TTSA estimated with Equation 2, and $13.80 \pm 9.24\%$ lower than the one computed with TTSA estimated with Equations 3 and 4. The difference between the C_{Da} mean value measured with TTSA estimated with Equation 2 was $14.56 \pm 7.86\%$ lower in comparison with the one computed with TTSA estimated with Equations 3 and 4. The simple linear regression between the C_{Da} measured based in the three established methods to compute TTSA presented high and significant determination coefficients.

DISCUSSION

The purpose of this study was to compare the drag coefficient based on three different methods to measure TTSA: i) by photogrammetric technique; ii) estimated with Equation 2; and iii) estimated with Equations 3 and 4. Main results were that the C_{Da} computed with TTSA estimated with Equations 3 and 4 was the one that presented a lower delta value to the C_{Da} computed with TTSA measured directly.

Mean data values of C_{Da} and TTSA are within the range of those reported in the literature for swimmers with similar gender, chronological and biological ages for the selected variables evaluated (Barbosa et al., 2010; Marinho et al., 2010). The measuring of TTSA, that is a variable needed to compute the active drag coefficient, can be made directly or estimated by equations. The Equation 2, developed of Clarys (1979), has commonly been used to estimate TTSA. In a study made by Barbosa et al. (2010) the variable TTSA estimated with such equation was excluded by

a path-analysis model leaving the authors to suggest new estimate equations to compute TTSA. In the study of Morais et al. (2011) new equations by gender were developed to estimate TTSA. This paper made a comparison of the C_{Da} based in these three methods to compute TTSA. These results present that C_{Da} mean values computed with TTSA estimated with Equations 3 and 4 are more similar to C_{Da} mean values computed with TTSA measured directly. So it might be suggested that these equations are more reliable to estimate TTSA.

Three procedures were used to compute the comparison between C_{Da} (Baldari et al., 2009; Kristensen, Bandholm, Holm, Ekdahl, & Kehlet, 2009; Wolfram, Wilke, & Zysset, 2010). In the t-test comparison there were significant differences ($p \leq 0.05$) between all C_{Da} mean data. The simple linear regression presented high and significant determination coefficients between active drag coefficient value measured with all three methods to compute TTSA. In the Bland Altman analysis (Bland & Altman, 1986) at least 80% of the plots were within $\pm 1.96 SD$ in all three methods of C_{Da} computing. So, from the selected three criteria, two of them were accepted to validate the Cd measurement with different TTSA measuring/estimating procedures. One possible reason for the mean values t-test comparison was not accomplished might be the low scale of C_{Da} mean values.

It can be considered as main limitations of the study: i) the equations developed by Morais et al. (2011) can only be applied to subjects with that specific range of ages; and ii) when computing C_{Da} based on TTSA estimated with such equations it must be computed an underestimate of 13.80%.

CONCLUSIONS

As a conclusion: i) C_{Da} values were similar when measured with three different methods to compute TTSA; and ii) the measurement of C_{Da} with TTSA estimated with Equations 3 and 4 had the lowest delta value to those with TTSA computed directly. In that case, we can

state that these equations are more reliable when estimating TTSA than Equation 2.

As a coach friendly conclusion it can be suggested that Equations 3 and 4 are those that should be used by coaches and investigators in order to estimate TTSA for C_{Da} computing.

REFERENCES

- Baldari, C., Bonavolontà, V., Emerenziani, G., Gallotta, M., Silva, A., & Guidetti L. (2009). Accuracy, reliability, linearity of Accutrend and Lactate Pro versus EBIO plus analyzer. *European Journal of Applied Physiology*, 107, 105-111.
- Barbosa, T., Costa, M., Marques, M., Silva, A., & Marinho, D. (2010). A model for active drag force exogenous variables in young swimmers. *Journal of Human Sport and Exercise*, 5, 379-388.
- Bland, J., & Altman, D. (1986). Statistical method for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *The Lancet*, i, 307-310.
- Caspersen, C., Berthelsen, P., Eik, M., Pákozdi, C., & Kjendlie, P. (2010). Added mass in human swimmers: Age and gender differences. *Journal of Biomechanics*, 43, 2369-2373.
- Clarys, J. (1979). Human morphology and hydrodynamics. In J. Terauds & E. Bedingfield (Eds.), *Swimming III* (pp. 3-42). Baltimore: UPP.
- Hollander, P., de Groot, G., van Ingen Schenau, G., Toussaint, H., de Best, W., Peeters, W., ... Schreurs, W. (1986). Measurement of active drag during crawl stroke swimming. *Journal of Sports Science*, 4, 21-30.
- Kjendlie, P., & Stallman, R. (2008). Drag characteristics of competitive swimming children and adults. *Journal of Applied Biomechanics*, 24, 35-42.
- Kolmogorov, S., & Duplishcheva, O. (1992). Active drag, useful mechanical power output and hydrodynamic force in different swimming strokes at maximal velocity. *Journal of Biomechanics*, 25, 311-318.
- Kolmogorov, S., Rummyantseva, O., Gordon, B., & Cappaert, J. (1997). Hydrodynamic characteristics of competitive swimmers of different genders and performance levels. *Journal of Applied Biomechanics*, 13, 88-97.
- Kolmogorov, S., Lyapin, S., Rummyantseva, O., & Vilas-Boas, J. (2000). Technology for decreasing active drag at maximal swimming velocity. In R. H. Sander & Y. Hong (Eds.), *Applied Proceedings of the XVIII International Symposium on Biomechanics in Sports – Swimming* (pp. 39-47). Edinburgh: University of Edinburgh.
- Kristensen, M., Bandholm, T., Holm, B., Ekdahl, C., & Kehlet, H. (2009). Timed up & go test score in patients with hip fracture is related to the type of walking aid. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 90, 1760-1765.
- Marinho, D., Barbosa, T., Klendlie, P., Vilas-Boas, J., Alves, F., Rouboa, A., & Silva, A. (2009). Swimming simulation. In P. M. Heidelberg (Ed.), *Computational fluid dynamics for sport simulation* (pp. 33-61). Springer-Verlag.
- Marinho, D., Barbosa T., Garrido, N., Costa, A., Reis, V., Silva, A., & Marques, M. (2010). Can 8-weeks of training affect active drag in age-group swimmers? *Journal of Sports Science and Medicine*, 9, 71-78.
- Morais, J., Costa, M., Mejias, E., Marinho, D., Silva, A., & Barbosa, T. (2011). Morphometric study for estimation and validation of trunk transverse surface area to assess human drag force on water. *Journal of Human Kinetics*, 28, 5-13.
- Pendergast, D., Capelli, C., Craig, A., di Prampero, P., Minetti, A., Mollendorf, J., ... Zamparo, P. (2006). Biophysics in swimming. In J. P. Vilas-Boas, F. Alves & A. Marques (Eds.), *Biomechanics and Medicine in Swimming X* (pp. 185-189). Porto: PJSS.
- Toussaint, H., Roos, P., & Kolmogorov, S. (2004). The determination of drag in front crawl swimming. *Journal of Biomechanics*, 37, 1655-1663.
- Wolfram, U., Wilke, H., & Zysset, P. (2010). Valid micro finite element models of vertebral trabecular bone can be obtained using tissue properties measured with nanoindentation under wet conditions. *Journal of Biomechanics*, 43, 1731-1737.
- Zamparo, P., Gatta, G., Pendergast, D., & Capelli, C. (2009). Active and passive drag: The role of trunk incline. *European Journal of Applied Physiology*, 106, 195-205.

Contributo dos factores antropométricos, bioenergéticos e biomecânicos para a performance de nadadores de elite no pico de forma na época de verão

Anthropometrical, energetical and biomechanical contribution for the elite swimming performance during the peak form period during the summer season

M.J. Costa, J.A. Bragada, J.E. Mejias, H. Louro, T.M. Barbosa

ARTIGO ORIGINAL | ORIGINAL ARTICLE

RESUMO

O presente estudo procurou determinar o contributo dos factores antropométricos, bioenergéticos e biomecânicos para a performance dos 200 m crol (Perf200m) no pico de forma na época de verão. Foram analisados oito nadadores portugueses num período coincidente a competições importantes (julho da época de 2010-2011). A avaliação antropométrica incluiu a determinação da massa corporal (MC), a estatura (Est) e envergadura (Env). Recorreu-se à aplicação de um teste incremental de 7×200 m crol de modo a determinar: i) velocidade de lactato estimado às 4 mmol.L^{-1} (V4), máxima concentração de lactato após esforço ($\text{La}_{\text{-pico}}$), consumo máximo de oxigénio ($\text{VO}_2\text{máx}$), velocidade mínima de obtenção do $\text{VO}_2\text{máx}$ ($\text{vVO}_2\text{máx}$), dispêndio energético total (E_{tot}) e custo energético (C), como parâmetros bioenergéticos e ii) frequência gestual (FG), distância de ciclo (DC), índice de nado (IN), e a eficiência propulsiva (η_p) como variáveis biomecânicas. A Perf200m associou-se significativamente com a V4 ($r = -.75, p = .03$), $\text{vVO}_2\text{máx}$ ($r = -.83, p < .01$) e IN ($r = -.76, p = .03$). Foram indicados a Env ($R^2 = .24, p = .22$), a V4 ($R^2 = .75, p < .01$) e o IN ($R^2 = .52, p = .04$) como os melhores factores dentro de cada domínio para predição da Perf200m. O modelo de regressão múltipla determinou que os mesmos explicam 90% da Perf200m, na qual a V4 se assume como o parâmetro mais influente (83%).

Palavras-chave: predição, performance, nadadores de elite, regressão linear, época de verão

ABSTRACT

The aim of this study was to identify the contribution of several anthropometrical, bioenergetical and biomechanical parameters for the 200 m front crawl performance (Perf200m) during the peak form of the summer season. Eight Portuguese male swimmers from international and national level were analyzed in a period coincident with important competitions (july of the 2010-2011 season). Anthropometrical assessment included the body mass (MC), height (Est) and arm span (Env). An incremental set of 7×200 m front crawl was applied to obtain: i) the velocity of the maximal lactate equilibrium estimated to the 4 mmol (V4), maximal blood lactate concentration ($\text{La}_{\text{-pico}}$), maximal oxygen consumption ($\text{VO}_2\text{máx}$), minimum velocity were the maximal oxygen consumption is reached ($\text{vVO}_2\text{máx}$) maximal metabolic power (E_{tot}) and energy cost (C), as energetical parameters and ii) stroke distance (DC), stroke frequency (FG), stroke index (IN) and propelling efficiency (η_p), as biomechanical indicators. The results demonstrated that the V4 ($r = -.75, p = .03$), $\text{vVO}_2\text{máx}$ ($r = -.83, p < .01$) and the IN ($r = -.76, p = .03$) were the only variables with significant association with the Perf200m. The Env ($R^2 = .24, p = .22$), V4 ($R^2 = .75, p < .01$) and IN ($R^2 = .52, p = .04$) were identified as the best predictors in each domain. Multiple linear regression models indicated that those parameters explained 90% of the Perf200m being the V4 the most determinant one (83%).

Keywords: prediction, performance, elite swimmers, linear regression, summer season

Submetido: 15.07.2011 | Aceite: 10.09.2011

Mário J. Costa, José A. Bragada, Jean E. Mejias e Tiago M. Barbosa. Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano; Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, Portugal.

Hugo Louro. Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano; Escola Superior de Desporto de Rio Maior, Rio Maior, Portugal.

Endereço para correspondência: Mário J. Costa, Departamento de Desporto, Instituto Politécnico de Bragança/CIDESD, Campus Sta. Apolónia ap. 1101-75, 5301-856 Bragança - Portugal.

E-mail: mario.costa@ipb.pt

Estudos recentes têm sugerido que a performance em natação parece ser determinada pela relação hierárquica estabelecida entre um conjunto de factores. Esta está fortemente associada aos pressupostos bioenergéticos, enquanto estes, são dependentes do comportamento biomecânico e das estratégias motoras adoptadas pelo nadador (Barbosa et al., 2010).

Neste sentido importa determinar criteriosamente dentro de cada domínio (antropométrico, bioenergético e biomecânico) a magnitude de contribuição de cada variável para a performance em determinado evento. Este tipo de abordagem foi tentado em jovens nadadores (Latt et al., 2010; Saavedra, Escalante, & Rodríguez, 2010; Vitor & Bohme, 2010) e em nadadores adultos (Obert, Falgairrette, Bedu, & Coudert, 1992; Ribeiro et al., 1990). Latt et al. (2010) observaram que o índice de nado e a frequência gestual explicaram 92.6% da performance nos 100 m crol em jovens nadadores. Ficou ainda demonstrado que o índice de nado, a envergadura e o diferencial de acumulação de lactato foram os melhores indicadores dentro de cada domínio analisado (Latt et al., 2010). Vitor e Bohme (2010) detectaram que 88% da performance nos 100 m livres deveu-se essencialmente à potência anaeróbia, índice de nado e velocidade crítica. Muito recentemente, Saavedra et al (2010) identificaram um conjunto de quatro variáveis (idade, altura sentado, capacidade aeróbia e índice de nado) com uma capacidade preditiva de 82.4% para a performance em nadadores jovens. Em nadadores adultos, Ribeiro et al. (1990) observaram que 79% da performance na prova de 400 m crol foi explicada pela velocidade a 85% do consumo máximo de oxigénio e pela velocidade do equilíbrio máximo de lactato estimada às 4 mmol. Já Obert et al. (1992) apenas indicaram o $VO_{2\text{máx}}$ como o único parâmetro responsável pela variação da performance nos 200 e 400m crol.

No entanto, a maioria destes estudos não referem especificamente o momento da época

desportiva em que se efectuou a recolha dos dados. A performance é determinada pela interacção entre parâmetros bioenergéticos, biomecânicos, que por sua vez são constantemente modelados pelo processo de treino. Assim é de esperar uma maior/menor contribuição de cada variável na variação da performance consoante os diferentes momentos da época desportiva. Pelo menos um estudo indicou que a velocidade do equilíbrio máximo de lactato estimada às 4 mmol (V4), o índice de nado (IN) e a envergadura (Env) explicaram 74% da performance nos 200m crol no pico de forma da época de Inverno (Costa, Bragada, Mejias, Morais et al., 2011). Mais ainda, a V4 foi apontada pelos autores como o parâmetro mais determinante ($R^2 = 59$) dentro dos incluídos no modelo de predição. Apesar desta intervenção isolada, parecem não existir semelhantes abordagens tendo em vista outro período determinante da época desportiva.

Foi objectivo do presente estudo determinar o contributo de vários factores com base no perfil antropométrico, bioenergético e biomecânico de nadadores de elite, para a performance nos 200 m (Perf200m) crol no pico de forma da época de Verão. Definiu-se como hipótese um elevado contributo de indicadores de capacidade aeróbia (V4), de indicadores de capacidade anaeróbia (La_{pico}) e das variáveis biomecânicas (IN) para a Perf200m nesta fase da época.

MÉTODOS

Amostra

Foram analisados 8 nadadores portugueses masculinos (21.75 ± 3.37 anos de idade), de nível nacional e internacional, com presença assídua na prova de 200 m crol em campeonatos nacionais e encontros internacionais nos últimos 2 anos.

Instrumentos e Procedimentos

Protocolo

Os parâmetros antropométricos, bioenergéticos e biomecânicos foram obtidos num

período coincidente com competições importantes da época de verão (julho da época de 2010-2011) como sendo os Campeonatos Nacionais Absolutos de Verão (Federação Portuguesa de Natação). A avaliação antropométrica incluiu a determinação da estatura (Est, m), da massa corporal (MC, kg) e da envergadura (Env, m). Para determinação dos parâmetros bioenergéticos e biomecânicos recorreu-se à aplicação de um teste incremental de 7×200 m Crol em piscina de 50m, com aumentos de $.05 \text{ m.s}^{-1}$ entre patamares e 30 s de recuperação (Barbosa, Fernandes, Keskinen, & Vilas-Boas, 2008). A velocidade inicial foi determinada para aproximadamente $.3 \text{ m.s}^{-1}$ inferior à melhor performance do nadador na prova de 200 m crol. A velocidade correspondente a cada patamar foi mantida constante pela colocação de um sistema de luzes no fundo da piscina (GBK-Pacer, GBK Electronics, Aveiro, Portugal). Amostras de sangue capilar foram obtidas para determinar a concentração de lactato sanguíneo, através do dedo do nadador, em cada intervalo de 30 s correspondente ao repouso entre patamares, e ainda aos 3 min e 5 min durante o período de recuperação após esforço. A posterior análise foi efectuada através de um auto-analisador (YSI 1500 L, Yellow Springs, Ohio, USA). Durante a totalidade do intervalo de repouso entre patamares foram ainda obtidas amostras de consumo de oxigénio através de um analisador de gases (Cortex, Model MetaLyzer 3B, Leipzig, Germany). Os nadadores foram instruídos para conter a respiração nas últimas duas braçadas antes de tocarem na parede. No momento de chegada uma máscara foi colocada na face do nadador para a qual respirou consecutivamente durante todo o intervalo.

As variáveis determinadas para posterior análise foram: i) velocidade do equilíbrio máximo de lactato estimada às 4 mmol (V4, m.s^{-1}), máxima concentração de lactato ($\text{La}^-_{\text{pico}}$, mmol.L^{-1}), consumo máximo de oxigénio ($\text{VO}_2\text{máx}$, $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$), velocidade mínima de obtenção do $\text{VO}_2\text{máx}$ ($v\text{VO}_2\text{máx}$, m.s^{-1}),

dispêndio energético total (E_{tot} , $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) e custo energético (C, $\text{J.kg}^{-1}.\text{m}^{-1}$), como indicadores bioenergéticos; e ii) distância de ciclo (DC, m), frequência gestual (FG, Hz), índice de nado (IN, $\text{m}^2.\text{c}^{-1}.\text{s}^{-1}$) e a eficiência propulsiva (η_p , %), como indicadores biomecânicos.

Recolha dos dados

A V4 foi obtida pela interpolação da média do valor de lactato de 4 mmol.L^{-1} , com curva exponencial de lactato/velocidade referente a cada nadador. A $\text{La}^-_{\text{pico}}$ foi considerada como o valor mais elevado de lactato visível após esforço. O $\text{VO}_2\text{máx}$ obtido em exercício foi determinado pelo método de retro-extrapolação (Laffite et al., 2004) pela consideração do valor médio de VO_2 nos seis segundos após a detecção do pico de consumo. Não foi considerada a primeira medida de VO_2 após a detecção do pico, o que corresponde à adaptação do aparelho a uma mudança súbita de ciclos respiratórios para análise de oxigénio. Esta adaptação nunca foi excedida em mais de dois segundos. A $v\text{VO}_2\text{máx}$ foi tida como a velocidade correspondente ao patamar onde se verificou o valor de $\text{VO}_2\text{máx}$.

O E_{tot} foi obtido sabendo que (di Prampero, Pendergast, Wilson, & Rennie, 1978):

$$\dot{E}_{\text{tot}} = \text{VO}_2\text{net} + 2.7 [\text{La}^-]_{\text{net}} \quad (1)$$

onde VO_2net representa diferença entre o valor medido no final do patamar e o valor de repouso, o $[\text{La}^-]_{\text{net}}$ é a diferença entre o valor de lactato medido entre dois patamares consecutivos com posterior transformação em equivalentes de O_2 através da constante $2.7 \text{ mmolO}_2^{-1}\text{Kg}^{-1}\text{mmol}$.

O C foi determinado segundo a fórmula (Barbosa et al., 2008):

$$C = \frac{\dot{E}_{\text{tot}}}{v} \quad (2)$$

onde E_{tot} representa a máxima potência metabólica e v é a velocidade média de nado.

Posteriormente o C foi convertido em unidades SI de acordo com a sugestão de Minetti (1998) onde 1ml O₂ equivale a 20.1 J.

Os parâmetros determinantes do ciclo gestual foram determinados em termos médios para todos os patamares, e estimados para o valor da performance. A FG foi medida com um cronofrequencímetro de base 3 (Golfinho Sports MC 815, Aveiro, Portugal), pela avaliação de 3 ciclos consecutivos dos membros superiores nos 15 m intermédios da distância total da piscina. A DC foi calculada sabendo que (Craig, Skehan, Pawelczyk, & Boomer, 1985):

$$DC = \frac{v}{FG} \quad (3)$$

onde DC representa a distância de ciclo, v a velocidade de nado, e FG representa a frequência gestual. O IN foi determinado segundo a equação (Costil, Kovaleski, Porter, Fielding, & King, 1985):

$$IN = v \cdot DC \quad (4)$$

onde IN representa o índice de nado, v representa a velocidade de nado e DC é a distância de ciclo. Já a η_p foi determinada sabendo que (Zamparo, Pendergast, Mollendorf, Termin, & Minetti, 2005):

$$\eta_p = \left(\frac{v \cdot 0.9}{2\pi \cdot FG \cdot l} \right) \cdot \frac{2}{\pi} \quad (5)$$

onde η_p representa a eficiência propulsiva, v representa a velocidade de nado, (multiplicada por .9 tendo em conta que a contribuição dos membros superiores para a propulsão é sensivelmente 90 %), FG representa a frequência gestual, e l representa a distância do segmento ombro-mão. O valor de l foi obtido trigonometricamente através da medição do comprimento do braço, tendo em conta os valores médios dos ângulos obtidos durante a acção lateral interior aquando a fase propulsiva da braçada, como sugerido por Zamparo

(2006). A equação adoptada consiste na estimação da eficiência de Froude. A diferença entre a eficiência de Froude e a eficiência propulsiva decorre da primeira não tomar em consideração o efeito do trabalho mecânico interno para o trabalho mecânico total produzido. Contudo, dada a amplitude de velocidades obtidas por este tipo de nadadores, o trabalho mecânico interno pode ser considerado como negligenciável (Zamparo et al., 2005). Portanto, nesta circunstância, a eficiência propulsiva apresenta um valor próximo da eficiência de Froude.

A Perf200m em piscina de 50 m foi obtida com base nos tempos alcançados em competições oficiais não distantes do momento de avaliação em mais de duas semanas.

Análise Estatística

Foi realizada uma análise exploratória dos dados para detectar a possível presença de outliers e para verificar a normalidade das distribuições (teste Shapiro-Wilk). Para a estatística descritiva foram calculados a média, o desvio padrão, valor máximo e mínimo. O grau de associação entre cada variável e a Perf200m foi determinado com base no coeficiente de correlação de Spearman. Foram adoptados modelos de regressão linear simples na identificação dos melhores preditores da performance dentro de cada domínio analisado. Adicionalmente, foi desenvolvido um modelo de RLM para verificar a contribuição de cada um desses parâmetros na variação da Perf200m. O nível de significância foi determinado para $p \leq .05$.

RESULTADOS

O valor médio de Perf200m foi de 117.02 ± 3.41 s. A Tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas para as variáveis antropométricas, bioenergéticas e biomecânicas analisadas e a sua associação com a Perf200m. A análise correlacional demonstrou que a Perf200m neste momento específico da época se associou com a V4 ($r = -.75$, $p = .03$), $vVO_{2\text{máx}}$ ($r = -.83$, $p < .01$) e com o IN ($r = -.76$, $p = .03$).

Tabela 1

Valores descritivos dos parâmetros antropométricos, bioenergéticos e biomecânicos e sua relação com a Perf200m

Variável	M ± DP	Máximo	Mínimo	Correlação com a Perf200m
Est (m)	1.80 ± .07	1.91	1.71	-.52 (p = .18)
MC (kg)	74.8 ± 6.44	83.7	66.3	-.24 (p = .57)
Env (m)	1.87 ± .07	2.00	1.80	-.64 (p = .08)
V4 (m.s ⁻¹)	1.45 ± .05	1.50	1.37	-.75 (p = .03)
La _{pico} (mmol.L ⁻¹)	12.71 ± 2.92	18.55	9.14	.10 (p = .82)
VO ₂ máx (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	76.05 ± 6.47	86.93	67.36	-.18 (p = .69)
vVO ₂ máx (m.s ⁻¹)	1.58 ± .05	1.64	1.53	-.83 (p < .01)
E _{tot} (ml/kg/min)	91.73 ± 8.93	101.74	76.72	-.29 (p = .49)
C (J.kg ⁻¹ .m ⁻¹)	18.07 ± 1.64	20.02	16.01	-.19 (p = .65)
FG (Hz)	.67 ± .04	.72	.62	.05 (p = .91)
DC (m)	2.56 ± .15	2.84	2.36	-.55 (p = .16)
IN (m ² .c ⁻¹ .s ⁻¹)	4.37 ± .34	4.97	3.98	-.76 (p = .03)
ηp (%)	40.05 ± 2.57	44.71	37.04	-.43 (p = .29)

Tabela 2

Sumário do modelo incluído na regressão linear passo-a-passo (backward), para os preditores da Perf200m dentro dos 3 domínios analisados

Domínio	Variável	R ²	R ² ajust.	t	p	Beta	F	p
Antropométrico	Est	.16	.02	4.44	< .01	-.401	(1,6) = 1.15	.33
	MC	.05	.02	7.33	< .01	-.048	(1,6) = .01	.91
	Env	.49	.24	4.84	< .01	-.490	(1,6) = 1.90	.22
Bioenergético	V4	.92	.84	13.02	< .01	-.915	(1,6) = 30.9	< .01
	La-pico	.33	.11	19.11	< .01	.325	(1,6) = .71	.43
	VO ₂ máx	.22	.05	7.87	< .01	-.220	(1,6) = .32	.59
	vVO ₂ máx	.84	.71	8.36	< .01	-.841	(1,6) = 14.4	< .01
	Etot	.26	.07	9.11	< .01	-.263	(1,6) = .44	.53
	C	.22	.05	8.30	< .01	-.215	(1,6) = .29	.61
Biomecânico	FG	.05	.00	4.59	< .01	-.052	(1,6) = .02	.90
	DC	.45	.21	6.84	< .01	-.453	(1,6) = 1.55	.26
	IN	.72	.52	11.92	< .01	-.720	(1,6) = 6.46	.04
	np	.25	.06	6.20	< .01	-.254	(1,6) = .41	.54
3 Domínios	Env-V4-IN	.90	.83	9.33	< .01	-.099	(3,4) = 12.0	.02
	V4-IN	.896	.85	14.48	< .01	-.75	(2,5) = 21.4	< .01

A Tabela 2 apresenta as potenciais relações das variáveis analisadas com base nos modelos de regressão. A regressão linear simples indicou a Env ($R^2 = .24$, $p = .22$), a V4 ($R^2 = .75$; $p < .01$) e o IN ($R^2 = .52$; $p = .04$) como os melhores preditores dentro de cada domínio

analisado. A introdução destes parâmetros no modelo de regressão linear múltipla indicou que os mesmos explicam 90% da variação da Perf200m, onde a V4 se assume como o parâmetro mais determinante (83.7%), seguido do IN (5.9%) e da envergadura (.4%).

DISCUSSÃO

O objectivo do presente estudo foi determinar o contributo de factores antropométricos, bioenergéticos e biomecânicos para a performance de nadadores de elite no pico de forma da época de Verão. Constatou-se que a V4 se assume como a variável com maior capacidade preditiva da Perf200m neste momento específico da época. Adicionalmente o contributo de outros regimes energéticos traduzidos pela vVO_2 máx e dos factores biomecânicos, mais precisamente do IN, não é de negligenciar.

Os resultados demonstraram que nenhum dos parâmetros antropométricos analisados apresentou uma relação significativa com a Perf200m. Sendo a amostra composta por nadadores de elite em estado adulto, é natural que desde cedo tenha ocorrido, ainda que indirectamente, um processo de identificação e selecção de talentos, onde estas características são tomadas em consideração. Como tal, é de esperar uma certa homogenia antropométrica no grupo de nadadores de elite estudados, retirando alguma importância a este domínio na variação da Perf200m numa perspectiva inter-individual, qualquer que seja o momento da época em questão.

Relativamente aos parâmetros bioenergéticos a V4 e a vVO_2 máx associaram-se significativamente com a Perf200m. Semelhante resultado já tinha sido observado para a V4 durante o pico de forma na época Inverno (Costa, Bragada, Mejias, Morais et al., 2011). Contudo, nesse estudo não foi incluída a vVO_2 máx como variável. Uma forte associação foi anteriormente reportada para a vVO_2 máx em provas de semelhante exigência energética como sejam os 400 m crol (Ribeiro et al., 1990). A literatura tem sugerido que esforços entre os 30 s e os 4 min requerem a contribuição da capacidade aeróbia e anaeróbia do nadador (Troup, 1991). Um estudo recente atribuiu 66% e 34% de contributo aeróbio e anaeróbio, respectivamente, para a prova de 200m crol (Figueiredo, Zamparo, Sousa, Vilas-Boas, & Fernandes, 2011). Dado que a V4 e a

vVO_2 máx tem sido apontadas como indicadores de capacidade aeróbia (Ribeiro et al., 1990; Zoeller et al., 2000) e potência aeróbia respectivamente, é expectável que ambos possuam uma forte associação com a Perf200m ao longo de toda a época desportiva. Esperava-se adicionalmente que existisse alguma associação por parte de outros indicadores que traduzem a capacidade anaeróbia do nadador (e.g., La_{pico}^-). Melhorias na Perf200m de nadadores de elite na fase terminal da época competitiva deveram-se, em parte, ao incremento no volume de treino sobre regimes de incidência anaeróbia (Costa, Bragada, Mejias, Louro et al., 2011). Contudo, a associação esperada entre Perf200m e indicadores anaeróbios não se veio a constatar no presente estudo. Isto poderá dever-se às características particulares destes nadadores em “requererem” um maior contributo da capacidade aeróbia para a Perf200m. Este facto poderá estar relacionado com as metodologias de treino adoptadas ao longo da época em estudo.

No que toca aos parâmetros biomecânicos, apenas o IN se correlacionou significativamente com a Perf200m. Numa abordagem semelhante mas num período distinto da época, apenas valores próximos do valor de corte para a definição de significância estatística foram observados para este parâmetro (Costa, Bragada, Mejias, Morais et al., 2011). Nos meses iniciais da época desportiva a periodização privilegia essencialmente elevados volumes com o intuito de promover incrementos na capacidade aeróbia do nadador (Costill et al., 1991). Focados nesse aspecto geralmente os treinadores ficam aquém do trabalho técnico. Desta forma o aperfeiçoamento do nado é conseguido muito lentamente, atingindo o seu padrão técnico maximal na fase terminal da época. Um estudo recente observou que melhorias na Perf200m de nadadores de elite desde a fase intermédia até ao final da época foram obtidas, em parte, pelo incremento na capacidade técnica dos nadadores, mais precisamente no IN (Costa,

Bragada, Mejias, Louro et al., 2011). No mesmo estudo o IN apresentou-se como um indicador apropriado na distinção de níveis competitivos e na monitorização da variação da performance ao longo da época (Costa, Bragada, Mejias, Louro et al., 2011). Neste sentido é de esperar que a “qualidade” técnica do nadador, expressa quantitativamente pelo IN, assuma uma maior importância à medida que a época desportiva caminha para o seu final.

Os modelos de regressão linear simples determinaram a Env, a V4 e o IN como os melhores preditores de cada domínio. Estas mesmas variáveis foram as que revelaram maior importância durante o pico de forma da época de Inverno (Costa, Bragada, Mejias, Morais et al., 2011). Este facto parece sugerir alguma consistência em termos das variáveis que mais e melhor contribuem para a prestação de nadadores de elite nos 200 m crol. Costa, Bragada, Mejias, Louro et al. (2011) observaram uma elevada estabilidade ao nível da V4 e do IN de nadadores de elite ao longo de uma época. A obtenção de um limite pré-determinado geneticamente e de um padrão técnico maximal na fase adiantada da carreira dos nadadores deste calibre, poderá estar na base da impossibilidade de promover melhorias abruptas nos diferentes parâmetros durante os vários meses de treino.

A regressão linear múltipla indicou que as mesmas três variáveis explicam 90% da Perf200m neste momento específico da época. Os mesmos indicadores tiveram um contributo preditivo mais reduzido, de 75%, para Perf200 no pico de forma da época de Inverno (Costa, Bragada, Mejias, Morais et al., 2011). Este aumento percentual revela a necessidade dos especialistas de 200 m crol demonstrarem constantemente valores elevados de capacidade aeróbia ao longo da época. Esta necessidade decorre de, por um lado ser importante esta base de resistência aeróbia no contributo para o dispêndio energético total na prova de 200 m, e por outro, auxiliar no processo de recuperação activa quer em condições de

treino, quer de competição. Simultaneamente, o modelo de regressão múltipla reforça a importância acrescida dos parâmetros técnicos no contributo para uma melhor prestação na fase de Verão. O presente estudo demonstra que alguns parâmetros que evidenciam elevada estabilidade ao longo da época podem ser usados como ferramentas de diagnóstico para a melhoria na prestação de nadadores de elite nesta prova específica.

CONCLUSÕES

Os parâmetros bioenergéticos, mais precisamente a V4, caracterizaram mais eficazmente a Perf200m neste período específico da época, seguido dos parâmetros biomecânicos e dos antropométricos. Os treinadores deverão assegurar a manutenção em níveis elevados da capacidade aeróbia dos seus nadadores, quando incidirem sobre intensidades mais específicas, como é o caso da potência aeróbia e a tolerância ao lactato. Simultaneamente deverão potencializar a capacidade técnica dada a importância acrescida que estes parâmetros assumem nesta fase determinante da época desportiva.

Agradecimentos:

Aos nadadores e treinadores pela disponibilidade em participar na recolha dos dados. De Mário J. Costa à Fundação para a Ciência e Tecnologia pela Bolsa Individual de Doutoramento (SFRH/BD/62005/2009).

REFERÊNCIAS

- Barbosa, T. M., Fernandes, R. J., Keskinen, K. L., & Vilas-Boas, J. P. (2008). The influence of stroke mechanics into energy cost of elite swimmers. *European Journal of Applied Physiology*, 103, 139-149.
- Barbosa, T. M., Bragada, J. A., Reis, V. M., Marinho, D. A., Carvalho, C., & Silva, A. J. (2010). Energetics and biomechanics as determining factors of swimming performance: Updating the state of the art. *Journal of Science and Medicine in Sports*, 13, 262-269.
- Costa, M. J., Bragada, J. A., Mejias, J. E., Morais, J. E., Marinho, D. A., Louro, H., ... Barbosa, T.

- M. (2011). Preditores antropométricos, bioenergéticos e biomecânicos dos 200 m crol no pico de forma da época de inverno. In H. Louro, D. Cobra, P. Silva & A. Costa (Eds.), *Resumos do 34º Congresso Técnico-Científico da Associação Portuguesa de Técnicos de Natação*. Ílhavo: APTN.
- Costa, M. J., Bragada, J. A., Mejias, J. E., Louro, H., Marinho, D. A., Silva, A. J., & Barbosa, T. M. (2011). Tracking the performance, energetics and biomechanics of International versus National level swimmers during a competitive season. *European Journal of Applied Physiology*, (Epub ahead of print). doi: 10.1007/s00421-011-2037-6.
- Costill, D., Kovaleski, J., Porter, D., Fielding, R., & King, D. (1985). Energy expenditure during front crawl swimming: Predicting success in middle-distance events. *International Journal of Sports Medicine*, 6, 266-270.
- Costill, D. L., Thomas, R., Robergs, R. A., Pascoe, D., Lambert, C., Barr, S., & Fink, W. J. (1991). Adaptations to swimming training: Influence of training volume. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 23, 371-377.
- Craig, A., Skehan, P., Pawelczyk, J., & Boomer, W. (1985). Velocity, stroke rate and distance per stroke during elite swimming competition. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 17, 625-634.
- di Prampero, P. E., Pendergast, D., Wilson, D., & Rennie, D. W. (1978). Blood lactic acid concentrations in high velocity swimming. In B. Eriksson & B. Furberg (Eds.), *Swimming Medicine IV* (pp. 249-261). Baltimore: University Park Press.
- Figueiredo, P., Zamparo, P., Sousa, A., Vilas-Boas, J. P., & Fernandes, R. J. (2010). An energy balance of the 200 m front crawl race. *European Journal of Applied Physiology*, 111, 767-777.
- Laffite, L. P., Vilas-Boas, J. P., Demarle, A., Silva, J., Fernandes, R., & Billat, V. (2004). Changes in physiological and stroke parameters during a maximal 400-m free swimming test in elite swimmers. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 29(Suppl.), S17-S31.
- Latt, E., Jurimae, J., Maestu, J., Purge, P., Ramson, R., Haljast, K., ... Jurimae, T. (2010). Physiological, biomechanical and anthropometrical predictors of sprint swimming performance in adolescent swimmers. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9, 398-404.
- Minetti, A. (1998). The biomechanics of skipping gaits: A third locomotion paradigm? *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 265, 1227-1235.
- Obert, P., Falgairette, G., Bedu, M., & Coudert, J. (1992). Bioenergetic characteristics of swimmers determined during an arm-ergometer test and during swimming. *International Journal of Sports Medicine*, 13, 298-303.
- Ribeiro, J. P., Cadavid, E., Baena, J., Monsalvete, E., Barna, A., & De Rose, E. H. (1990). Metabolic predictors of middle-distance swimming performance. *British Journal of Sports Medicine*, 24, 196-200.
- Saavedra, J., Escalante, Y., & Rodríguez, F. (2010). A multivariate analysis of performance in young swimmers. *Pediatric Exercise Science*, 22, 135-151.
- Troup, J. (1991) Aerobic characteristics of the four competitive strokes. In J. Troups (Ed.), *Center for Aquatic Research Annual: Studies by the International Center for Aquatic Research* (pp. 3-7). Colorado Spring: US Swimming Press.
- Vitor, M., & Böhme, M. T. (2010). Performance of young male swimmers in the 100-meters front crawl. *Pediatric Exercise Science*, 22, 278-287.
- Zamparo, P., Pendergast, D., Mollendorf, J., Termin, A., & Minetti, A. (2005). An energy balance of front crawl. *European Journal of Applied Physiology*, 94, 134-144.
- Zamparo, P. (2006). Effects of age and gender on the propelling efficiency of the arm stroke. *European Journal of Applied Physiology*, 97, 52-58.
- Zoeller, R., Nagle, E., Robertson, R., Moyna, N., MLephart, S., & Goss, F. (2000). Peak blood lactate and accumulated oxygen deficit as indices of freestyle swimming performance in trained adult female swimmers. *Journal of Swimming Research*, 14, 18-25.

Agachamento, latíssimos e supino: Qual o mais indicado para explicar a performance em nadadoras?

Squat, lat pull down and bench press: Which is the most related to female swimmers performance?

P.G. Morouço, H.P. Neiva, M.C. Marques

ARTIGO ORIGINAL | ORIGINAL ARTICLE

RESUMO

O treino de força em seco é prática usual no processo de treino dos nadadores. No entanto, a relação entre os exercícios realizados e a performance em natação é inconclusiva. O objectivo do presente estudo foi analisar possíveis relações entre parâmetros de força obtidos em três exercícios de ginásio (supino, latíssimos e agachamento) e a performance em 50 m de nado à máxima intensidade, na técnica de crol. A amostra foi constituída por 9 nadadoras com idades compreendidas entre os 14 e os 18 anos de idade. Cada sujeito efectuou um teste máximo de 50 m na técnica de crol e n repetições dos exercícios de ginásio de forma a obter a potência máxima para cada exercício. Para o efeito foi utilizado um medidor linear de posição (*T-Force*). O exercício que apresentou maior relação com a performance de nado foi o agachamento, seguido latíssimos e do supino.

Palavras-chave: treino de força, potência, crol, nadadoras

ABSTRACT

Dry-land strength training is a usual procedure in swimming training. However, the association between the performed exercises and swimming performance remains unclear. The aim of the present study was to analyze relationships between strength parameters in three gym exercises (bench press, lat pull down and squat) with a 50 m maximum intensity front crawl swimming. Nine female swimmers, with ages between 14 and 18 years of age, were evaluated. Each subject performed a maximum 50 m test in front crawl and executed n repetitions of the gym exercises to estimate the maximum power. It was assessed through a linear transducer (*T-Force*). Maximum power and mean propulsive power were taken to analysis. The exercise that presented higher association with swimming performance was the squat, followed by the lat pull down and the bench press.

Keywords: strength training, power, front crawl, female swimmers

Submetido: 01.08.2011 | Aceite: 14.09.2011

Pedro G. Morouço. Escola Superior de Educação e Ciências Sociais, Instituto Politécnico de Leiria; Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano; Departamento de Ciências do Desporto, Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal.

Henrique P. Neiva e Mário C. Marques. Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano; Departamento de Ciências do Desporto, Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal.

Endereço para correspondência: Pedro G. Morouço, Instituto Politécnico de Leiria – Centro de Investigação em Motricidade Humana, Campus 1 - Rua Dr. João Soares - Apartado 4045, 2411-901 Leiria - Portugal.

E-mail: pedro.morouco@ipleiria.pt

A melhoria da performance desportiva só pode ser alcançada com um processo de treino mais específico e rigoroso. Relativamente à especificidade, os movimentos utilizados em treino, tanto em água como em seco, devem apresentar parâmetros biomecânicos similares aos utilizados em competição. É nesse sentido que as ciências do desporto têm desempenhado especial destaque, uma vez que primam por encontrar relações entre os exercícios de treino e a performance desportiva (Toussaint, 2006).

O treino de força tem mostrado ser um importante complemento para o fenómeno multi-factorial de incremento da performance desportiva em diversas modalidades, incluindo a natação (Barbosa et al., 2010; Tanaka, Costill, Thomas, Fink, & Widrick, 1993). O efeito positivo do treino de força, no que concerne à natação, permanece inconclusivo, uma vez que diferentes metodologias empregues, assim como os diferentes tipos de amostra, têm promovido resultados díspares. Embora a literatura especializada tenha descrito um conjunto de relações entre a performance de nado livre e o desempenho em exercícios de força em seco (Hawley, Williams, Vickovic, & Handcock, 1992; Johnson, Sharp, & Hendrick., 1993), as relações com diferentes exercícios tradicionais de força permanece elusiva.

Assim, identificar a transferência do treino de força em seco por nadadores, para a performance desportiva, parece-nos ser de primordial importância, assim como o seu enquadramento para diferentes faixas etárias (Faigenbaum, 2000). De facto, também em adolescentes, i.e., antes da fase de máximo rendimento, parece ser relevante efectuar o enquadramento das necessidades físicas que uma modalidade exige, de forma a permitir uma mais adequada preparação desportiva a longo prazo. Para além deste facto, devemos ainda salientar que os estudos realizados com populações jovens são escassos, mormente no sexo feminino.

Johnson et al. (1993) apontam que apenas os testes realizados em água se relacionam com o nado livre. Estes autores utilizaram para o efeito as medições (e.g. supino) de 1 repetição máxima (RM), que consideramos estar mais relacionada com a força máxima do que com a força de potência. Desta forma, também se revela escassa a literatura que foque a sua atenção na importância da força máxima e/ou força de potência para a performance de nado.

Tendo em consideração a importância que é reconhecida ao trabalho de força, consideramos escassa a literatura que dê suporte a esta temática e que permita os treinadores delinear a periodização no seu trabalho. A heterogeneidade de amostras, acompanhada de diferentes metodologias, não permite a comparação entre resultados e não torna claras as linhas orientadoras para os responsáveis pelo processo de treino. Assim, o presente estudo pretendeu verificar a existência de relações significativas entre parâmetros de produção de força em 3 exercícios de ginásio: supino, agachamento e latíssimos; com a performance em nado livre – 50 m crol.

MÉTODO

Amostra

A amostra foi constituída por 9 nadadoras, que se voluntariaram para o presente estudo. Os elementos da amostra reuniam um valor médio de 6.1 ± 1.7 anos de experiência, treinando entre 5 a 8 vezes por semana.

Foi obtida autorização pelos pais das nadadoras e todos os procedimentos estão de acordo com a Declaração de Helsínquia no que diz respeito aos estudos com seres humanos. O comité de ética da instituição de investigação aprovou todos os procedimentos experimentais. Os valores médios ($\pm DP$), para as principais características físicas dos sujeitos estão apresentados na Tabela 1. A massa corporal e percentagem de massa gorda foram estimadas com recurso a um método de análise de bioimpedância eléctrica (Tanita BC 420S MA, Japan).

Tabela 1
Valores médios \pm DP das principais características físicas dos sujeitos

Variável	Raparigas (n = 9)
Idade (anos)	15.7 \pm 1.50
Massa corporal (kg)	55.4 \pm 6.09
Estatura (cm)	161.6 \pm 7.15
Massa Gorda (%)	23.5 \pm 3.93

Instrumentos e Procedimentos

Os testes de água foram implementados numa piscina interior de 50 m, com uma temperatura de água de 27.5°C. A colecta de dados foi realizada uma semana após a competição mais relevante da segunda metade da época desportiva (Campeonatos Nacionais). O procedimento experimental consistiu na realização, após aquecimento de 800 m a baixa intensidade, de 50 m à velocidade máxima da nadadora, na técnica de crol, com partida dentro de água e ao sinal sonoro (apito).

Os testes de força foram realizados após 5 min de bicicleta ergométrica a um ritmo leve e 5 min de alongamentos articulares. No dia 1, utilizando um sistema de medição dinâmico (*T-Force System*, Ergotech, Murcia, Spain), cada sujeito realizou n repetições (com um intervalo de 5 min entre repetições) da fase concêntrica de supino. A carga inicial foi de 10 kg e gradualmente foi-se aplicando incrementos de 10 ou 5 kg até que a velocidade média propulsiva (VMP) fosse inferior a .6 m.s⁻¹. Após 30 min de repouso com recuperação activa, as nadadoras replicaram a metodologia para o exercício de agachamento, até a VMP ser inferior a .9 m.s⁻¹. Uma *Smith Machine* foi utilizada de forma a assegurar a horizontalidade da barra durante toda a execução dos movimentos. No dia 2, foi utilizada metodologia similar para o exercício de puxada à nuca, até a VMP ser inferior a .6 m.s⁻¹. Uma descrição detalhada do aparelho de medição utilizado foi recentemente apresentada (Medina & Badillo, 2011). Para todas as repetições a técnica de execução foi avaliada, de forma a garantir que apenas as executadas de forma apropriada fossem tratadas.

Do sistema dinâmico de medição, os dados foram guardados no computador para análise subsequente. Foi obtido o valor de potência máxima (PM) e de potência média da fase propulsiva do movimento (PMP) em cada exercício, para cada carga e para cada nadadora. Dos valores obtidos foi seleccionado o valor máximo absoluto, independentemente da carga.

Análise Estatística

A assumpção de normalidade dos dados foi verificada com o teste de Shapiro-Wilk, antecedendo a análise descritiva. A estatística descritiva (média \pm DP) foi calculada recorrendo aos métodos standards. O coeficiente de correlação de Pearson (*r*) foi calculado para verificar relações entre variáveis. Adicionalmente, a análise de regressão linear permitiu estimar o coeficiente de determinação (*r*²). O nível de significância estatística foi estabelecido para *p* \leq .05.

RESULTADOS

Na Tabela 2 são apresentados os valores médios (\pm DP) dos valores de PM e PMP para cada exercício de ginásio, e os tempos obtidos após realização dos 50 m à velocidade máxima na técnica de crol (t50).

Tabela 2
Valores médios \pm DP das variáveis em estudo

	Variável	Raparigas (n = 9)
Supino	PMP (W)	127.2 \pm 29.65
	PM (W)	233.5 \pm 59.94
Puxada à nuca	PMP (W)	209.3 \pm 35.91
	PM (W)	346.4 \pm 66.60
Agachamento	PMP (W)	260.1 \pm 81.77
	PM (W)	632.9 \pm 213.64
	t50 (s)	33.1 \pm 2.50

Nota: PM – Potência Média, PMP – Potência Média Propulsiva

A Tabela 3 apresenta os coeficientes de correlação (*r*) entre a performance nos testes de nado livre e os valores de potência obtidos nos testes de ginásio.

Tabela 3
Valores de coeficiente de correlação entre a performance de nado e os exercícios de ginásio

	Variável	t(50)
Supino	PMP (W)	-.64
	PM (W)	-.74*
Puxada à nuca	PMP (W)	-.69*
	PM (W)	-.71*
Agachamento	PMP (W)	-.85**
	PM (W)	-.94**

Nota: PM – Potência Média, PMP – Potência Média Propulsiva; * $p < .05$, ** $p < .01$

Foram obtidas relações significativas entre variáveis, sendo as mais representativas apresentadas na Figura 1.

DISCUSSÃO

Com o presente estudo pretendeu-se analisar o nível de associação entre a potência desenvolvida em exercícios típicos de força (supino, latissimo e agachamento) e a performance em nado livre (50 m máximo na técnica de crol). A potência máxima desenvolvida durante a fase concêntrica foi o parâmetro que apresentou coeficientes de correlação mais elevados, apresentando valores mais elevados no agachamento, seguido do latissimo.

Os estudos de Johnson et al. (1993) reportam que os valores de força medidos em

seco não influenciavam a performance em nado crol ($r = .55$). No entanto, estes autores utilizaram o teste de 1 RM no exercício de supino, que tem uma maior relação com o trabalho de força máxima e não com a força explosiva (Badillo & Medina, 2010). Ainda de referir que a amostra do estudo supracitado era bastante heterogénea com um espectro de idades bastante alargado. Contrariando estes dados, Crowe, Babington, Tanner, e Stager (1999) identificaram relações significativas entre a performance de nado e o latissimo, para os sujeitos avaliados do sexo feminino. Recentemente, estudos realizados por Garrido et al. (2010) com nadadores jovens obtiveram relações significativas entre 1 RM no supino e a performance de nado para distâncias curtas (25 e 50 m). Os resultados antagónicos apresentados na literatura demonstram que ainda não está esclarecido o papel da força e/ou potência desenvolvida em seco, para a produção de força exercida na água e, consequentemente, na performance de nado. Os avanços nesta área poderão clarificar a importância da potência muscular para a performance de nado. Esta constatação reflecte-se pela interferência que a velocidade de execução dos exercícios de ginásio, com diferentes cargas apresenta no treino de força (Badillo & Medina, 2010).

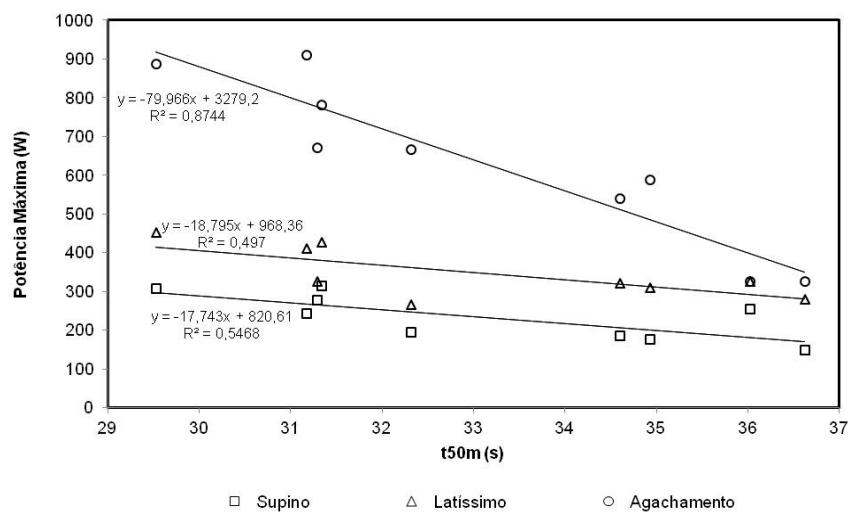


Figura 1. Representação gráfica das relações entre a potência máxima (de cada exercício) e a performance em nado livre. São apresentadas as equações das regressões lineares com valor estatisticamente significativo.

Os exercícios de supino e latíssimos envolvem essencialmente a musculatura da secção superior do corpo. Desta forma, era expectável que a potência desenvolvida nestes testes apresentasse correlações significativas com a performance de nado em crol, uma vez que os membros superiores são os principais responsáveis pela propulsão do nadador. Essas correlações foram verificadas para o latíssimo e supino (apenas para a potência máxima). Estes dados parecem demonstrar que a metodologia utilizada é mais específica para a estimação de parâmetros de produção de força, do que recorrendo aos testes isocinéticos ou isométricos (Marques, Van den Tillaar, Vescovi, & Badillo, 2008).

CONCLUSÕES

Foram verificadas relações significativas entre os parâmetros analisados e a performance, nomeadamente com os exercícios de agachamento e do latíssimo. O avanço de estudos nesta área parece ser de elevado interesse, tendo em consideração que quanto menor a distância de nado, maior o papel desempenhado pelo desenvolvimento de força muscular (Morouço, Keskinen, Vilas-Boas, & Fernandes, 2011; Stager & Coyle, 2005). Numa perspectiva futura consideramos que a identificação de curvas individuais de potência – carga, poderá ser instrumento de planificação da carga adequada para desenvolvimento de força de potência, força máxima e força de resistência.

Agradecimentos:

Os autores gostariam de agradecer a todas nadadoras que participaram no estudo. O Governo Português apoiou este trabalho com a concessão duma bolsa de Doutoramento pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (SFRH/BD/66910/2009). Este estudo foi também apoiado pela Universidade da Beira Interior (UBI/FCSH/Santander/2010).


REFERÊNCIAS

- Badillo, J. J., & Medina, L. (2010). Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *International Journal of Sports Medicine*, 31(5), 347-352.
- Barbosa, T. M., Bragada, J., Reis, V., Marinho, D., Carvalho, C., & Silva, A. J. (2010). Energetics and biomechanics as determining factors of swimming performance: Updating the state of the art. *Journal of Science and Medicine in Sports*, 13, 262-269.
- Crowe, S. E., Babington, J. P., Tanner, D. A., & Stager, J. M. (1999). The relationship of strength to dryland power, swimming power, and swimming performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31(5), S255.
- Faigenbaum, A. D. (2000). Strength training for children and adolescents. *Clinics in Sports Medicine*, 19(4), 593-619.
- Garrido, N., Marinho, D. A., Barbosa, T. M., Costa, A. M., Silva, A. J., Pérez-Turpin, J. A., & Marques, M. C. (2010). Relationships between dry land strength, power variables and short sprint performance in young competitive swimmers. *Journal of Human Sport & Exercise*, 5(2), 240-249.
- Hawley, J. A., Williams, M. M., Vickovic, M. M., & Handcock, P. J. (1992). Muscle power predicts freestyle swimming performance. *British Journal of Sports Medicine*, 26(3), 151-155.
- Johnson, R. E., Sharp, R. L., & Hendrick, M. S. (1993). Relationship of swimming power and dryland power to sprint freestyle performance: A multiple regression approach. *Journal of Swimming Research*, 9, 10-14.
- Marques, M. C., Van den Tillaar, R., Vescovi, J. D., & Badillo, J. J. (2008). Changes in strength and power performance in elite senior female professional volleyball players during the in-season: A case study. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 20, 563-571.
- Medina, L., & Badillo, J. J. (2011). Velocity loss and an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(9), 1725-1734.
- Morouço, P., Keskinen, K. L., Vilas-Boas, J. P., & Fernandes, R. J. (2011). Relationship between tethered forces and the four swimming techniques performance. *Journal of Applied Biomechanics*, 27(2), 161-169.
- Stager, J. M., & Coyle, M. A. (2005). Energy Systems. In J. Stager & D. Tanner (Eds.), *Swimming: Handbook of sports medicine and science* (pp. 1-19). Massachusetts: Blackwell Science.

Tanaka, H., Costill, D. L., Thomas, R., Fink, W. J., & Widrick, J. J. (1993). Dry-land resistance training for competitive swimming. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 25, 952-959.

Toussaint, H. M. (2006). Analysis of front-crawl swimming performance factors using the MAD-

system: Science meets practice. In P. Hellard, M. Sidney, C. Fauquet, & D. Lehénaff (Eds.), *Proceedings of the first international symposium sciences and practices in swimming* (pp. 51-57). France: Atlantica.

 Todo o conteúdo da revista **Motricidade** está licenciado sob a [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/), excepto quando especificado em contrário e nos conteúdos retirados de outras fontes bibliográficas.

The effect of 6 months of whole body vibration training on strength in postmenopausal women

O efeito de 6 meses de treino de vibração em todo o corpo na força em mulheres na pós-menopausa

R. van den Tillaar

ARTIGO ORIGINAL | ORIGINAL ARTICLE

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the effect of whole body vibration (WBV) training in postmenopausal women on strength. One hundred and ten postmenopausal women (age 61.5 ± 6.3 years, mass 69.1 ± 11.0 kg, height $1.67 \pm .05$ m) participated in this study. Isometric strength and dynamic strength of the knee extensors and flexors was tested as peak force before, after 3 months and after 6 months of WBV training. After the pre-test, two groups trained WBV training. The first group ($n = 31$) trained on a vibration platform that only conducted horizontal vibrations (WBV group_{hor}), while the second group ($n = 67$) trained on a reciprocative vibration (WBV group_{rec}). The third group was a control group ($n = 12$) that did not train WBV. Each training group trained 3 times per week, eight times one minute squatting per session on their respective platform. Both training groups increased their peak force significantly in knee flexion (9.6%) and extension (9.2%) and in the isometric strength (15.7%) of the knee extensors while the control group had no significant increase in strength after the training period. In the WBV group_{hor} the increase was mostly shown in the first three months, while the isometric strength still significantly increased from month three to six (4.3%) in the WBV group_{rec}. It was concluded that both types of WBV training can help menopausal women with increasing their leg strength.

Keywords: vibration training, isometrics, isokinetic, osteoporosis

RESUMO

Este estudo pretendeu examinar os efeitos do treino de vibração (Tvb) em mulheres pós-menopáusicas sobre a manifestação de força. Participaram neste estudo 110 mulheres pós-menopáusicas (idade 61.5 ± 6.3 anos, massa 69.1 ± 11.0 kg, altura $1.67 \pm .05$ m). Foi avaliada a força isométrica e dinâmica dos extensores e flexores do joelho, tal como o pico de força antes, após 3 meses e no final de 6 meses de treino Tvb. Após o pré-teste, a amostra foi dividida três grupos. O primeiro grupo ($n = 31$) realizou, numa plataforma vibratória, apenas vibrações horizontais (VCI grupo_{hor}), enquanto o segundo grupo ($n = 67$) realizou vibrações recíprocas (VCI grupo_{rec}). O terceiro grupo serviu como meio de controlo ($n = 12$). Cada um grupo dos grupos experimentais realizou 3 sessões semanais, com sessões de 8 minutos na plataforma vibratória. Ambos os grupos de treino aumentaram significativamente a força máxima na flexão (9.6%) e extensão do joelho (9.2%), a força isométrica (15.7%) dos extensores do joelho, enquanto o grupo de controlo não sofreu qualquer alteração de força após o período de treino. No grupo_{hor}, o aumento foi essencialmente percebido nos primeiros três meses, enquanto no VCI grupo_{rec} a força isométrica aumentou apenas significativamente a partir do mês 3-6 (4.3%). Concluiu-se que ambos os tipos de Tvb podem ajudar as mulheres na menopausa no aumento da força do trem inferior.

Palavras-chave: treino de vibração, isométricos, isocinético, osteoporose

Submetido: 01.08.2011 | Aceite: 14.09.2011

Roland van den Tillaar. Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano, Portugal;
Department of Teacher Education and Sports of Sogn and Fjordane University College, Norway.
Endereço para correspondência: Roland van den Tillaar, Department of Teacher Education and Sports, Sogn and Fjordane University College, Stedjeåsen 22, 6856 Sogndal, Norway.
E-mail: info@movementimprovement.no

As the world population is getting older and older, occurrences of osteoporosis and osteoporotic fracture are an increasingly important public health problem (Kannus, Parkkari, & Niemi, 1995). Norway is one of the countries that have a high occurrence of osteoporosis when compared with the rest of the world. Muscle strength and the ability of the lower extremity muscles to develop force rapidly have been found to be the most common risk factors for falls and hip fractures in older adults (American Geriatrics Society, 2001; Runge, Rehfeld, & Resnick, 2000). Therefore, the prevention of age-related strength loss and muscle atrophy is a public health issue (Frontera, Hughes, Lutz, & Evans, 1991; Hughes et al., 2001).

The last decade whole-body-vibration (WBV) training has been promoted as an efficient alternative for resistance training. Subjects use little time on the WBV training sessions (10-20 minutes) with similar strength increase as in one hour of resistance training (Roelants, Delecluse, Goris, & Verschueren, 2004). In WBV training, the subject stands or moves on a platform that generates a mechanical stimulus characterized by an oscillatory motion. The biomechanical parameters can be given in terms of frequency, amplitude and magnitude. The amplitude of the vibration is the extent of the oscillatory motion (peak-to-peak displacement in mm). The repetition rate of the cycles of oscillation determines the frequency of the vibration (measured in Hz). The acceleration determines the magnitude of the vibration. The vibrations can be given reciprocating vertical displacements in the left and right side of a fulcrum (Rees, Murphy, & Watsford, 2007), the whole plate oscillating uniformly up and down vertically (Machano, Garcia-Lopez, Gonzalez-Gallego, & Garatachea, 2010; Raimundo, Gusi, & Tomas-Carus, 2009; Verschueren et al, 2004) or horizontally (Pel et al., 2009) at frequencies varying from 5 Hz and 50 Hz.

Earlier studies of WBV training on long term effect in strength in older women are

limited. Rees et al (2007) found already an increase of 8% in knee extension strength after just 8 weeks of WBV training. Machano et al. (2010) found that after 10 weeks of WBV training the maximal isometric strength increased with 38%. Studies over longer training periods showed some contradictory results. Roelants, Delecluse and Verschueren (2004) and Verschueren et al (2004) showed that 24 weeks and 6 months of WBV training induced isometric and dynamic knee extensor strength gains (15-16%) in postmenopausal women. However, Raimundo et al. (2009) did not find any significant changes after 8 months of WBV training on the dynamic strength of the lower limb. Verschueren et al (2011) found that after 6 months of WBV training dynamic strength improved, but isometric strength did not change. However, in a similar study of Bogaerts et al (2011) it was shown that maximal isometric knee extension strength improved. These differences can be explained by the different training protocols and vibration devices used.

Most of the earlier studies used a plate oscillating uniformly up and down vertically (Bogaerts et al., 2011; Machano et al., 2010; Raimundo et al. 2009; Roelants et al., 2004a; Verschueren et al., 2011). Only Rees et al (2007) used a reciprocating WBV plate, while Abercromby et al. (2007a) found that training with the same load the health risk with up-and-down vibration plates are much higher than when using a reciprocative vibration platform). Furthermore, they concluded that the neuromuscular activity of the leg muscles with training on a reciprocative vibration platform was higher than during training on an up-and-down vibration platform (Abercromby et al., 2007b). However, to the best of our knowledge, no prior study has to date measured the effect of a WBV device that only vibrated in horizontal direction on strength. Mostly reasoning of not using these last type of WBV devices is that it does not induces vertical accelerations that are transmitted to the body. Thereby the leg muscles will not be

activated and stimulated to damp these accelerations (Nigg & Wakeling, 2001). Pel et al (2009) found that this type of vibration platforms would have mostly transmission of acceleration to the lower legs and not higher up in the body.

Therefore, the aim of this study was to investigate the effect of two different types of vibration training upon the maximal static and dynamic strength of the knee flexors and extensors in postmenopausal women. It was hypothesized that both WBV training groups would increase strength in the leg muscles due to the extra workload the muscles get through the training program compared to the control group. However, it was also expected that the reciprocal WBV training group would increase their strength the most since the vibration stimulus is vertical to the body and has to be damped by different muscles around the joints of the under extremity (Nigg & Wakeling, 2001). Thereby a higher muscle activity during training is expected, while in horizontal WBV training these vertical accelerations almost not exist and therefore do not have a large impact on the muscles.

METHODS

Subjects

Hundred-ten postmenopausal women (age 61.5 ± 6.3 yr, body mass 69.1 ± 11 kg, height $1.67 \pm .05$ m) participated in this study. Assessment of eligibility for participation was based on a screening by questionnaire and a thorough medical examination. Women were non-institutionalized, and free from diseases or medications known to affect bone metabolism or muscle strength. Their last menstruation was at least five years ago to be included in the present study.

The subjects were fully informed about the protocol before participating in this study. Informed consent was obtained prior to all testing from all subjects, in accordance with the approval of local ethical committee and current ethical standards in sports and exercise research.

Procedures

After a standardized warm up in which the subjects had to cycle upon an ergometer cycle for 5 minutes the maximal isokinetic strength of the extension and flexion of the knee was measured. The strength was recorded on a motor-driven dynamometer (kin com model 125AP, Isokinetic International, TN, USA) unilaterally on the right side in a seated position on a backward-inclined (12°) chair. Firstly the subjects performed a series of three isokinetic extension-flexion movements against the lever arm of the dynamometer that moved at a velocity of $100^\circ/\text{s}$ separated by a 1-minute rest interval. The knee extension was initiated at a joint angle of 90° and ended at 160° (Roelants et al. 2004a). Following each extension, the leg was returned with maximal effort back to the starting position (knee flexion). The knee was extended and flexed twice in every series. The peak torque (Nm) in the knee extension and flexion recorded at each series was determined as maximal isokinetic strength. After the isokinetic trials the maximal voluntary isometric ($0^\circ/\text{s}$) torque (Nm) of the knee extensors at a knee joint angle of 130° was measured three times (Roelants et al, 2004a). The highest peak torque from the three attempts was used for further analysis. The isometric strength and dynamic strength was evaluated at baseline and after three and six months.

After the pre-test, two groups trained WBV training. The first group ($n = 67$) trained on a reciprocal vibration platform (Galileo 2000, Novotec Medical GmbH, Pforzheim, Germany) (WBV group_{rec}), while the second group ($n = 31$; WBV group_{hor}) trained on a vibration platform that only conducted horizontal vibrations (Nordic Vibroplate II, Nordic Fitness AS, Drammen, Norway). The third group was a control group ($n = 12$) that did not train WBV. Each training group trained 3 times per week on their respective platform. The training load was low at the beginning (4×1 minute of training per session) but progressed slowly to 8×1 minute of vibration

training according to the overload principle. The intensity increased by using different frequencies, starting from a static position with bended knees to squatting on the platform and by changing the positions of the feet on the reciprocal WBV platform (Fig. 1). The pause between each training minute was approximately (Table 1 and 2 for the detailed training programs on the WBV platforms).

Control subjects were instructed to maintain their current level of physical activity during the study and not to engage in any new form of exercise. All the subjects completed a questionnaire detailing their physical activity at the beginning of the study and at monthly intervals thereafter.

Statistical Analysis

A oneway ANOVA was performed on the anthropometrics and the maximal peak force

for each exercise of the different groups at the pre test. To compare the effects of the training protocols, a mixed design 3 (test occasion: pre, 3 months, 6 months: repeated measures) × 3 (group: WBV group_{hor}, WBV group_{rec}, control group) analysis of variance (ANOVA) for each exercise was used. A post hoc test using Bonferroni probability adjustments was used to locate significant differences. The test-retest reliability calculated at the pre-test (3 attempts per test) as indicated by intra-class correlations (ICC) was .96 for isokinetic extension, .95 for the isokinetic flexion of the knee and .98 for isometric condition. Effect size was evaluated with η^2_p (Eta partial squared) where $.01 < \eta^2 < .06$ constitutes as a small effect, a medium effect and when $.06 < \eta^2 < .14$ and a large effect when $\eta^2 > .14$ (Cohen, 1988). The effect size and statistical power are presented in Table 4. The level of significance was set at $p \leq .05$.

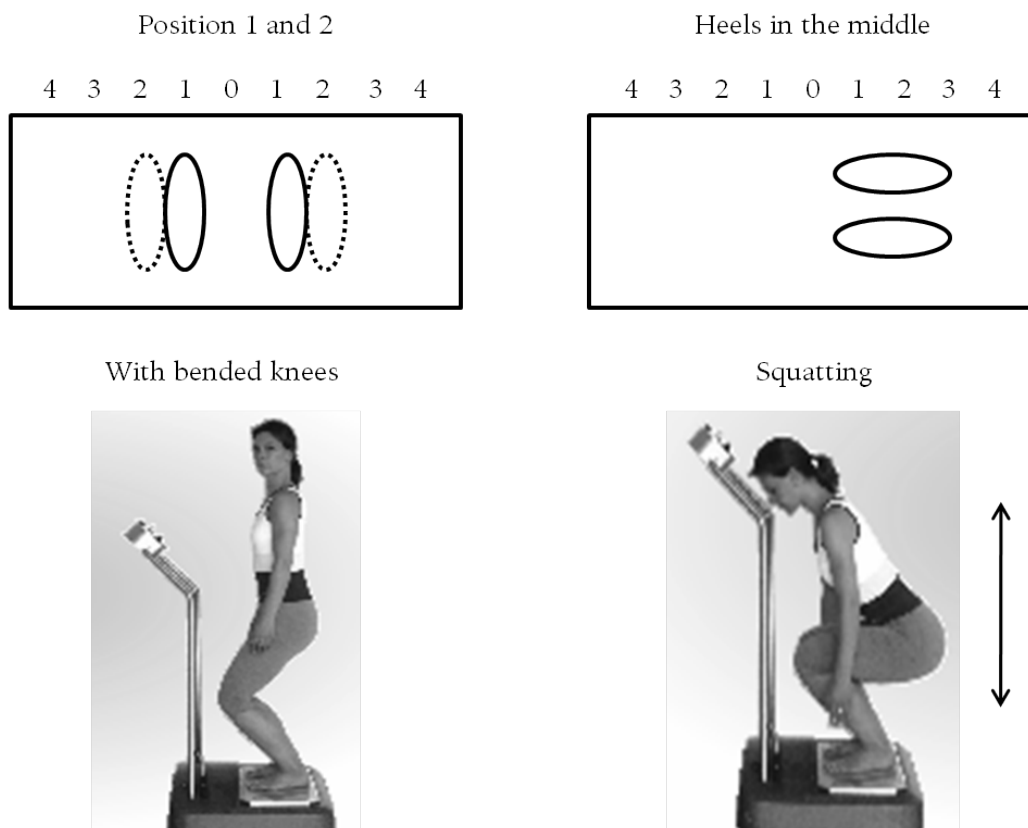


Figure 1. The different positions on the vibration platforms

Table 1

Training program on the reciprocal vibration platform

Week	Program on reciprocal vibration platform
1+2	1 min 5 Hz, 3 × 1 min 12.5 Hz with bended knees on position 1
3+4	1 min 5 Hz, 3 × 1 min 12.5 Hz, 1 min 18 Hz with bended knees on position
5+6	1 min 5 Hz, 3 × 1 min 12.5 Hz, 1 min 18 Hz, 1 min 22 Hz bended knees on position
7+8	1 min 5 Hz, 3 × 1 min 12.5 Hz, 2 × 1 min 18 Hz , 1 min 22 Hz bended knees on position 1
9+10	1 min 5 Hz, 2 × 1 min 12.5 Hz, 2 × 1 min 18 Hz, 2 × 1 min 22 Hz bended knees on position 1
11+12	1 min 6 Hz , 2 × 1min 12.5 Hz, 2 × 1min 18 Hz all with bended knees, 2 × 1 min 22 Hz squatting all on position 1
13+14	1 min 6 Hz with bended knees, 2 × 1min 12.5 Hz squatting , 2 × 1min 18 Hz, bended knees on position 1, 2 × 1 min 22 Hz squatting all on position 1
15+16	1 min 6 Hz with bended knees, 2 × 1min 12.5 Hz squatting, 2 × 1min 18 Hz squatting , 2 × 1 min 22 Hz squatting all on position 1, 1 min 5 Hz with heels in the middle
17+18	1 min 6 Hz with bended knees, 2 × 1min 12.5 Hz squatting, 2 × 1min 18 Hz squatting, 2 × 1 min 22 Hz squatting all on position 2, 1 min 5 Hz with heels in the middle
19+20	1 min 6 Hz with bended knees, 2 × 1min 12.5 Hz squatting, 2 × 1min 18 Hz squatting, 2 × 1 min 23 Hz squatting all on position 2, 1 min 5 Hz with heels in the middle
21+22	1 min 6 Hz with bended knees, 2 × 1min 14 Hz squatting, 2 × 1min 18 Hz squatting, 2 × 1 min 24 Hz squatting all on position 2, 1 min 5 Hz with heels in the middle
23+24	1 min 6 Hz with bended knees, 2 × 1min 14 Hz squatting, 2 × 1min 18 Hz squatting, 2 × 1 min 25 Hz squatting all on position 2, 1 min 5 Hz with heels in the middle
25+26	1 min 6 Hz with bended knees, 2 × 1min 14 Hz squatting, 2 × 1min 18 Hz squatting, 2 × 1 min 26 Hz squatting all on position 2, 1 min 5 Hz with heels in the middle

Note: Changes in the program from week to week are shown in bold; Rest between every training minute was approximately 1 minute; Test after week thirteen and twenty six.

Table 2

Training program on the horizontal vibration platform

Week	Program on horizontal vibration platform
1+2	1 min 20 Hz (1), 3 × 1 min 30 Hz (6) all with bended knees
3+4	1 min 20 Hz (1), 3 × 1 min 30 Hz (6), 1 min 35 Hz (8.5) all with bended knees
5+6	1 min 20 Hz (1), 3 × 1 min 30 Hz (6), 1 min 35 Hz (8.5), 1 min 40 Hz (11) all with bended knees
7+8	1 min 20 Hz (1), 3 × 1 min 30 Hz (6), 2 × 1 min 35 Hz (8.5) , 1 min 40 Hz (11) all with bended knees
9+10	1 min 20 Hz (1), 2 × 1 min 30 Hz (6), 2 × 1 min 35 Hz (8.5), 2 × 1 min 40 Hz (11) all with bended knees
11+12	1 min 20 Hz (1) with bended knees, 2 × 1min 30 Hz (6), 2 × 1min, 35 Hz (8.5) all with bended knees, 2 × 1min 40 Hz (11) squatting
13+14	1 min 20 Hz (1) with bended knees, 2 × 1min 30 Hz (6) squatting , 2 × 1min 35 Hz (8.5) with bended knees, 2 × 1min 40 Hz (11) squatting
15+16	2 min 20 Hz (1) with bended knees, 2 × 1min 30 Hz (6) squatting, 2 × 1min 35 Hz (8.5) squatting , 2 × 1min 40 Hz (11) squatting
17+18	2 min 20 Hz (1) with bended knees, 2 × 1min 30 Hz (6) squatting, 2 × 1min 35 Hz (8.5) squatting, 2 × 1min 40 Hz (11) squatting
19+20	2 min 20 Hz (1) with bended knees, 2 × 1min 30 Hz (6) squatting, 2 × 1min 35 Hz (8.5) squatting, 2 × 1min 41 Hz (11.5) squatting
21+22	2 min 20 Hz (1) with bended knees, 2 × 1min 32 Hz (7) , squatting, 2 × 1min 35 Hz (8.5) squatting, 2 × 1min 42 Hz (12) squatting
23+24	2 min 20 Hz (1) with bended knees, 2 × 1min 32 Hz (7), squatting, 2 × 1min 35 Hz (8.5) squatting, 2 × 1min 43 Hz (12.5) squatting
25+26	2 min 20 Hz (1) with bended knees, 2 × 1min 32 Hz (7), squatting, 2 × 1min 35 Hz (8.5) squatting, 2 × 1min 44 Hz (13) squatting

Note: Changes in the program from week to week are shown in bold; Rest between every training minute was approximately 1 minute; Test after week thirteen and twenty six; () is the intensity on the platform shown from 1 to 15 with correspond with a vibration of 20 to 50 Hz.

RESULTS

At the pre-test no significant difference between the three groups were found in the parameters age, weight and height (Table 3; $F \leq 2.1$, $p \geq .12$). Furthermore, no significant differences were found at the pre-test between the three groups for the maximal peak forces in the isometric situation ($F = 1.6$, $p = .20$) and the isokinetic extension ($F = 2.1$, $p = .12$) and flexion ($F = 1.6$, $p = .21$) of the knee (see Table 3).

For the dynamic strength (isokinetic extension and flexion) no significant increase was observed after 6 months of training (Table 4). However, a training x group interaction was found for the peak force of the isokinetic extension parameter, which showed that the control group had another development of peak force compared to the other two groups (Table 4; Fig. 2). Pos hoc comparison showed that both WBV training groups increased their peak force in extension and flexion the first 3 months (Fig. 2), while the control group did not change their peak force during the whole training period (Fig. 2).

The isometric strength was increased significantly after 6 month for the whole group (Table 4). However, pos hoc comparison showed that both WBV training groups had a significant increase in peak force with no

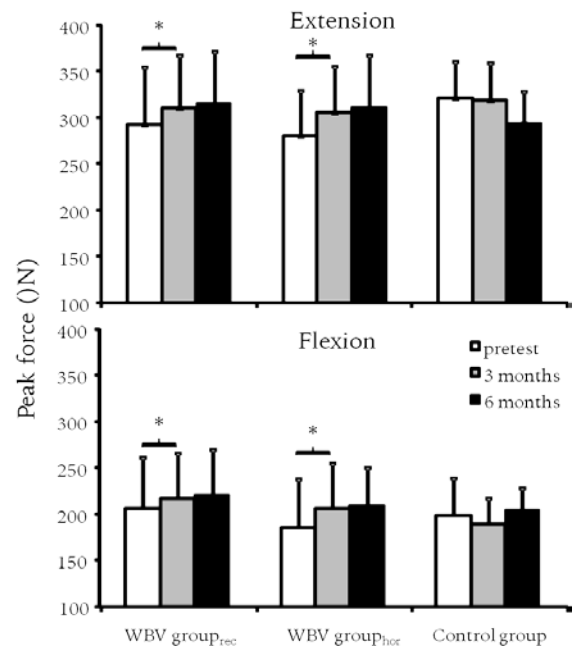


Figure 2. Mean (SD) peak force during isokinetic extension and flexion of the knee averaged per group at the pre-test, after 3 months and after 6 months of training

significant difference between the groups ($p > .05$), while the control group did not have any significant changes (Fig. 3). In both WBV training groups also the gain in isometric strength (15.7 %) was significantly higher ($p < .001$) compared to the gain in isokinetic strength (9.4%).

Table 3

Anthropometrics and maximal peak force of all groups at the pre-test (Mean \pm SD)

Group	WBV group _{rec} <i>n</i> = 67	WBV group _{hor} <i>n</i> = 31	Control group <i>n</i> = 12
Weight (kg)	70.2 \pm 11.8	65.7 \pm 7.1	71.8 \pm 14.3
Height (m)	1.68 \pm .06	1.66 \pm .06	1.67 \pm .04
Age (yr)	62.2 \pm 5.5	60.7 \pm 8.1	59.8 \pm 4.0
Peak force extension (N)	293.0 \pm 62.4	280.7 \pm 49.2	320.9 \pm 40.7
Peak force flexion (N)	206.3 \pm 54.8	185.7 \pm 52.8	198.1 \pm 41.6
Peak force isometric (N)	410.9 \pm 97.1	380.5 \pm 90.5	429.7 \pm 64.4

Table 4

Statistical analysis of the effect of WBV training on isokinetic and isometric strength of the knee on all subject data combined

Parameter	Training effect				Effect between groups		
	% Change (95% CI)	<i>p</i>	Effect size	Statistical Power	<i>p</i>	Effect size	Statistical Power
Isokinetic extension	3.1 (-2.9 to 9.1)	.176	.019	.365	.028	.057	.755
Isokinetic flexion	6.4 (-1.4 to 14.1)	.074	.028	.520	.331	.025	.359
Isometric extension	9.1 (2.0 to 16.2)	<.001	.096	.980	.109	.040	.571

Note: Overall effect is based on the ANOVA's main training effect and effect between groups on training x group interaction

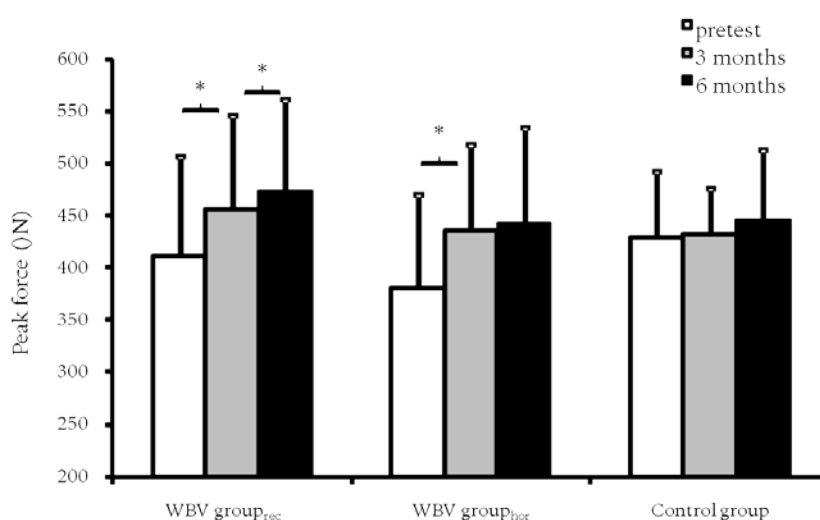


Figure 3. Mean (SD) peak force during isometric extension of the knee (50° flexion) averaged per group at the pre-test, after 3 months and after 6 months of training

DISCUSSION

This study investigated the long-term effects on strength of WBV training on two different types of platforms in postmenopausal women. Both WBV training groups demonstrated an increase in their dynamic and static strength in the knee extensors and flexors after three months of training. The additional improvement from three to six months of training was small. Between the two WBV training groups no significant differences were found indicating that both types of WBV training result in strength gains in the knee extensors and flexors.

The increase of leg strength in the present study was in line with the findings in earlier

studies of Verschueren et al. (2004), Bogaerts et al (2011) and Verschueren et al (2011). The development of the strength gain from the first three months to the second three months was similar to what Roelants et al (2004a) found: a high increase followed by a small strength gain, while the control group did not show any strength gains (Fig. 2 and 3). These earlier studies used a vertical inducing WBV platform, while we used two other types of platforms (WBV_{hor}, WBV_{rec}). Rees et al (2007) used the same platform as we did in their study and found already an increase of 8% after just 8 weeks of training in knee extension strength, while we reported this strength gain (8%) after six months of training. The differences

between our study with Rees et al (2007) was that they used only 26 Hz of frequency and a higher amplitude (5-8 mm), while we used different frequencies (5-6, 12-14, 18, 22-26 Hz) and a lower amplitude (2-4mm). Therefore, the gain in our study occurred after a longer training period. However, we used different frequencies and smaller amplitudes to train also other body properties like balance, blood circulation and bone density (Rittweger, 2010).

In our study both WBV training groups showed a similar strength gain in the knee extensors and flexors after three and six months of WBV training (Fig. 2 and 3) indicated that both types of WBV training are equally effective to gain knee strength in postmenopausal women. This is one of the first studies that investigated the effect of horizontally induced WBV training on strength in postmenopausal women. It was expected that this type of WBV training would be less affected than reciprocal WBV training due to the minimal vertical accelerations of the WBV device upon the body. However, it seems that also these horizontally vibrations stimulate muscle activity and thereby strength. As Pel et al. (2009) showed was the transmission of the vibration in percentage higher in the ankle, knee and hip with the use of the horizontally induced WBV platform, which indicates that this type of vibration also can have cause a reaction of the muscles as shown in our study by increased leg strength. As Pel et al. (2009) stated that the use of short training sessions with horizontally induced WBV devices is more safely to the human body due to the small vertical accelerations.

Some limitations of the present study were that the WBV training consisted of mainly two components: the vibration stimulus and the specific exercises performed on the platform. Although WBV training is reported to facilitate strength gains, it must be acknowledged that the exercises performed on the platform, can also contribute to the improvements in strength, particularly in older adults. However,

in the present study most strength gain occurred in the first three months in which the participants most of the time only stood on the platform. Only two weeks for the 3 months test they started with squatting on the platform. Furthermore, the participants had all ready a very high level of leg strength at the pre-test compared to a similar study on older women of Verschueren et al. (2004); 292 N vs. 81 N in isokinetic knee extension strength and 404 N vs. 113 N in isometric strength. In addition, Delecluse, Roelants, and Verschueren (2003) found in a placebo-controlled study that the strength gains were provoked by the WBV stimuli and not the squatting exercise. Another limitation is that the WBV training groups had an additional workload 3 times per week, compared with the control group. However, all three groups were besides WBV training very active in their leisure time. The monthly questionnaire showed that on average mostly all participants were 3 times per week for one hour at the time moderately active. Mainly walking in the hills and mountains was the activity the participants reported and sometimes also dance and circuit training. The activity level of the participants besides the WBV training did not change during the experiment indicating that the difference in strength must be the result of WBV training.

In the present study only the effect of a half-year of reciprocally and horizontally induced WBV training upon the isokinetic and isometric strength in postmenopausal women was investigated. More studies with these types of WBV training and with also other parameters that influences osteoporosis like balance and bone density should be conducted before it can be stated that this type of WBV training would have a positive effect upon osteoporosis in older women.

CONCLUSIONS

Based on the results of the present study it was concluded that both horizontal and reciprocal induced whole body vibration training can help postmenopausal women with

increasing their leg strength. It can be said that both types of WBV training are a suitable and efficient strength training method for postmenopausal women.


Acknowledgement:

The author acknowledges the Norwegian Women's Public Health Association and the Norwegian Osteoporosis Association for their financial support in this study.

REFERENCES

- Abercromby, A. F., Amonette, W. E., Layne, B. K., McFarlin, M. R., Hinman, W. H., & Paloski, H. (2007a). Vibration exposure and biodynamic responses during whole-body vibration training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39, 794-1800.
- Abercromby, A. F., Amonette, W. E., Layne, B. K., McFarlin, M. R., Hinman, W. H., & Paloski, H. (2007b). Variation in neuromuscular responses during acute whole-body vibration exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39, 1642-1650.
- American Geriatrics Society (2001). British geriatrics society American academy of orthopaedic surgeons' panel on falls prevention guideline for the prevention of falls in older persons. *Journal of American Geriatric Society*, 49, 664-672.
- Bogaerts, A., Delecluse, C., Boonen, S., Claessens, A. L., Milisen, K., & Verschueren, S. (2011). Changes in balance, functional performance and fall risk following whole body vibration training and vitamin D supplementation in institutionalized elderly women: A 6 month randomized controlled trial, *Gait & Posture*, 33(3), 466-472.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Delecluse, C., Roelants, M., & Verschueren, S. (2003). Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(6), 1033-1041.
- Frontera W. R., Hughes, V. A., Lutz K. J., & Evans W. J. (1991). A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78-yr-old men and women. *Journal of Applied Physiology*, 71, 644-650.
- Hughes, V. A., Frontera, W. R., Wood, M., Evans, W. J., Dallal, G. E., Roubenoff, R., & Fiatarone Singh, M. A. (2001). Longitudinal muscle strength changes in the elderly: Influence of health, physical activity and body composition. *Journal of Gerontology*, 56, 209-217.
- Kannus, P., Parkkari, J., & Niemi, S. (1995). Age-adjusted incidence of hip fractures. *Lancet*, 346, 50-51.
- Machado, A., Garcia-Lopez, D., Gonzalez-Gallego, J., & Garatachea, N. (2010). Whole-body vibration training increases muscle strength and mass in older women: a randomized-controlled trial. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20, 200-207.
- Nigg, B. M., & Wakeling, J. M. (2001). Impact forces and muscle tuning: A new paradigm. *Exercise & Sports Science Review*, 29, 37-41.
- Pel, J. J., Bagheri, J., Van Dam, L. M., Van Den Berg-Emons, H. J., Horemans, H. L., Stam, H. J., & Van Der Steen, J. (2009). Platform accelerations of three different whole-body vibration devices and the transmission of vertical vibrations to the lower limbs. *Medical Engineering & Physics*, 31(8), 937-944.
- Raimundo, A. M., Gusi, N., & Tomas-Carus, P. (2009). Fitness efficacy of vibratory exercise compared to walking in postmenopausal women. *European Journal of Applied Physiology*, 106(5), 741-748.
- Rees, S., Murphy, A., & Watsford, M. (2007). Effects of vibration exercise on muscle performance and mobility in an older population. *Journal of Aging and Physical Activity*, 15, 367-381.
- Rittweger, J. (2010). Vibration as an exercise modality: How it may work, and what its potential might be. *European Journal of Applied Physiology*, 108(5), 877-904.
- Roelants, M., Delecluse, C., Goris, M., & Verschueren, S. (2004a). Effects of 24 weeks of whole body vibration training on body composition and muscle strength in untrained females. *International Journal of Sports Medicine*, 25(1), 1-5.
- Roelants, M., Delecluse, C., & Verschueren, S. M. (2004b). Whole-body-vibration training increases knee-extension strength and speed of movement in older women. *Journal of American Geriatric Society*, 52(6), 901-908.

- Runge, M., Rehfeld, G., & Resnick, E. (2000). Balance training and exercise in geriatric patients. *Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions*, 1(1), 61-65.
- Verschueren, S. M., Bogaerts, A., Delecluse, C., Claessens, A. L., Haentjens, P., Vanderschueren, D., & Boonen, S. (2011). The effects of whole-body vibration training and vitamin D supplementation on muscle strength, muscle mass, and bone density in institutionalized elderly women: A 6-month randomized, controlled trial. *Journal of Bone and Mineral Research*, 26(1), 42-49.
- Verschueren, S. M., Roelants, M., Delecluse, C., Swinnen, C., Vanderschueren, D., & Boonen, S. (2004). Effect of 6-month whole body vibration training on hip density, muscle strength, and postural control in postmenopausal women: A randomized controlled pilot study. *Journal of Bone and Mineral Research*, 19, 352-359.

 Todo o conteúdo da revista **Motricidade** está licenciado sob a [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/), excepto quando especificado em contrário e nos conteúdos retirados de outras fontes bibliográficas.

Prescrição de exercício para a saúde: Caracterização do dispêndio energético da marcha e da corrida

Exercise prescription for health: Characterization of energy expenditure of walking and running

R. Mendes, P.M. Silva, V.M. Reis

ARTIGO ORIGINAL | ORIGINAL ARTICLE

RESUMO

A marcha e a corrida são dos modos de exercício mais recomendados no contexto da promoção da saúde. Este trabalho teve por objetivo determinar o dispêndio energético da marcha a 5.8 km/h e da corrida a 8.4 km/h assim como caracterizar a sua intensidade. Trinta e oito jovens adultos (22.39 ± 2.63 anos) do sexo masculino foram submetidos a 2 períodos de 5 minutos de deslocamento em tapete rolante horizontal: 5.8 e 8.4 km/h. O consumo de oxigénio foi monitorizado continuamente através de um analisador portátil de gases respiratórios e foram calculados o dispêndio energético (kcal/min) e os equivalentes metabólicos (METs). Os resultados indicaram um dispêndio energético de 6.91 ± 1.03 kcal/min e uma intensidade de $5.42 \pm .77$ METs para a marcha e um dispêndio energético de 11.37 ± 1.93 kcal/min e uma intensidade de 8.92 ± 1.46 METs para a corrida. Foram também reveladas diferenças significativas no dispêndio energético entre a marcha e a corrida ($t = -23.85, p < .001$). A marcha a 5.8 km/h e a corrida a 8.4 km/h podem ser prescritas como modos de exercício eficazes para o cumprimento das recomendações mínimas de atividade física associadas a benefícios para a saúde.

Palavras-chave: exercício, atividade física; dispêndio energético; marcha; corrida

ABSTRACT

Walking and running are the most recommended exercises in the context of health promotion. This work aimed to determine energy expenditure of walking at 5.8 km/h and running at 8.4 km/h, and also characterize its intensity. Thirty-eight young male adults (22.39 ± 2.63 years) underwent two periods of 5 minutes of treadmill horizontal displacement: 5.8 and 8.4 km/h. Oxygen consumption was monitored continuously through a portable respiratory gas analyzer in order to calculate energy expenditure (kcal/min) and metabolic equivalents (METs). The results showed an energy expenditure of 6.91 ± 3.1 kcal/min and an intensity of $5.42 \pm .77$ METs for walking and an energy expenditure of 11.37 ± 1.93 kcal/min and an intensity of 8.92 ± 1.46 METs for running. Data also revealed significant differences in energy expenditure between walking and running ($t = -23.85, p < .001$). Walking at 5.8 km/h and running at 8.4 km/h can be prescribed as exercises to the achievement of the minimum recommendations for physical activity associated with health benefits.

Keywords: exercise, physical activity, energy expenditure, walking, running

Submetido: 15.08.2011 | Aceite: 10.09.2011

Romeu Mendes e Victor Machado Reis. Departamento de Ciências do Desporto, Exercício e Saúde da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro; Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano, Vila Real, Portugal.

Pedro Miguel Silva. Faculdade de Desporto da Universidade do Porto; Centro de Investigação, Formação, Intervenção e Inovação em Desporto, Porto, Portugal.

Endereço para correspondência: Romeu Mendes, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Parque Desportivo da UTAD, Apartado 1013, 5000-801 Vila Real, Portugal.

E-mail: romeuardemendes@gmail.com

A inatividade física foi identificada como o quarto principal fator de risco para a mortalidade global, logo após a pressão arterial elevada, o consumo de tabaco e os níveis elevados de glicose sanguínea (World Health Organization, 2009). Os níveis de inatividade física estão a aumentar, especialmente nos países desenvolvidos, com grandes implicações na saúde global e na prevalência de doenças não transmissíveis como as doenças cardiovasculares, diabetes e cancro (Andersen et al., 2009). Estão bem documentados os benefícios da atividade física e do exercício regular na redução do risco de doenças das artérias coronárias, acidentes vasculares cerebrais, diabetes, hipertensão, cancro do cólon e cancro da mama (World Health Organization, 2010). Na população geral o volume mínimo de atividade física necessário para atingir benefícios significativos para saúde representa cerca de 1000 kcal despendidas por semana (Garber et al., 2011). Se o objetivo for perder peso, o dispêndio energético semanal em atividade física aumenta para as 2000 kcal (Donnelly et al., 2009). Para maximizar os benefícios, estes volumes de atividade física devem ser distribuídos pela maior parte dos dias da semana e devem ser atingidos pela realização de exercício aeróbio de intensidade moderada ou vigorosa, ou por uma combinação de ambas (Haskell et al., 2007). Para prescrever exercício de forma efetiva parece ser assim importante conhecer e controlar o dispêndio energético e a intensidade dos exercícios e atividades propostas, especialmente em programas de controlo de peso (Hall, Figueroa, Fernhall, & Kanaley, 2004). A marcha e a corrida são dos modos de exercício mais recomendados no contexto da promoção da saúde devido à sua simplicidade técnica, baixo custo, por serem facilmente aceites pela população em geral e por utilizarem grandes grupos musculares, o que resulta num aumento do dispêndio energético (Thompson, Gordon, & Pescatello, 2010). No entanto, está bem estabelecido que a velocidade possui uma influência considerável sobre o dispêndio

energético e sobre a intensidade da marcha e da corrida (Greiwe & Kohrt, 2000). Este trabalho teve por objetivo determinar o dispêndio energético da marcha a 5.8 km/h e da corrida a 8.4 km/h em tapete rolante horizontal, assim como caracterizar a sua intensidade e calcular o volume total de atividade necessário para se cumprirem as recomendações mínimas de atividade física associadas a benefícios para a saúde.

MÉTODO

Amostra

Participaram neste estudo 38 jovens adultos (22.39 ± 2.63 anos) do sexo masculino, voluntários, fisicamente ativos [pontuação do *International Physical Activity Questionnaire* ≥ 600 MET-min por semana (Bauman et al., 2009)], aparentemente saudáveis e sem contra-indicações para a prática de exercício. A massa corporal, a estatura, o índice de massa corporal e a massa gorda [determinada através de um protocolo de 3 pregas cutâneas – peito, abdómen e coxa (Jackson & Pollock, 1985)] eram de, respectivamente: 73.67 ± 11.35 kg, $1.75 \pm .08$ m, 24.09 ± 3.26 kg/m² e $10.20 \pm 4.69\%$. Todos os participantes foram esclarecidos sobre os objetivos e o protocolo experimental deste estudo e assinaram um consentimento livre e informado.

Instrumentos e Procedimentos

O protocolo experimental foi realizado no Laboratório de Fisiologia do Esforço do Departamento de Ciências do Desporto, Exercício e Saúde, da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (Vila Real, Portugal) com uma temperatura entre 16 a 20 °C e uma humidade entre 50 a 55%. Foi pedido aos sujeitos que não realizassem esforços intensos durante os três dias anteriores.

Durante todo o protocolo, os gases respiratórios foram analisados com um analisador portátil de gases Cosmed K4b2. O consumo de oxigénio (VO₂) foi determinado em ml/kg/min e registado em intervalos de 20 segundos. Antes de cada sessão de recolha de

dados foram seguidos todos os procedimentos de calibração do analisador de gases, após 45 minutos de aquecimento do aparelho, na seguinte ordem: calibração do ar ambiente; calibração do gás de referência (16% de oxigênio e 5% de dióxido de carbono); calibração do tempo de transição do gás; calibração do fluxómetro com uma seringa de 3000 mL.

Cada indivíduo foi submetido a dois períodos de 5 minutos de deslocamento em tapete rolante horizontal a diferentes velocidades: 5.8 km/h (marcha) e 8.4 km/h (corrida). O tempo de recuperação entre os 2 períodos de exercício foi determinado de forma individual e baseado nas medições do VO_2 durante a recuperação. Os sujeitos podiam avançar para o segundo período quando a diferença para o VO_2 observado no início do primeiro período era inferior a 2 ml/kg/min, ao longo de 1 minuto (Reis, Van den Tillaar, & Marques, 2011).

Tratamento dos dados

Para o tratamento dos dados recolhidos pelo analisador de gases respiratórios foi utilizado o software do Cosmed K4b2 versão 7.4b. Foi utilizada a média do VO_2 dos últimos 2 minutos de cada período de 5 minutos. O dispêndio energético por minuto foi calculado em kilocalorias tendo em conta que há um gasto calórico aproximado de 5 kcal para cada litro de oxigênio consumido (McArdle, Katch, & Katch, 2009). Foram ainda calculados os equivalentes metabólicos (METs) tendo em conta que 1 MET corresponde a 3.5 ml/kg/min de oxigênio consumido (McArdle et al., 2009).

Foi realizado um teste t de Student para amostras emparelhadas no sentido de averiguar a existência de diferenças no dispêndio energético entre os dois níveis de velocidade de deslocamento – marcha e corrida. Sendo $n > 30$, assumiu-se a existência de normalidade assintótica. O valor de prova foi definido em 5%. Os dados foram analisados com o software SPSS 19.0. Os resultados são apresentados em médias \pm desvios padrão.

RESULTADOS

O VO_2 da marcha foi 18.96 ± 2.68 ml/kg/min, o dispêndio energético de 6.91 ± 1.03 kcal/min e a intensidade de $5.42 \pm .77$ METs. O VO_2 da corrida foi 31.23 ± 5.10 ml/kg/min, o dispêndio energético de 11.37 ± 1.93 kcal/min e a intensidade de 8.92 ± 1.46 METs. De acordo com estes dados, para se obter um dispêndio energético de 1000 kcal semanais na amostra estudada, são necessários cerca de 145 minutos de marcha a 5.8 km/h ou cerca de 88 minutos de corrida a 8.4 km/h. O resultado do teste t de Student para amostras emparelhadas traduziu diferenças significativas no dispêndio energético entre a marcha e a corrida ($t = -23.85$, $p < .001$). A diferença média registada entre a marcha e a corrida foi de 4.46 kcal/min com um intervalo de confiança de 95% de $[-4.84, -4.08]$. Esta tendência pode ser constatada no diagrama de extremos e quartis representado na Figura 1.

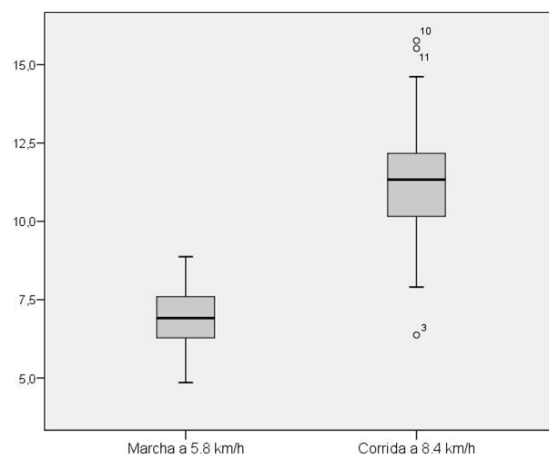


Figura 1. Diagrama de extremos e quartis do dispêndio energético (kcal/min) da marcha e da corrida

DISCUSSÃO

As recomendações atuais (Haskell et al., 2007; World Health Organization, 2010) indicam que para promover e manter a saúde, todos os indivíduos necessitam de acumular, no mínimo, 150 minutos por semana de atividade física aeróbia de intensidade moderada, distribuídos pela maior parte dos

dias da semana ou, em alternativa, acumular, no mínimo, 75 minutos de atividade física de intensidade vigorosa. A atividade física de intensidade moderada é definida como a que produz um dispêndio energético entre 3.0 e 5.9 METs e a atividade física vigorosa 6.0 ou mais METs (Haskell et al., 2007). Podem ser realizadas combinações de atividades de intensidade moderada e vigorosa para cumprir estas recomendações, realizadas de forma contínua, ou acumulada ao longo do dia em frações de, pelo menos, 10 minutos, de forma a despendar um total mínimo de 1000 kcal por semana (Garber et al., 2011).

De acordo com os resultados deste estudo, a marcha a uma velocidade de 5.8 km/h, parece ser um exercício aeróbio de intensidade moderada ($5.42 \pm .77$ METs) e o objetivo de 1000 kcal semanais poderá ser atingido com apenas 145 minutos acumulados (6.91 ± 1.03 kcal/min). A corrida a uma velocidade de 8.4 km/h parece ser claramente um exercício de intensidade vigorosa (8.92 ± 1.46 METs) e um dispêndio energético de 1000 kcal poderá ser atingido com cerca de 88 minutos semanais (11.37 ± 1.93 kcal/min). Estes valores estão muito próximos dos valores recomendados de 150 e 75 minutos de atividade moderada e vigorosa, respectivamente.

A análise dos resultados revelou também que a corrida a 8.4 km/h proporciona um dispêndio energético significativamente superior à marcha a 5.8 km/h. A corrida depende mais 4.46 kcal/min do que a marcha, às referidas velocidades. Quando o objetivo da prescrição de exercício é o dispêndio de um volume elevado de energia (como no controlo de peso) a corrida poderá ser o modo de exercício mais efetivo, desde que não existam contra-indicações. Os resultados do presente estudo estão de acordo com resultados de outros estudos que analisaram o dispêndio energético da marcha e da corrida, embora a diferentes velocidades e em diferentes populações (Anjos, Wahrlich, Bossan, Salies, & Silva, 2008; Ford et al., 2010; Greiwe & Kohrt, 2000; Hall, et al., 2004).

CONCLUSÕES

A marcha a 5.8 km/h e a corrida a 8.4 km/h revelaram-se modos de exercício eficazes para o cumprimento das recomendações mínimas de atividade física associadas a benefícios para a saúde, em jovens adultos do sexo masculino. A corrida a 8.4 km/h proporcionou um dispêndio energético significativamente superior à marcha a 5.8 km/h e pode ser considerado um modo efetivo de exercício quando se pretendem despendar elevados volumes de energia, como nos programas de controlo de peso.

REFERÊNCIAS

- Andersen, L., Anderssen, S., Bachl, N., Banzer, W., Brage, S., & Brettschneider, W. (2009). *Orientações da União Europeia para a actividade física: Políticas recomendadas para a promoção da saúde e do bem-estar*. Lisboa: Instituto do Desporto de Portugal.
- Anjos, L. A., Wahrlich, V., Bossan, F. M., Salies, M. N., & Silva, P. B. (2008). Energy expenditure of walking at different intensities in Brazilian college women. *Clinical Nutrition*, 27(1), 121-125. doi: 10.1016/j.clnu.2007.09.007
- Bauman, A., Bull, F., Chey, T., Craig, C. L., Ainsworth, B. E., & Sallis, J. F. (2009). The international prevalence study on physical activity: Results from 20 countries. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 6(1). doi: 10.1186/1479-5868-6-21
- Donnelly, J. E., Blair, S. N., Jakicic, J. M., Manore, M. M., Rankin, J. W., & Smith, B. K. (2009). American College of Sports Medicine position stand: Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(2), 459-471. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181949333
- Ford, P., Bailey, R., Coleman, D., Stretch, D., Winter, E., & Woolf-May, K. (2010). Energy expenditure and perceived effort during brisk walking and running in 8- to 10-year-old children. *Pediatric Exercise Science*, 22(4), 569-580.
- Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., & Lee, I.-M. (2011). Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in

- apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(7), 1334-1359. doi: 10.1249/MSS.0b013e318213fefb
- Greiwe, J. S., & Kohrt, W. M. (2000). Energy expenditure during walking and jogging. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 40(4), 297-302.
- Hall, C., Figueroa, A., Fernhall, B., & Kanaley, J. A. (2004). Energy expenditure of walking and running: comparison with prediction equations. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(12), 2128-2134. doi: 10.1249/01.MSS.0000147584.87788.0E
- Haskell, W. L., Lee, I. M., Pate, R. R., Powell, K. E., Blair, S. N., & Franklin, B. A. (2007). Physical activity and public health: Updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*, 116(9), 1081-1093. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.185649
- Jackson, A., & Pollock, M. (1985). Practical assessment of body composition. *Physician and Sportsmedicine*, 13(3), 76-90.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2009). *Exercise physiology: Nutrition, energy, and human performance* (7th ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Reis, V. M., Van den Tillaar, R., & Marques, M. C. (2011). Higher precision of heart rate compared with VO₂ to predict exercise intensity in endurance-trained runners. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10, 164-168.
- Thompson, W. R., Gordon, N. F., & Pescatello, L. S. (Eds.). (2010). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (8th ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- World Health Organization (2009). *Global health risks: Mortality and burden of disease attributable to selected major risks*. Geneva: WHO Press.
- World Health Organization (2010). *Global recommendations on physical activity for health*. Geneva: WHO Press.



O efeito da profundidade no arrasto hidrodinâmico durante o deslize em natação

The effect of depth on hydrodynamic drag during the gliding in swimming

R.J. Ramos, V.R. Mantha, M.L. Novais, A.I. Rouboa, A.J. Silva, D.A. Marinho

ARTIGO ORIGINAL | ORIGINAL ARTICLE

RESUMO

O objectivo do presente estudo é analisar o efeito da profundidade na variação do coeficiente de arrasto, durante a fase de deslize subaquático passivo, após as partidas e viragens. Para esta análise, foi utilizada a metodologia de Dinâmica Computacional de Fluidos, através do software ANSYS® FLUENT®, tendo sido modelado um modelo tridimensional real de um nadador de elite na posição hidrodinâmica fundamental. Este modelo foi obtido através de uma TAC completa do corpo. As simulações foram efectuadas para as profundidades de 0, .25, .50, .75 e 1.0 m, com três velocidades: 1.5, 2.0 e 2.5 m/s. Os resultados obtidos revelaram que o coeficiente de arrasto diminuiu à medida que a profundidade aumentou, havendo uma tendência para a estabilização deste valor após os .75 m de profundidade. Contudo, a 0 m de profundidade, o valor do coeficiente de arrasto é menor do que a 1 m de profundidade. Verificou-se também que um aumento da velocidade levou a uma diminuição do coeficiente de arrasto. Estes dados parecem sugerir que a selecção da profundidade adequada para a realização do deslize subaquático deve ser uma preocupação central dos nadadores e treinadores.

Palavras-chave: forças, simulação numérica, modelo, partidas, viragens

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze the effect of depth on the hydrodynamic drag coefficient during the passive underwater gliding after starts and turns. For this analysis, it was used the methodology of Computational Fluid Dynamics, through the software ANSYS® FLUENT®. A real three-dimensional model of an elite swimmer in the streamlined position was modeled. This model was obtained through a computerized axial tomography of the full body. The simulations were conducted for depths of 0, .25, .50, .75 and 1.0 m, with three different speeds: 1.5, 2.0 and 2.5 m/s. The results showed that drag coefficient decreased as depth increased, with a trend toward stabilization of this value after .75 m deep. However, at 0 m depth, the value of drag coefficient is lower than at 1 m deep. There was also a decrease in drag coefficient due to speed increase. These data seem to suggest that the selection of the appropriate depth during the gliding phase should be a main concern of swimmers and coaches.

Keywords: forces, numerical simulation, model, starts, turns

Submetido: 15.07.2011 | Aceite: 15.08.2011

Rui J. Ramos e Daniel A. Marinho. Departamento de Ciências do Desporto da Universidade da Beira Interior, Covilhã; Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano, Vila Real, Portugal.
Vishveshwar R. Mantha, M. Luísa Novais, Abel I. Rouboa e António J. Silva. Departamento de Ciências do Desporto, Exercício e Saúde, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro; Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano, Vila Real, Portugal.
Endereço para correspondência: Rui J. Ramos, Departamento de Ciências do Desporto, Universidade da Beira Interior, Rua Marquês de Ávila e Bolama, 6201-001 Covilhã - Portugal.
E-mail: ruiamos.net@gmail.com

Em natação pura desportiva o tempo total de nado é composto pelo somatório de três parciais: tempo de partida, tempo de nado e tempo de viragem (Guimarães & Hay, 1985). Podemos assim verificar que o deslize subaquático após as partidas e viragens assume uma elevada influência no rendimento final de uma prova de natação (Vilas-Boas et al., 2010). Desta forma, o estudo do escoamento do fluido existente em redor do nadador durante as duas fases referidas (partidas e viragens) parece ser importante para que possa haver uma melhoria na performance. Relativamente às partidas, mas, com aplicação também nas viragens, alguns autores (Cossor & Mason, 2001; Vilas-Boas, Cruz, Sousa, Conceição, & Carvalho, 2000) sugerem mesmo que, mais importante do que a posição de partida adoptada pelo nadador, é o seu alinhamento corporal na fase de deslize que vai determinar o sucesso na partida.

Para permitir uma melhor performance, o nadador deverá minimizar o arrasto hidrodinâmico (não sendo excepção, as fases de partida e viragem) devendo adoptar uma posição o mais hidrodinâmica possível (Barbosa, Keskinen, & Vilas-Boas, 2006). Tratando-se de um meio aquático, encontraremos três tipos de forças de arrasto hidrodinâmico (D), as quais se caracterizam por se oporem ao movimento do nadador: i) arrasto de fricção, ii) arrasto de forma ou pressão, e iii) arrasto de onda (Polidori, Taiar, Fohanno, Mai, & Lodini, 2006; Toussaint et al., 2002).

Vários autores (Lyttle, Blanksby, Elliot, & Lloyd, 2000; Marinho et al., 2009) sugerem que uma forma de minimizar o arrasto hidrodinâmico passa por aumentar a profundidade do deslize subaquático, uma vez que a contribuição da componente de arrasto de onda parece diminuir quando os nadadores efectuem o seu deslocamento a maiores profundidades. A determinação do arrasto passivo durante o movimento subaquático em posição hidrodinâmica foi efectuada, recorrendo a métodos experimentais, por

alguns investigadores como Clarys e Jiskoot (1975), Kolmogorov e Duplishcheva (1992) e Lyttle, Blanksby, Elliot e Lloyd (1999). Mais recentemente, outros, como Vennell, Pease e Wilson (2006), concluíram que para profundidades menores que .7 m o arrasto produzido pode ser 2.4 vezes superior do que para profundidades maiores que .7 m, sugerindo também que o arrasto de onda produzido é responsável por 50-60% do arrasto total. No entanto, existe ainda a necessidade de se estudar este facto, não só porque existem poucos estudos realizados, como também devido à variabilidade nos resultados obtidos pelos diferentes autores, revelando também algumas das dificuldades envolvidas na realização de tais protocolos experimentais (Bixler, Pease & Fairhurst, 2007).

Na procura de soluções para este tipo de estudos, Bixler e Schloder (1996) mostraram que a aplicação de técnicas numéricas, de dinâmica computacional de fluidos (DCF), em natação, podia ser uma alternativa aos estudos experimentais. Esta técnica de simulação numérica é actualmente uma das melhores ferramentas no campo da engenharia biomecânica (Marinho, Barbosa et al., 2010). Esta ferramenta possibilita a simulação computacional do comportamento de fluidos, analisando e resolvendo problemas em que estes estão envolvidos. A possibilidade de obtenção de dados, não havendo necessidade de executar testes utilizando seres humanos, é uma enorme mais-valia, não só em termos de custos associados, como também em termos de eficiência de tempo, dado que, a qualquer momento, existe a possibilidade de efectuar uma nova simulação e alterar as variáveis, permitindo a comparação dos dados obtidos.

Neste sentido, temos como objectivo verificar o efeito da profundidade no arrasto hidrodinâmico de um nadador durante a fase de deslize subaquático, utilizando a dinâmica computacional de fluidos. Apresentamos como hipótese deste estudo, o arrasto hidrodinâmico diminuir com o aumento da profundidade de deslize.

MÉTODO

Modelo digital do nadador

Para obter a geometria tridimensional do corpo do nadador, foi feita uma tomografia axial computadorizada (TAC) completa ao corpo de um nadador de elite. A TAC permitiu criar uma “nuvem de pontos” que representa a forma do corpo do nadador. A superfície do corpo do nadador foi criada usando um programa de modelagem geométrica desenvolvido pela ANSYS® (GAMBIT®, Canonsburg, Pennsylvania, U.S.A.), que providencia *software* sofisticado na área da dinâmica computacional de fluidos. Essa superfície foi então processada de forma a criar o volume da malha de pontos (*mesh*), antes desta ser importada para o programa de simulação numérica ANSYS® FLUENT® para se estabelecer as condições de simulação (Figura 1).

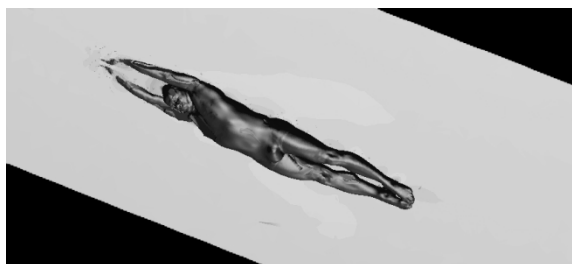


Figura 1. Modelo tridimensional do nadador

O nadador que serviu de base para a obtenção do modelo digital apresenta 1.90 m de altura, com perímetro da cabeça, peito, cintura e anca de .58 m, 1.02 m, .87 m e .93 m, respectivamente. Na posição hidrodinâmica

fundamental, o modelo tem um comprimento total de 2.40 m.

Modelo da Dinâmica Computacional de Fluidos (DCF)

As condições da DCF foram estabelecidas de forma a representar a geometria e as condições de escoamento de parte de uma pista de uma piscina (Figura 2). O ambiente a ser simulado foi o de uma piscina com 2 m de profundidade, 2 m de largura e 25 m de comprimento, onde o modelo tridimensional foi colocado na posição hidrodinâmica fundamental a 0 m, .25 m, .50 m, .75 m e 1 m de profundidade (linha média do corpo), simulando em cada uma destas profundidades três velocidades representativas do deslize subaquático em natação, 1.5 m/s, 2 m/s e 2.5 m/s (Bixler et al., 2007). A análise da DCF foi efectuada com o modelo colocado numa posição horizontal ventral e com um ângulo de ataque de 0°.

O código FLUENT® permite a resolução de problemas de escoamento utilizando a aproximação do volume finito, no qual as equações são integradas em cada volume de controlo definido no domínio considerado. Foi utilizado o modelo de turbulência *k-epsilon*, com uma intensidade de turbulência de 1.0% e uma escala de turbulência de .10 m. Como forma de aproximar a simulação o mais possível à realidade, a temperatura da água foi definida em 28°C com uma densidade de 998.2 kg/m³ e uma viscosidade de .001 kg/(m/s).



Figura 2. Domínio da simulação. Pista de uma piscina com 2 m de profundidade, 2 m de largura e 25 m de comprimento. Modelo a 1 m de profundidade.

Avaliação das Componentes do Arrasto

Na natação, o arrasto total é composto pelo arrasto de fricção, arrasto de pressão e arrasto de onda (Marinho et al., 2009).

O arrasto de fricção é atribuído às forças que tendem a reduzir a fluidez da água ao longo da superfície do corpo. Esta depende da velocidade do fluxo, da superfície do corpo e das características dessa superfície. O arrasto de pressão é causado pelo diferencial de pressão entre a retaguarda e a frente do nadador e é proporcional ao quadrado da velocidade de nado, à densidade da água e à área da secção transversal do nadador. Por fim, nadar perto da superfície da água origina a formação de ondas à superfície originando o efeito denominado arrasto de onda (Marinho et al., 2009).

Estas componentes do arrasto foram computorizadas pelo software ANSYS® FLUENT®. Contudo, por limitações da aplicação numérica, a componente do arrasto de onda não será considerada neste trabalho, assumindo-se que as alterações ao nível do arrasto de pressão, em função da profundidade, se devem a alterações ao nível da componente do arrasto de onda (Vennell et al., 2006).

RESULTADOS

A Figura 3 apresenta os valores do coeficiente de arrasto hidrodinâmico obtidos através do software ANSYS® FLUENT®, do modelo do nadador, para as diferentes profundidades (0, .25, .50, .75 e 1.0 m) e velocidades testadas (1.5, 2.0 e 2.5 m/s). São apresentados também os valores das componentes do arrasto de pressão e fricção (Figuras 4 e 5, respectivamente).

De uma forma geral, é possível verificar que, para todas as velocidades, o arrasto hidrodinâmico diminui com o aumento da profundidade, verificando-se uma tendência para a estabilização do valor do coeficiente de arrasto a partir dos .75 m. Como exemplo, a redução do arrasto hidrodinâmico entre os .25 m e os 1 m de profundidade para a velocidade de 1.5 m/s é de aproximadamente 11%.

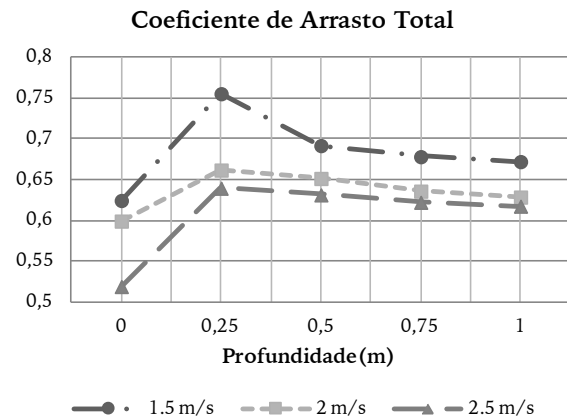


Figura 3. Representação gráfica do coeficiente de arrasto total em função da profundidade, para as velocidades de 1.5, 2.0 e 2.5 m/s

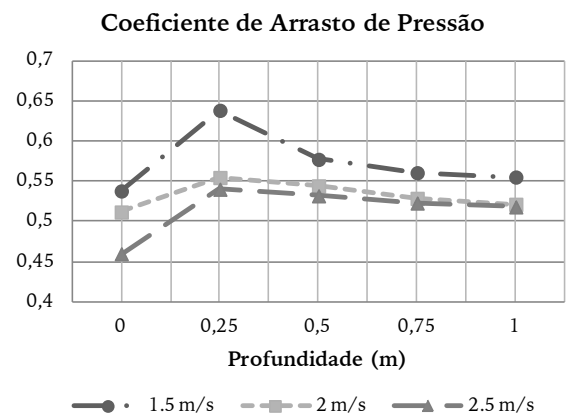


Figura 4. Representação gráfica do coeficiente de arrasto de pressão em função da profundidade, para as velocidades de 1.5, 2.0 e 2.5 m/s

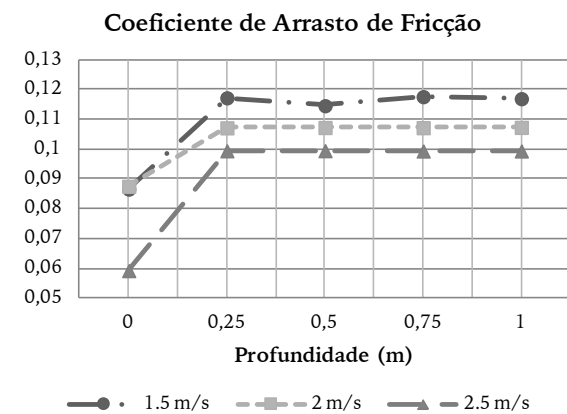


Figura 5. Representação gráfica do coeficiente de arrasto de fricção em função da profundidade, para as velocidades de 1.5, 2.0 e 2.5 m/s

De notar ainda que para a simulação feita com a linha média do corpo do nadador colocada a 0 m de profundidade, existindo assim meios físicos diferentes (ar e água) e devido às diferenças em termos de viscosidade e densidade do ar, o coeficiente de arrasto para as três velocidades apresentou valores substancialmente mais baixos, mesmo quando comparados com a simulação efectuada a 1.0 m de profundidade. Verifica-se também que a velocidade influencia o arrasto hidrodinâmico, verificando-se uma diminuição do coeficiente de arrasto com o aumento da velocidade.

DISCUSSÃO

O principal objectivo deste trabalho foi avaliar o efeito da profundidade no coeficiente de arrasto hidrodinâmico, através da utilização da dinâmica computacional de fluidos. Os principais dados encontrados revelaram que o arrasto hidrodinâmico diminui com o aumento da profundidade de deslize subaquático.

Segundo os dados obtidos, o coeficiente de arrasto hidrodinâmico diminui à medida que a profundidade aumenta, indo esta conclusão de acordo com o que é descrito na literatura

(Bixler et al., 2007; Lyttle et al., 1999; Marinho et al., 2009; Ribeiro, 2010; Vennell et al., 2006; Zaidi, Taiar, Fohanno & Polidori, 2008).

Através da análise do gráfico (Figura 6), onde são apresentados os dados para a velocidade de 2.0 m/s, podemos verificar que existem diferenças quanto aos valores do coeficiente de arrasto entre os diversos estudos. Vennell et al. (2006) efectuaram medições experimentais, das quais obtiveram uma grande variação no arrasto alterando a profundidade, isto é, aos .1 m de profundidade obtiveram um valor de coeficiente de arrasto de .68 enquanto que para a profundidade de .8 m o valor do coeficiente de arrasto foi menos de metade, .29. Bixler et al. (2007), num estudo utilizando a dinâmica computacional de fluidos, determinaram um valor de coeficiente de arrasto para a profundidade de .75 m de .30, estando assim na mesma linha dos dados apresentados por Vennell et al. (2006). Num estudo mais recente levado a cabo por Ribeiro (2010), nota-se não haver uma redução tão acentuada do arrasto com a profundidade.

A principal diferença observa-se nos valores do coeficiente de arrasto para profundidades

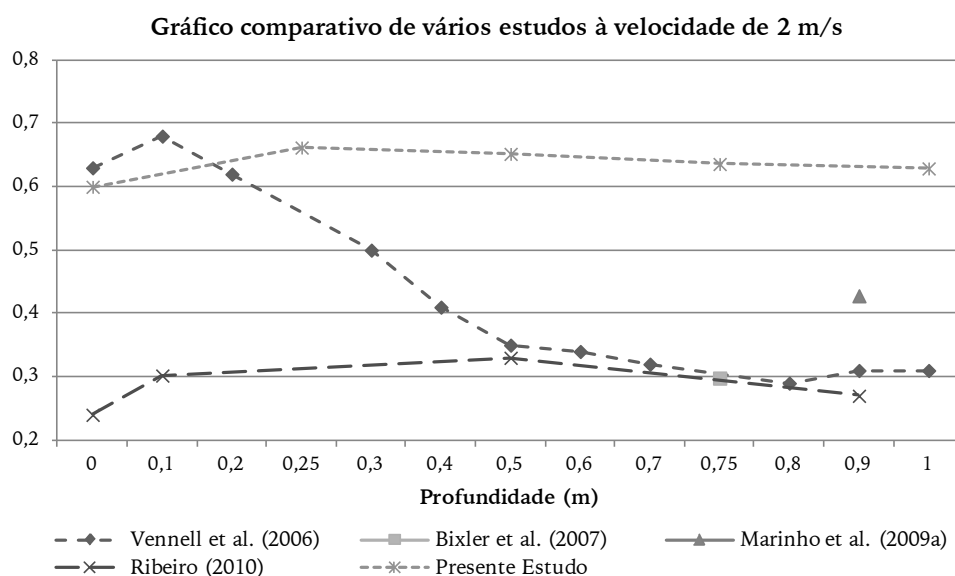


Figura 6. Representação gráfica do coeficiente de arrasto em função da profundidade, para a velocidade de 2.0 m/s, em cinco diferentes estudos: Vennell et al. (2006), Bixler et al. (2007), Marinho et al. (2009a), Ribeiro (2010) e o presente estudo

menores. No entanto, os valores do coeficiente de arrasto para profundidades maiores vão de encontro ao estudo experimental. Marinho et al. (2009) apresentaram, no seu estudo, um valor de coeficiente de arrasto relativamente superior aos até agora analisados. Para uma profundidade de .9 m, o coeficiente de arrasto encontrado foi de .43, ao invés do valor aproximado de .30 sugerido pelos outros estudos. Numa comparação com os resultados obtidos para 1.0 m de profundidade e para os 2.0 m/s, obtivemos um valor de coeficiente de arrasto de .629, notando aqui uma variação de .195 pontos no valor do coeficiente de arrasto (23.67% de variação). No presente estudo, os valores comportam-se de forma idêntica aos sugeridos por Ribeiro (2010), apesar dos valores do coeficiente de arrasto se apresentarem algo superiores. Porém, os valores encontrados no presente trabalho são bastante aproximados, para profundidades menores, ao estudo experimental de Vennell et al. (2006). Pelos dados acima descritos pode verificar-se que existe uma tendência semelhante para a variação do arrasto com a profundidade entre o presente estudo e os restantes, apesar de algumas diferenças encontradas, que reflectem algumas diferenças que ainda se encontram entre dados numéricos e dados experimentais (Bixler et al., 2007). Relativamente às diferenças entre os vários estudos de simulação numérica apresentados, estas diferenças podem ser devidas ao modelo tridimensional utilizado, que não foi o mesmo em todos os estudos, bem como à metodologia utilizada para a obtenção deste. É preciso ter em conta que existem diferentes formas de obtenção do modelo tridimensional. No presente estudo optou-se pela utilização de uma TAC para obtenção da nuvem de pontos, enquanto no estudo de Marinho et al. (2009), o modelo foi moldado por desenho assistido por computador (CAD), e Bixler et al. (2007) recorreram à utilização de um scan com laser.

Outro factor a considerar refere-se à posição em que as mãos se encontram no modelo. Numa situação de deslize subaquático, a

posição hidrodinâmica fundamental sugere a colocação das mãos sobrepostas uma sobre a outra. Devido a questões de protocolo na obtenção do modelo tridimensional, as mãos do modelo encontram-se lado a lado e ligeiramente afastadas. Vorontsov e Rumyantsev (2000) referem que para uma posição na qual as mãos se encontram lado a lado, a força de arrasto hidrodinâmico poderá ser superior 7% à verificada numa posição na qual as mãos se encontram sobrepostas, o que é mais um aspecto que pode explicar algumas das diferenças encontradas.

Relativamente à variação do coeficiente de arrasto com a profundidade, verifica-se uma tendência de diminuição do arrasto, nas três diferentes velocidades, para quatro das profundidades analisadas (.25, .50, .75 e 1.0 m). Verifica-se também uma tendência para a manutenção do valor de arrasto após os 0.75 m de profundidade. Este dado vai, mais uma vez, de encontro com a literatura, a qual refere que após os .6 m de profundidade, o arrasto de onda é quase desprezível, influenciando assim de forma menor o valor do arrasto total (Lyttle et al., 1999; Vennell et al., 2006). A expectativa de que o arrasto aumentasse com a velocidade, para a mesma profundidade, é também comprovada, com o conseqüente decréscimo do valor do coeficiente de arrasto. Esta relação inversa entre o coeficiente de arrasto e a velocidade vai de encontro ao verificado em estudos experimentais com corpos humanos totalmente submersos (Clarys & Jiskoot, 1975; Lyttle et al., 2000). Ao haver um aumento da velocidade, para a mesma profundidade, o coeficiente de arrasto diminui, registando-se o aumento da força de arrasto. Contudo, para a profundidade de 0 m, os dados diferem dos restantes, já que, sendo a linha média do nadador o ponto de referência para o valor de profundidade a analisar, este encontra-se apenas com metade do corpo submerso, justificando a variação dos valores para esta profundidade. Neste sentido, todos os valores de arrasto são menores, uma vez que existe uma menor área de contacto com a água.

Relativamente às componentes do arrasto, os valores do arrasto de fricção são praticamente iguais (para uma velocidade de 2.0 m/s obteve-se um valor constante de coeficiente de arrasto, em todas as profundidades, excepto para os 0 m, de .107). Considerando que o arrasto de fricção é produzido mediante a maior ou menor área de superfície corporal em contacto com a água, este valor não iria sofrer grandes oscilações, já que o modelo utilizado foi o mesmo e o nadador encontra-se totalmente submerso. Vennell et al. (2006) sugerem também esta explicação. Para profundidades até aos .4 m, verificaram que o manequim tinha partes do corpo fora de água, o que iria afectar o arrasto de fricção e também o arrasto de pressão, uma vez que a secção transversa do corpo iria ser menor. Porém, é necessário quantificar o arrasto de onda, o que no presente estudo não pode ser analisado, pela impossibilidade de diferenciar numericamente o valor do arrasto de onda, situação que urge solucionar em estudos futuros. Os valores de coeficiente de arrasto de pressão são idênticos em função da profundidade. Para uma velocidade de 2.0 m/s obteve-se, em todas as profundidades, excepto para os 0 m, um intervalo de [.555, .522]. Tal facto deve-se à área de secção transversa a simular ser sempre a mesma, logo, o valor tenderá a ser idêntico. Todavia, em nosso entender, apenas não é totalmente idêntica porque a componente do arrasto de onda encontra-se possivelmente reflectida no arrasto de pressão, o que faz variar o seu valor. Esta conclusão poderá ser entendida em termos numéricos pela análise da fórmula do arrasto de pressão, já que, utilizando o mesmo modelo, o único valor que irá variar será a velocidade. Marinho et al. (2009), para uma profundidade de .9 m e com uma variação de velocidade entre dos 1.6 e os 2.0 m/s obteve uma variação do coeficiente de arrasto de pressão de [.758, .677], respectivamente.

Apesar de haver limitações ao nível da apresentação do valor de arrasto de onda, limitação esta colocada pelo próprio *software*

utilizado, os dados obtidos parecem ser bastante importantes para a progressão de futuros estudos neste domínio, visto que a utilização da dinâmica computacional de fluidos aplicada ao desporto é algo relativamente recente. Dos estudos experimentais com manequins (Vennell et al., 2006) passamos a estudos utilizando simulações computadorizadas com modelos tridimensionais moldados por CAD (Marinho, Reis et al., 2010; Ribeiro 2010), chegando a modelos tridimensionais reais, obtidos através de scans aos corpos de nadadores (Bixler et al., 2007), obtendo assim um modelo anatómico mais aproximado do real. Na mesma linha de progresso, os vários estudos anteriores de outros autores apenas avaliam o arrasto passivo. Esta é uma limitação que se pretende ultrapassar. No entanto, mais uma vez, deparamo-nos com uma limitação a nível de *software* já que existe a necessidade de utilização de vários programas para o tratamento da *mesh*, os quais, na sua maior parte das vezes, não possibilitam a gravação dos ficheiros em extensões reconhecidas pelos programas de simulação. A animação do modelo tridimensional é assim um objectivo a curto prazo, que possibilitará a análise do arrasto activo. A avaliação deste parâmetro revela-se de especial importância na medida em que o tempo no qual o nadador passa numa situação de arrasto passivo é bastante curto, considerando o tempo total do deslize subaquático, necessitando haver alguma precaução na transposição dos resultados do arrasto passivo para o arrasto activo.

Sugere-se que sejam efectuados mais estudos neste âmbito e que se possam realizar simulações com vários nadadores. Outra sugestão passa por efectuar estudos com um maior número de profundidades, nomeadamente profundidades após 1 m, já que muito poucos estudos apresentam dados para profundidades superiores a este valor. Perspectiva-se também a possibilidade de executar simulações para o arrasto activo, através da animação do modelo, de forma a

obter valores de arrasto de uma situação de deslize subaquático completo. Para além disso, tal como acima referido, a inclusão dos valores do arrasto de onda deve ser um aspecto decisivo a considerar.

CONCLUSÕES

O arrasto hidrodinâmico diminui à medida que a profundidade aumenta, verificando-se uma tendência para a estabilização deste valor a partir dos .75 m de profundidade. Estes dados parecem sugerir que a selecção da profundidade adequada para a realização do deslize subaquático deve ser uma preocupação central dos nadadores e treinadores. No entanto, a profundidade ideal terá de ser aquela que permita diminuir ao máximo o arrasto hidrodinâmico, mas, que ao mesmo tempo, permita uma distância vertical mínima da superfície para que o nado possa ser reiniciado, sendo esse equilíbrio entre diminuição do arrasto (aumentando a profundidade) e aumento da distância vertical percorrida um aspecto central a considerar.

Agradecimentos:

Este estudo foi financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (PTDC/DES/098532/2008, FCOMP-010124-FEDER-009569; SFRH/BD/39511/2007).

REFERÊNCIAS

- Barbosa, T. M., Keskinen, K., & Vilas-Boas, J. P. (2006). Factores biomecânicos e bioenergéticos limitativos do rendimento em natação pura desportiva. *Motricidade*, 2(4), 201-213.
- Bixler, B., Pease, D., & Fairhurst, F. (2007). The accuracy of computational fluid dynamics analysis of the passive drag of a male swimmer. *Sports Biomechanics*, 6(1), 81-98.
- Bixler, B. S., & Schloder, M. (1996). Computational fluid dynamics: An analytical tool for the 21st century swimming scientist. *Journal of Swimming Research*, 11, 4-22.
- Clarys, J. P., & Jiskoot, J. (1975). Total resistance of selected body positions in the front crawl. In J. P. Clarys & L. Lewillie (Eds.), *Swimming II* (pp. 110-117). Baltimore: University Park Press.
- Cossor, J., & Mason, B. (2001). Swim start performances at the Sydney 2000 Olympic Games. In J. Blackwell & R. Sanders (Eds.), *Proceedings of Swim Sessions of the XIX Symposium on Biomechanics in Sports* (pp. 70-74). San Francisco: University of San Francisco.
- Guimarães, A., & Hay, J. (1985). A mechanical analysis of the grab starting technique in swimming. *International Journal of Sport Biomechanics*, 1(1), 25-35.
- Kolmogorov, S., & Duplishcheva, O. (1992). Active drag, useful mechanical power output and hydrodynamic force coefficient in different swimming strokes at maximal velocity. *Journal of Biomechanics*, 25(3), 311-318.
- Lyttle, A., Blanksby, B., Elliott, B., & Lloyd, D. (1999). Optimal depth for streamlined gliding. In K. L. Keskinen, P. V. Komi & A. P. Hollander (Eds.), *Biomechanics and medicine in swimming VIII* (pp. 165-170). Jyväskylä: Gummerus Printing.
- Lyttle, A., Blanksby, B., Elliot, B., & Lloyd, D. (2000). Net forces during tethered simulation of underwater streamlined gliding and kicking technique of the freestyle turn. *Journal of Sports Sciences*, 18, 801-807.
- Marinho, D. A., Reis, V., Alves, F., Vilas-Boas, J., Machado, L., & Silva, A. (2009). Hydrodynamic drag during gliding in swimming. *Journal of Applied Biomechanics*, 25(3), 253-257.
- Marinho, D. A., Barbosa, T. M., Reis, V. M., Kjendlie, P. L., Alves, F. B., Vilas-Boas, J. P., ... Rouboa, A. I. (2010). Swimming propulsion forces are enhanced by a small finger spread. *Journal of Applied Biomechanics*, 26, 87-92.
- Marinho, D. A., Reis, V. M., Vilas-Boas, J. P., Alves, F. B., Machado, L., Rouboa, A. I., & Silva, A. J. (2010). Design of a three-dimensional hand/forearm model to apply Computational Fluid Dynamics. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 5(2), 437-442.
- Polidori, G., Taiar, R., Fohanno, S., Mai, T., & Lodini, A. (2006). Skin-friction drag analysis from the forced convection modeling in simplified underwater swimming. *Journal of Biomechanics*, 39(13), 2535-2541.
- Ribeiro, J. (2010). *Avaliação do efeito da profundidade no arrasto hidrodinâmico durante o deslize subaquático*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto, Portugal.
- Toussaint, H., Truijens, M., Elzinga, M.-J., De Ven, A., De Best, H., & Snabel, B. (2002). Effect of a

- fast-skin™ 'body' suit on drag during front crawl swimming. *Sports Biomechanics*, 1(1), 1-10.
- Vennell, R., Pease, D., & Wilson, B. (2006). Wave drag on human swimmers. *Journal of Biomechanics*, 39(4), 664-671.
- Vilas-Boas, J., Costa, L., Fernandes, R., Ribeiro, J., Figueiredo, P., & Marinho, D. (2010). Determination of the drag coefficient during the first and second gliding positions of the breaststroke underwater stroke. *Journal of Applied Biomechanics*, 26(3), 324-331.
- Vilas-Boas, J. P., Cruz, M. J., Sousa, F., Conceição, F., & Carvalho, J. M. (2000). Integrated kinematic and dynamic analysis of two track-start techniques. In R. Sanders & Y. Hong (Eds.), *Proceedings of the XVIII International Symposium on Biomechanics in Sports, Applied Program – Application of Biomechanical Study in Swimming* (pp. 113-117). Hong Kong: The Chinese University Press.
- Vorontsov, A. R. & Rummyantsev, V. A. (2000). Resistive forces in swimming. In V. M. Zatsiorsky (Eds.), *Biomechanics in sport: Performance enhancement and injury prevention* (pp. 184-204). Oxford: Blackwell.
- Zaidi, H., Taiar, R., Fohanno, S., & Polidori, G. (2008). Analysis of the effect of swimmer's head position on swimming performance using computational fluid dynamics. *Journal of Biomechanics*, 41(6), 1350-1358.

ACTN3 R577X polymorphism and muscle phenotypes

Polimorfismo ACTN3 R577X e fenótipos musculares

A. Pereira, A.J. Silva, A.M. Costa, E.B. Almeida, M.C. Marques

ARTIGO DE REVISÃO | REVIEW ARTICLE

ABSTRACT

The human sarcomeric α -actinins (ACTN2 and ACTN3) are major structural components of the Z line in skeletal muscle and play a role in the maintenance of sarcomeric integrity. A number of association studies have demonstrated that the functional 577R allele of the alpha-actinin-3 gene has been reported to be associated with elite sprint / power athlete status, while the nonfunctional 577XX genotype has been hypothesized as providing some sort of advantage for endurance sports and events. The genotype screens for ACTN3 R577X have included various sporting disciplines such as gymnastics, swimming, track and field, throwing and weightlifting but also, recently, other population with therapeutic needs (elderly). However, some findings of muscle function effects are contradictory. The purpose of this study was to review the most relevant studies that have been examined the possible association between ACTN3 genotype and skeletal muscle strength function in athletes and older populations.

Keywords: muscle strength, power, endurance, genetics, ACTN-3

RESUMO

As α -actininas presentes no sarcômero humano (ACTN2 e ACTN3) são as principais componentes estruturais da linha Z no músculo-esquelético e desempenham um papel na manutenção da integridade do sarcômero. Uma série de estudos de associação têm demonstrado que o alelo funcional 577R do gene da alfa-actinina-3 tem sido associado aos atletas de elite na especialidade sprint/potência, enquanto o genótipo não funcional 577XX parece favorecer algum tipo de vantagem em modalidades de resistência. Os estudos que abordam o genótipo ACTN3 R577X incluem várias modalidades desportivas, tais como ginástica, natação, atletismo, arremesso e levantamento de peso, mas também, recentemente, em outra população com necessidades terapêuticas (idosos). No entanto, alguns resultados que analisaram o seu efeito relativamente à função muscular são contraditórios. Desta forma, o objectivo deste estudo foi revisar os estudos mais relevantes que analisaram a possível associação entre genótipo ACTN3 em função da força muscular esquelética em atletas e em populações mais velhas.

Palavras-chave: força muscular, potência, resistência, genética, ACTN-3

Submetido: 01.07.2011 | Aceite: 27.09.2011

Ana Pereira e António J. Silva. Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD); Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal.

Aldo M. Costa e Mário C. Marques. Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD); Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal.

Estela Bastos Almeida. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro/CGB-IBB, Vila Real, Portugal.

Endereço para correspondência: Ana de Fátima da Costa Pereira, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Rua Dr. Manuel Cardona - CIFOP, 5000 Vila Real, Portugal.

E-mail: anapereira@utad.pt

Over several decades many researchers have recognized numerous physiological characteristics associated with sports performance, describing the athlete's typical response to training. Indeed, regular exercise induces significant effects on different biological structures and functions, which leads to specific adaptations in strength and muscular endurance (Maughan, 2005; Timmons, 2011). However, while some individuals have a minor response to exercise others show remarkable adaptations far beyond the expected typical response. From this perspective, the expected average adaptation value (e.g., anaerobic power) masks the true extent of individual variability in a particular phenotype (Roth, 2008). Whether they are recreational or elite athletes, knowing how each subject is going to adapt would enable the application of exercise/training programs highly individualized. Moreover, *"... greater knowledge of the mechanisms and interaction of exercise-induced adaptive pathways in skeletal muscle is important for our understanding of the etiology of disease, maintenance of metabolic and functional capacity with aging, and training for athletic performance"* (Coffey & Hawley, 2007, p. 9).

Because genetic factors are thought to determine 20–80% of the variation in a number of traits important to athletic performance (MacArthur & North, 2007; McCauley, Mastana, & Folland, 2010), the contribution of molecular biology technologies have been crucial over the past years to the progress of knowledge in this area. With effect, the Human Gene Map for Performance and Health-related Fitness Phenotypes reports several genes and quantitative trait loci shown to be related to physical performance of health-related phenotypes (Bray et al., 2009). One of the polymorphisms within specific gene loci that clearly emerges as a potentially candidate that could explain part of the performance variation particularly in sports requiring high levels of power and speed is the alpha-actinin-3 (ACTN3) R577X polymorphism (Berman & North, 2010). Despite the apparent low feature

of ACTN3 in humans, several genotype screens in high-level athletes from various sporting disciplines noted that Caucasian sprint/power athletes showed a very low frequency of homozygosity for the ACTN3 premature stop codon 577X mutation. Also, the frequency of the 577XX genotype appears to be relatively higher in Caucasian elite endurance athletes. In other populations, ACTN3 seem to influence strength and functional capabilities at baseline (Moran et al., 2007; Walsh, Liu, Metter, Ferrucci, & Roth, 2008) and in response to strength training (Clarkson et al., 2005).

In brief, this article reviews the current state of knowledge regarding the genetic effects of the ACTN3 R577X polymorphism on sports performance traits, such as aerobic endurance, muscular strength and power.

Alpha-actinin-3 (R577 Allele) as a possible candidate gene for sports performance

The α -actinins are a family of actin-binding proteins that play a key role in the maintenance and regulation of the cytoskeleton (Blanchard, Ohanian, & Critchley, 1989). In skeletal muscle, both family members alpha-actinin 2 and alpha-actinin 3 are major components of sarcomeric Z-lines. They are responsible from stabilizing the contractile structure (McArthur & North, 2004), where they function to anchor action-containing thin filaments in a constitutive manner (Mills et al., 2001). Several binding studies suggest that alpha-actinins also play a role in the interaction between the sarcomere cytoskeleton and the muscle membrane (Hance, Fu, Watkins, Beggs, & Michalak, 1999; Otey, Vasquez, Burrige, & Erickson, 1993) and in the regulation of myofiber differentiation and/or contraction (North, 2008).

The expression pattern of these two humans alpha-actinins has diverged during evolution (Macarthur & North, 2004): alpha-actinin 2 (ACTN2) is expressed in all heart and oxidative skeletal muscle fibers while expression of alpha-actinin 3 (ACTN3) is

limited to a subset of fast-twitch (type II) glycolytic myofibers, which generate strength at high speed (Lek, Quinlan, & North, 2010).

It has been demonstrated that alpha-actinin 3 is absent in a significant proportion of individuals (about 18%) in a variety of ethnic groups (Macarthur & North, 2004). Indeed, all cases of true alpha-actinin 3 deficiency are homozygous for a common polymorphism (R577X) in the ACTN3 gene, which results in a premature stop codon at amino acid 577 and creates a null allele (C-to-T transition in exon 16; rs1815739) (Judson et al., 2011; North et al., 1999). The deficiency of alpha-actinin 3 in 577X homozygotes is not associated with any disease phenotype which suggest that alpha-actinin 3 is redundant in humans (North et al., 1999) and the alpha-actinin 2 is able to compensate for the absent of alpha-actinin 3 in type 2 fibers (Mills et al., 2001). Nevertheless, and despite the apparent function redundancy of both sarcomeric isoforms, several case-control studies reported a very low frequency of homozygosity for the ACTN3 premature stop codon 577X mutation (ACTN3 577XX) for strength/sprint athletes in comparison with controls (Judson et al., 2011; McArthur & North, 2007). These results seem to suggest that α -actinin-3 deficiency is required for optimal muscle performance at high velocity (sprint or power activities performed by fast muscle fibers). In addition, some studies also found a higher frequency of 577X genotype in elite endurance athletes which seem to suggest that this variant may also provide some assistance in identifying individuals with potential for long-distance performance sports and events (Delmonico et al., 2007; Druzhevskaya, Ahmetov, Astratenkova, & Rogozkin, 2008; Yang et al. 2003). Even so, other findings are known to be contradictory (Ahmetov et al., 2010).

Association between ACTN3 genotype and athletic performance

Yang et al. (2003), for the first time, have shown that the frequency of the ACTN3 XX

genotype was reduced in Caucasian Australian power athletes (6 vs 20%) compared with controls, whereas none of the Olympians or female power athletes had an XX genotype. With respect to different ethnic populations, Kenyans and Nigerians and Ethiopians also show a lower frequency of the XX genotype (between 1% and 11%) (Yang et al., 2007). Other more recent other studies have been publishing convergent results. Indeed, the study of Eynon et al. (2009) analyzed the distribution of ACTN3 genotypes in 155 Israeli athletes classified by sport and 240 sedentary individuals. The genotype screen showed that the R allele occurs more often in the top-level sprinters whereas the frequency of the 577XX genotype was relatively higher in Caucasian elite endurance athletes (34%) compared with the 240 sedentary controls and sprinters (18% and 13%, respectively). Also within a group of human elite male road cyclists ($n = 46$), individuals with XX genotypes were found to have less peak power output ($p = .03$) and less power to tolerate high sub maximal workloads ($p = .02$) compared with those with RR genotypes (Gomez-Gallego et al., 2009).

Some divergent findings can also be found in the literature. One recent Russian study with endurance athletes (Ahmetov et al., 2010) found that both males and females had significantly reduced XX genotype frequency (7% in athletes compared with 17% in controls), suggesting that the ACTN3 XX genotype has no consistent beneficial or detrimental effect on endurance performance. Nevertheless, another study involving 486 Russian power-oriented athletes (Druzhevskaya et al., 2008) showed that the frequency of the ACTN3 XX genotype (3.4%) was relatively lower, sustaining the idea that the presence of alpha-actinin-3 is somehow related with the potential for elite performance in power sports and events.

Other recent studies have found different results according to gender with warrants some reflection: the ACTN3 XX genotype was underrepresented in female and male Italian

elite gymnasts compared to controls but was only significant for males (male: 0% vs 16.1%, $p = .04$; female: 5.5% vs 22.7%, $p = .39$) (Massidda, Vona, & Calo, 2009). Lucia et al. (2006) study also found contradictory findings when comparing a group of 50 top-level male professional cyclists (26.9 years) with those of a group of 52 Olympic-class male endurance runners (26.8 years) and 123 male controls. The results showed that no significant differences ($p > .05$) were found between groups, suggesting that the ACTN3 R577X polymorphism does not confer an advantage on the ability to maintain severe endurance performance.

The conflicting association results between ACTN3 and athletic performance in several studies could be due to the heterogeneity of the study cohorts. However, the main reason for such diverge findings is because athletic status is a complex polygenic trait in which numerous candidate genes, complex gene-gene interactions, and several environment-gene interactions involved (Ahmetov & Rogozkin, 2009; Coffey & Hawley, 2007).

Further, studying young individuals can disclose genotype \times phenotype associations in complex traits because they have not shared or were exposed to different factors yet. Clarkson et al. (2005) studied the associations between ACTN3 genotype and muscle size, elbow flexor isometric and dynamic strength in a large group of men ($n = 247$) and women ($n = 355$), before and after 12 weeks of elbow flexor/extensor resistance training program. In men the authors found no association between ACTN3 R577X genotype and muscle phenotype but in women homozygous for the X allele showed lower baseline maximal voluntary contraction compared with RX genotype. Furthermore, women with the XX genotype demonstrated greater absolute and relative 1RM gains compared with the carriers of the RR genotype after resistance training. It seems that the ACTN3 R577X genotype is one of the many genes that seem to contribute to the variation in muscle adaptation to an

exercise stimulus, however genotype \times muscle response seem markedly affected by gender.

Another important study about ACTN3 \times environment interaction was published by Moran et al. (2007) who studied Greek adolescent boys ($n = 525$). The results show that subjects with XX genotypes took longer time to realize a 40 meter sprint than RR genotype (XX = 6.13, RR = 5.92, $p = .003$) but these were significantly faster than subjects with RX genotype (6.00 seconds), who were, in turn, significantly faster than XX – raising the possibility of a ‘co-dominant’ effect of the R and X allele – resulting in a ‘dosage’ effect relative to the amount of α -actinin-3 present in fast fibers. Indeed, further studies are needed because the potential heterozygote effect of the ACTN3 genotype has not yet been studied in any detail in either mice or humans.

ACTN3 genotype influence on muscle strength and power in older people

The association between risk factors for falling and muscle genotypes (or other) can provide important information in construction of training programs in older populations. For that reason it seems quite relevant to consider whether a particular gene variant (that was associated with low muscle strength or power) represents a muscle function disadvantage for the elderly population. For the first time, Judson et al. (2011) showed that the functional ACTN3 R577X genotype represents a genetic risk factor in older females and reported a strongest association between R577X genotype and increased risk of falling (10%-61%). Some years before, also Clarkson et al. (2005) and Walsh et al. (2008) observed that women with the XX genotype had lower baseline elbow flexor isometric strength compared with individuals with RR genotypes ($p = .05$), lower knee extensor concentric peak torque ($p = .01$) and eccentric peak torque ($p = .02$).

Additionally, Delmonico et al. (2007) investigated baseline knee extensor concentric peak power during 10 weeks of unilateral knee

extensor strength training in older men ($n = 71$; 65-81 years) and women ($n = 86$; 64-73 years). In men no differences in baseline absolute was observed between ACTN3 genotype groups but in women, the XX genotype group had an absolute peak power that was higher than the RR ($p = .005$).

Recently, Fiuza-Luces et al. (2011) compared the ACTN3 genotype frequencies between different groups of ethnically-matched: centenarians (57 female; 100-108 years), young healthy controls (67 females, 216 males; 21 years), and humans with different phenotypes (50 male professional road cyclists and 63 male jumpers/sprinters). Although there were no differences in genotype, significantly frequency of the XX genotype ($p = .011$) were found in centenarians compared with power athletes (XX = 15.9%). Thus, alpha-actinin-3 deficiency suggests a certain association to endurance muscle phenotype and muscular weakness. Thus, it is necessary to develop more studies in the elderly population in order to analyze the variation of ACTN3 in muscle performance ACTN3.

CONCLUSIONS

The ACTN3 R577X polymorphism results in a well-defined phenotype and has a biologically plausible effect on skeletal muscle performance in athletes and in the general population; that is, loss of α -actinin-3 from fast-twitch muscle fibers is detrimental to sprint and power activities. Whether or not α -actinin-3 deficiency influences adaptations for endurance performance is less clear; there may be more subtle effects that remain to be explored such as the effect on response to exercise and training. Future studies of the advantages and disadvantages that the ACTN3 X-allele has to be developed.

REFERENCES

- Ahmetov, I. I., & Rogozkin, V. A. (2009). Genes, athlete status and training - An overview. *Medicine and Sport Science, 54*, 43-71.
- Ahmetov, I. I., Druzhevskaya, A. M., Astratenkova, I. V., Popov, D. V., Vinogradova, O. L., & Rogozkin, V. A. (2010). The ACTN3 R577X polymorphism in Russian endurance athletes. *British Journal of Sports Medicine, 44*(9), 649-652.
- Berman, Y., & North, K. N. (2010). A gene for speed: The emerging role of alpha-actinin-3 in muscle metabolism. *Physiology, 25*(4), 250-259.
- Blanchard, A., Ohanian, V., & Critchley, D. (1989). The structure and function of alpha-actinin. *Journal of Muscle Research and Cell Motility, 10*(4), 280-289.
- Bray, M. S., Hagberg, J. M., Perusse, L., Rankinen, T., Roth, S. M., Wolfarth, B., ... Bouchard, C. (2009). The human gene map for performance and health-related fitness phenotypes: The 2006-2007 update. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 41*(1), 35-73.
- Clarkson, P. M., Devaney, J. M., Gordish-Dressman, H., Thompson, P. D., Hubal, M. J., Urso, M., ... Hoffman, E. P. (2005). ACTN3 genotype is associated with increases in muscle strength in response to resistance training in women. *Journal of Applied Physiology, 99*, 154-163.
- Coffey, V. G., & Hawley, J. A. (2007). The molecular bases of training adaptation. *Sports Medicine, 37*(9), 737-763.
- Delmonico, M., Kostek, M., Doldo, N., Hand, B., Walsh, S., Conway, J., ... Hurley, B. (2007). Alpha-actinin-3 (ACTN3) R577X polymorphism influences knee extensor peak power response to strength training in older men and women. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences, 62*(2), 206-212.
- Druzhevskaya, A. M., Ahmetov, I. I., Astratenkova, I. V., & Rogozkin, V. A. (2008). Association of the ACTN3 R577X polymorphism with power athlete status in Russians. *European Journal of Applied Physiology, 103*(6), 631-634.
- Eynon, N., Duarte, J. A., Oliveira, J., Sagiv, M., Yamin, C., Meckel, Y., ... Goldhammer, E. (2009). ACTN3 R577X polymorphism and Israeli top-level athletes. *International Journal of Sports Medicine, 30*(9), 695-698.
- Fiuza-Luces, C., Ruiz, J. R., Rodriguez-Romo, G., Santiago, C., Gomez-Gallego, F., Yvert, T., ... Lucia, A. (2011). Are 'endurance' alleles 'survival' alleles? Insights from the ACTN3 R577X polymorphism. *PLoS One, 6*(3), e17558.
- Gomez-Gallego, F., Santiago, C., Gonzalez-Freire, M., Muniesa, C., Del Valle, M. F., Perez, M., ... Lucia, A. (2009). Endurance performance:

- Genes or gene combinations? *International Journal of Sports Medicine*, 30(1), 66-72.
- Hance, J. E., Fu, S. Y., Watkins, S. C., Beggs, H. A., & Michalak, M. (1999). Alpha-Actinin-2 is a new component of the dystrophin-glycoprotein complex. *Archives of Biochemistry & Biophysics*, 365, 216-222.
- Judson, R. N., Wackerhage, H., Hughes, A., Mavroei, A., Barr, R. J., Macdonald, H. M., ... Hocking, L. J. (2011). The functional ACTN3 577X variant increases the risk of falling in older females: Results from two large independent cohort studies. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 66(1), 130-135.
- Lek, M., Quinlan, K., & North, K. (2010). The evolution of skeletal muscle performance: Gene duplication and divergence of human sarcomeric alpha-actinins. *Bioessays*, 32(1), 17-25.
- Lucia, A., Gomez-Gallego, F., Santiago, C., Bandres, F., Earnest, C., Rabadan, M., ... Foster, C. (2006). ACTN3 genotype in professional endurance cyclists. *International Journal of Sports Medicine*, 27(11), 880-884.
- MacArthur, D. G., & North, K. N. (2004). A gene for speed? The evolution and function of alpha-actinin-3. *Bioessays*, 26(7), 786-795.
- MacArthur, D. G., & North, K. N. (2007). ACTN3: A genetic influence on muscle function and athletic performance. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 35(1), 30-34.
- Massidda, M., Vona, G., & Calo, C. M. (2009). Association between the ACTN3 R577X polymorphism and artistic gymnastic performance in Italy. *Genetic Testing and Molecular Biomarkers*, 13(3), 377-380.
- Maughan, R. (2005). The limits of human athletic performance. *Annals of Transplantation*, 10(4), 52-54.
- McCauley, T., Mastana, S. S., & Folland, J. (2010). ACE I/D and ACTN3 R/X polymorphisms and muscle function and muscularity of older Caucasian men. *European Journal of Applied Physiology*, 109(2), 269-277.
- Mills, M., Yang, N., Weinberger, R., Vander, W. D., Beggs, A. H., Eastale, S., & North, K. (2001). Differential expression of the actin-binding proteins, alpha-actinin-2 and -3, in different species: Implications for the evolution of functional redundancy. *Human Molecular Genetics*, 10, 1335-1346.
- Moran, C. N., Yang, N., Bailey, M. E., Tsiokanos, A., Jamurtas, A., MacArthur, D. G., ... Wilson, R. H. (2007). Association analysis of the ACTN3 R577X polymorphism and complex quantitative body composition and performance phenotypes in adolescent Greeks. *European Journal of Human Genetics*, 15(1), 88-93.
- North, K. (2008). Why is alpha-actinin-3 deficiency so common in the general population? The evolution of athletic performance. *Twin Research and Human Genetics*, 11(4), 384-394.
- North, K. N., Yang, N., Wattanasirichaigoon, D., Mills, M., Eastale, S., & Beggs, A. H. (1999). A common nonsense mutation results in alpha-actinin-3 deficiency in the general population. *Nature Genetics*, 21(4), 353-354.
- Otey, C. A., Vasquez, G. B., Burrige, K., & Erickson, B. W. (1993). Mapping of the alphaactinin binding site within the beta 1 integrin cytoplasmic domain. *Journal of Biological Chemistry*, 268, 21193-21197.
- Roth, S. M., Walsh, S., Liu, D., Metter, E. J., Ferrucci, L., & Hurley, B. F. (2008). The ACTN3 R577X nonsense allele is under-represented in elite-level strength athletes. *European Journal of Human Genetics*, 16(3), 391-394.
- Timmons, J. A. (2011). Variability in training-induced skeletal muscle adaptation. *Journal of Applied Physiology*, 110(3), 846-853.
- Walsh, S., Liu, D., Metter, E., Ferrucci, L., & Roth, S. (2008). ACTN3 genotype is associated with muscle phenotypes in women across the adult age span. *Journal of Applied Physiology*, 105, 1486-1491.
- Yang, N., MacArthur, D. G., Gulbin, J. P., Hahn, A. G., Beggs, A. H., Eastale, S., ... North, K. (2003). ACTN3 genotype is associated with human elite athletic performance. *American Journal of Human Genetics*, 73(3), 627-631.
- Yang, N., MacArthur, D. G., Wolde, B., Onywera, V. O., Boit, M. K., Lau, S. Y., ... North, K. (2007). The ACTN3 R577X polymorphism in East and West African athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(11), 1985-1988.

The latent order of complexity in team ball sports

D. Araújo^{1,2}

1 - Faculty of Human Kinetics, Technical University of Lisbon, Portugal

2 - CIPER (Interdisciplinary Centre for the Study of Human Performance), Lisbon, Portugal

In this work we addressed the definition of complexity in team ball sports, as well as ways to explain how the players cope with this complexity (but don't have to control it), by expressing order states congruent with goal achievement. Complexity is defined as the quantity of information that is needed to describe a system. However, there is a latent simplicity in the complexity of each phenomenon. This complexity is probably more a reflection of "boundary conditions" of our understanding, than the phenomena themselves. Complexity seems to be a surrogate for processes, ideas, structures, etc. But strictly speaking, if one looks at the smaller pieces, they are often quite simple. This is evident in the construction of a world championship, a team, human neural connections, cellular metabolism, etc. – it's a matter of scale. If one looks at a team, it becomes immediately apparent that from a purely structural perspective, it is very simple: players compose it. The difficulty is that they are connected in a variety of ways. And, moreover, they are communicating to each other very often simultaneously. But, again, the communication itself is simple – if one knows the "language". Therefore the complexity is tied to the interconnections. Knowledge of the interconnections is necessary to understand the whole phenomenon. The role of the sport scientist is to objectively capture this interconnectedness in the same (simple!) way expert players and coaches do. Several examples on team ball sports will be presented.

Keywords: complexity, collective behavior, sport

A review of performance analysis in Volleyball

I. Mesquita^{1,2}

1 - Centre of Research, Education, Innovation and Intervention in Sport

2 - University of Porto, Sport Faculty, Portugal

Performance analysis in Volleyball has been based on identifying potentially important game actions from a large number of studies ranging from the purely descriptive to those that have utilized correlational analyses. However, more recent research suggests that game performance occurs under dynamical and interactive conditions that are both time and context dependent. Consequently, analyzing the relationships among and between variables could be more useful to understanding the issues in question than the study of frequencies of behaviors. Such a belief supports the need for an ecological notational analysis, one that considers the match as a complex dynamic system. Due to the probabilistic nature of systemic processes, a promising approach to understanding the game may rely in establishing whether a state of the system augments or impairs the probability of a certain future state occurring. This historical feature points towards the importance of knowing the context of emergence of certain behaviors. Research has been moving in this direction, scrutinizing the sequentially of the events and their time course as well as the context of their emergence. Therefore, an analysis of probabilistic relationships between game actions that might predict certain outcomes, as well as taking into account situational variables (such as, the effects of quality of opposition and match status) has increasingly taken centre research stage. Preliminary findings from such work demonstrate a high functional dependence of technical and tactical actions throughout the game flow where, and in some extent, the quality of opposition and match status determine the game performance.

Keywords: notational analysis, volleyball, dynamic approach, situational variables

O efeito da idade relativa na natação pura desportiva

A. M. Costa ^{1,2}, J. Lima ¹, S. Ferreira ³

1 - Departamento de Ciências do Desporto. Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal

2 - Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD), Vila Real, Portugal

3 - Departamento de Matemática. Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal

Foi objectivo deste estudo analisar a existência do efeito da idade relativa na natação competitiva, considerando diversos grupos etários, ambos os géneros e os principais eventos competitivos de carácter individual. Foram considerados os 50 melhores nadadores Portugueses entre os 12 e os 18 anos (ambos os géneros) para a maioria das competições individuais (piscina longa) do calendário Olímpico. Na total foram analisadas 7811 entradas de participação competitiva, considerando-se para estudo o tempo em segundos, a pontuação FINA e o trimestre de nascimento de cada nadador. Os resultados revelam diferenças significativas ($p < .01$) na distribuição de sujeitos por trimestre de nascimento em ambos os géneros e para a quase totalidade dos grupos de idade. Em geral, os nadadores mais jovens nascidos no 1º trimestre apresentam um nível de desempenho superior quando consideramos o valor médio pontual de todas as provas. A análise por prova revela uma distribuição não equitativa ($p < .05$) no número de sujeitos por trimestre embora sobretudo nos grupos de idade mais jovens. Quanto à variação do desempenho por grupo trimestral de nadadores, os resultados apenas indicam diferenças significativas ($p < .05$) entre os nadadores de 12 anos de ambos os géneros nos 100m mariposa, entre os nadadores masculinos de 13 anos nos 200m bruços e entre os nadadores de 15, 16 e 17 anos nos 100m bruços, 200m bruços e 100m costas, respectivamente. Em conclusão, a presença do efeito da idade relativa é visível na natação competitiva sobretudo nos grupos de idade mais jovens e para a globalidade do desempenho desportivo.

Palavras-chave: efeito da idade relativa, idade cronológica, natação, grupos de idade

Análise da performance no remate no futebol: Pouca eficácia ou poucas oportunidades?

A. Vicente ^{1,3}, C. Fernando ^{2,3}, H. Lopes ^{2,3}

1 - Departamento de Ciências do Desporto, Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal

2 - Departamento de Educação Física e Desporto. Universidade da Madeira, Funchal, Portugal

3 - Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD), Vila Real, Portugal

A performance implica, para além de ser capaz de realizar uma prestação, a capacidade de tomar decisões correctas nas situações o que inclui decidir o que fazer e quando o fazer. Rematar, em futebol, é não só ser capaz de lançar a bola para a baliza, mas também colocá-la de forma a que o guarda-redes tenha dificuldade em interceptá-la, o que dará uma possibilidade de haver golo sem que haja uma falha grave da defesa (situação que pode acontecer mas que não deve constituir a base da performance da equipa). Para equacionar a performance das equipas de futebol de alto nível em competição (situação real de jogo) analisámos, pelo visionamento de trinta jogos do campeonato nacional e de competições da UEFA, nos remates feitos qual a percentagem de bolas que falharam a baliza, as que foram à baliza mas na direcção aproximada do guarda-redes e aquelas que foram numa direcção que sem uma intervenção com alguma dificuldade para o guarda-redes e que deram ou teriam dado golo. Incluímos neste último caso as bolas que foram ao poste ou à trave. Verificámos que 42% dos remates realizados falharam a baliza, 29% foram na direcção aproximada do guarda-redes e os restantes deram ou podiam ter dado golo. Concluímos que para o nível das equipas analisadas a performance apresentada no remate é relativamente baixa dado o relativamente pequeno número de oportunidades que se oferecem para rematar durante um jogo.

Palavras-chave: futebol, remate, performance, treino, intervenção

Efeito da variação do número de jogadores, alvos e área de jogo no ensino do basquetebol, andebol e futebol: Estudo centrado nas variáveis técnico-táticas

D. Coutinho¹, S. Reis¹, N. Leite^{2,3}

1 - Departamento de Educação e Psicologia, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal

2 - Departamento de Ciências do Desporto. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal

3 - Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD), Vila Real, Portugal

O objectivo deste estudo consistiu em analisar o efeito da variação do número de jogadores e alvos nos indicadores técnicos e táticos no ensino do Basquetebol, Andebol e Futsal. A amostra foi constituída por nove alunos da Escola S/3 S. Pedro (idade $13.3 \pm .7$ anos, peso 55.3 ± 4.18 kg, altura $166,8 \pm 3,76$ cm). A recolha dos dados realizou-se em três dias diferentes, não consecutivos, um para cada modalidade. Foram analisados os Jogos Reduzidos (JR): 3×3 a 1 alvo (JR1), 3×3 a 2 alvos (JR2), 4×4 a 1 alvo (JR3) e 4×4 a 2 alvos (JR4) para cada modalidade. Cada JR teve a duração de vinte e quatro minutos, divididos em séries de quatro minutos com períodos de dois minutos de recuperação activa entre as séries do exercício. Para a recolha dos indicadores técnico-táticos foi usada uma câmara digital. Posteriormente as filmagens foram observadas, analisadas e procedeu-se ao registo, por meio de anotação manual, dos indicadores técnico-táticos para cada um dos períodos de quatro minutos. Com base nos resultados obtidos, podemos afirmar que a manipulação do número de jogadores foi a variável responsável pela alteração da maioria dos indicadores táticos, em especial na modalidade de Andebol, enquanto a variação dos indicadores técnicos resultou principalmente da modificação do número de alvos, com maior incidência no Futsal.

Palavras-chave: jogos reduzidos, educação física, indicadores técnico-táticos

Efeitos da qualidade do adversário e do resultado corrente do jogo na organização ofensiva numa equipa de futebol portuguesa

J. Pratas¹, A. Volossovitch¹, O. Fernandes²

1 - Faculdade de Motricidade Humana, Universidade Técnica de Lisboa, Portugal

2 - Universidade de Évora, Portugal

O presente estudo teve como objectivo verificar o efeito da qualidade do adversário e do resultado corrente do jogo, na organização das sequências ofensivas que terminaram com remate de uma equipa de futebol portuguesa, Liga Sagres Época 2009-2010. A amostra foi constituída por 83 sequências ofensivas, observadas em dez jogos. Foi utilizado na análise tempo-movimento o programa TACTO, para obter (por digitalização) as coordenadas (x,y) do deslocamento dos jogadores atacantes e da bola e para a obtenção das coordenadas reais foi aplicado o método Direct Linear Transformation (2D-DLT). Posteriormente através do programa Matlab obteve-se a velocidade e as distâncias relativas às variáveis de performance velocidade de transmissão da bola, distância percorrida e distâncias dos atacantes em relação à bola. Na análise dos dados recorreu-se à estatística descritiva, ao teste t-student e à Anova dois factores. Apenas a variável velocidade de transmissão da bola demonstrou um efeito significativo da qualidade do adversário ($p \leq .05$). Os efeitos demonstram uma maior velocidade de transmissão da bola por parte dos atacantes nas sequências ofensivas que terminaram com remate nos encontros realizados contra os adversários mais fortes comparativamente contra os menos fortes. Os resultados enfatizam a necessidade de ter em consideração o contexto do jogo na avaliação da performance no futebol.

Palavras-chave: futebol, variáveis contextuais, organização ofensiva

Variabilidade interindividual dos parâmetros dinamométricos de duas variantes da técnica de partida dorsal em natação

K. de Jesus¹, P. Figueiredo¹, P. Gonçalves^{1,2}, S. M. Pereira^{1,3}, J.P. Vilas-Boas^{1,2}

1 - Centro de Pesquisa, Educação, Inovação e Intervenção em Desporto. Universidade do Porto, Porto, Portugal

2 - Laboratório de Biomecânica do Porto. Universidade do Porto, Porto, Portugal

3 - Laboratório de Pesquisa em Biomecânica Aquática. Centro de Ciências de Saúde e do Esporte, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil

O objetivo do presente estudo foi comparar a variabilidade interindividual dos parâmetros dinamométricos entre duas variantes da técnica de partida dorsal: (i) variante com pés paralelos imersos, (ii) variante com pés paralelos emersos. A amostra foi constituída por 6 nadadores do sexo masculino de alta proficiência em eventos da técnica dorsal, os quais desempenharam 4x15 m repetições máximas de cada variante. A componente horizontal da força foi registada utilizando uma plataforma extensométrica de forças subaquática a uma frequência amostral de 1000Hz, e posteriormente normalizada pela massa de cada nadador. O sinal da partida foi produzido por um dispositivo que esteve programado para exportar um disparo ao conversor A/D. As variantes da técnica da partida dorsal foram divididas em duas fases: do sinal de partida até à saída das mãos e da saída das mãos até à saída dos pés, baseadas em instantes de referência. A componente horizontal da força foi normalizada a 100% do respectivo tempo da partida. Força inicial, valores máximo e mínimo e os respectivos tempos foram analisados. A variabilidade interindividual (amplitude interquartílica) foi comparada entre as duas variantes através do teste de Wilcoxon. Foi observada maior variabilidade interindividual para a força inicial na variante com os pés em emersão. Não foram encontradas diferenças nos valores máximo e mínimo da força e respectivos tempos de ocorrência. A variante com os pés em emersão parece ser uma solução técnica mais complexa para os nadadores, particularmente no início da partida, requerendo especial atenção durante as sessões de treino.

Palavras-chave: biomecânica, dinamometria, natação pura desportiva, partidas

Efeito da variação do número de jogadores, alvos e área de jogo no ensino do basquetebol, andebol e futebol: Estudo centrado nas variáveis fisiológicas

S. Reis¹, D. Coutinho¹, N. Leite^{2,3}

1 - Departamento de Educação e Psicologia, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal

2 - Departamento de Ciências do Desporto. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal

3 - Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD), Vila Real, Portugal

Este estudo teve como objectivo determinar o efeito da variação do número de jogadores, da área de jogo e alvos, nas variáveis fisiológicas no ensino do basquetebol, andebol e futsal. Especificamente, este estudo propôs-se a avaliar e comparar a intensidade de exercício de diferentes Jogos Reduzidos (JR) através da percentagem da Frequência Cardíaca máxima (%FCmáx), da Percepção Subjectiva de Esforço (PSE) e do tempo despendido por cada zona de intensidade (tZONA). A amostra deste estudo foi constituída por 9 alunos do 8º ano de escolaridade ($M \pm DP$: idade 13.3 \pm .7 anos, altura 166.8 \pm 3.8 cm, peso 55.3 \pm 4.18 kg). A duração de cada JR foi repartida em 4 períodos de 4 min. de actividade intervalados por 2 min. de recuperação activa. A FC foi medida e registada pelos dispositivos Polar Team System, Polar Electro, Finland. A FCmáx foi determinada pelo Yo-Yo Intermitente Recovery Teste level 1 e foram definidas quatro zonas de intensidade: zona 1 (< 75% FCmáx); zona 2 (75-84% FCmáx); zona 3 (85-89% FCmáx); e zona 4 (\geq 90% FCmáx). Para avaliar a PSE foi usada a Escala de Borg 6-20. Foram identificadas diferenças estatisticamente significativas entre os diferentes JR aplicados ($p \leq .01$). O impacto fisiológico foi superior nos JR com o formato 3x3 comparativamente com os de formato 4x4. Os resultados demonstram que a intensidade do exercício durante os JR pode ser manipulada pela variação do número de jogadores, da área de jogo e alvos. Usando diferentes combinações dessas variáveis é possível modular e controlar a intensidade do exercício dentro da zona de alta intensidade a fim de proporcionar um estímulo de treino aeróbio específico.

Palavras-chave: jogos reduzidos, intensidade de exercício, frequência cardíaca, PSE

Avaliação do esforço físico de árbitros de andebol de elite através de técnicas semi-automáticas de processamento de vídeo

M.L. Estriga^{1,2}, A.T. Ferreira¹, C. Santiago³

1 - Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Portugal

2 - Centro de Inovação e Investigação em Desporto, Portugal

3 - Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Portugal

Foi desenvolvido e implementado um novo método para extracção de informação proveniente de imagens vídeo, com 16 cm de precisão espacial. Este método foi utilizado no estudo da posição dos árbitros de andebol ao longo do tempo de jogo, através do processamento do sinal proveniente de duas câmaras aéreas (1024×768/24bit/30 fps) colocadas no recinto de jogo, durante os últimos 9 jogos da Super Taça Portuguesa de Andebol (2011). Cada árbitro foi equipado com um acelerómetro tri-axial (10bit/128Hz) e um ECG de dois canais (10bit/256Hz). Os árbitros foram posteriormente submetidos a testes laboratoriais de determinação do limiar anaeróbio (concentração de lactato no plasma sanguíneo) e de consumo máximo de oxigénio (oximetria), em tapete rolante. Os resultados revelaram uma distribuição de velocidades tri-modal, com picos nos 0 km/h (parado), 4.5 km/h (a andar) e 13 km/h (a correr). A velocidade média de deslocamento em jogo foi de 5km, o que é concordante com outros resultados publicados. A comparação entre a efectiva velocidade de deslocamento, acelerometria e frequência cardíaca revelou que este último é um fraco indicador de esforço físico dos árbitros em situação de competição (Kendall tau= .38). Durante 46% do tempo de jogo a frequência cardíaca está acima da correspondente ao limiar anaeróbio determinado em laboratório, contudo em 88% do tempo a medida de esforço físico efectivo revela que estamos abaixo desse limiar. Estes resultados combinados com os dados provenientes da monitorização diária e durante o sono dos árbitros sugerem que a elevada frequência cardíaca observada durante os jogos é induzida pelo stress da competição. Finalmente, estes resultados foram solicitados pela Federação de Andebol de Portugal e ainda não foram publicados. Contudo a informação produzida foi já utilizada para propor procedimentos de avaliação da aptidão condicional dos árbitros à Federação Europeia de Andebol, assim como no desenvolvimento de programas de treino dos árbitros de elite Portugueses.

Palavras-chave: andebol, árbitros, condição física

A dificuldade dos exercícios individuais e de conjuntos de elite de ginástica rítmica

L. Ávila-Carvalho¹, E. Lebre¹

1 - Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Portugal

O nosso objectivo foi analisar a composição dos exercícios de competição de individuais (IND) e de conjuntos (CONJ) de Elite de Ginástica Rítmica (GR), contribuindo para a caracterização da Dificuldade dos exercícios. A nossa amostra foi constituída por 19 CONJ Seniores de GR e 74 ginastas de IND participantes na Taça do Mundo 2007 em Portimão. Analisamos os exercícios de corda e arco IND e 5 cordas e 3 arcos 4 maçãs em CONJ. A classificação dos grupos de elementos é a existente no Código de Pontuação de GR da Federação Internacional de Ginástica. Verificamos que em todos os exercícios analisados houve a predominância na utilização dos saltos *Jetés en tournant*, dos equilíbrios com tronco à horizontal, dos pivots com perna livre à frente/lateral. Nas flexibilidades/ondas foram as *grandes ecart* com tronco à horizontal as mais utilizadas nos 2 tipos de exercícios de CONJ e em arco (IND); no caso dos exercícios IND de corda foram as *grandes ecart* com tronco à retaguarda. Ocorreu uma predominância na utilização dos saltos nos 2 tipos de exercícios de CONJ e em corda (IND). No caso dos exercícios de arco (IND) foram as Flexibilidades/ondas. Os Equilíbrios foram os elementos que obtiveram valores de utilização inferior nos exercícios IND e em 5 cordas (CONJ) e no caso dos exercícios de arco/maças (CONJ) foram os pivots. Podemos concluir que a escolha das dificuldades corporais nos exercícios IND e CONJ de Elite de GR é idêntica independentemente dos aparelhos e da especialidade (CONJ ou IND).

Palavras-chave: ginástica rítmica, conjuntos, individuais, dificuldade

A caracterização da posse de bola em função da qualidade da oposição: Um estudo com as equipas de elite do futebol Português

V. Santos¹, A.P. Ferreira¹

1 - Faculdade de Motricidade Humana. Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, Portugal

A qualidade da oposição (QO) tem sido uma das variáveis de contexto mais estudada no futebol (Taylor et al., 2008; Lago, C., 2009). O presente estudo teve como objectivo a caracterização da posse de bola (PB) de equipas de elite em função da QO dos adversários que defrontam. Foram analisados 106 episódios de jogo dos três primeiros classificados da Liga Profissional de Futebol. Considerando o golo como um momento crítico, cada episódio observado constou de uma sequência de 5 minutos de jogo prévia ao golo. A QO foi definida pela classificação do adversário na referida competição à data do jogo: forte, média e fraca. Foi utilizada uma adaptação do SOF-5 (Castellano et al., 2004), definindo-se os comportamentos observados como parâmetros estruturais (PE) e funcionais (PF) da PB. Ambos os parâmetros foram usados para descrever as características da PB das equipas observadas. Os efeitos da QO na caracterização da PB foram testados através da MANOVA não paramétrica, usando-se a prova de Kruskal-Wallis para as confirmações de *post-hoc*. Os resultados demonstraram diferenças nos PF quando comparadas as diferentes QO ($\chi^2_{(24)} = 40.117, p \leq .05$). Quanto maior a QO, menores índices de sucesso foram registados no passe. Comparativamente à QO mais elevada, as equipas observadas quando confrontadas com uma média e fraca QO obtiveram durações da PB em zonas defensivas significativamente mais reduzidas. A maior pressão na bola e a maior expressão espacial que a QO possui, poderão ser os factores condicionantes da qualidade da PB no futebol.

Palavras-chave: futebol, análise de jogo, posse de bola, qualidade do adversário

Observação da estabilidade do padrão da técnica de braços

T. Matos¹, J. Freitas¹, A. Conceição^{1,2}, J. Campaniço^{2,3}, J. Rodrigues^{1,2}, H. Louro^{1,2}

1 - Escola Superior de Desporto de Rio Maior, Rio Maior, Portugal

2 - Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD), Vila Real, Portugal

3 - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal

O presente estudo teve como objectivo a análise da estabilidade do padrão da técnica de braços, criando um instrumento que servirá de base ao registo dos comportamentos observados durante a execução de vinte ciclos gestuais na técnica de braços. Neste contexto, recorrendo à análise qualitativa através da metodologia observacional, o estudo centrou-se na caracterização dos padrões motores do comportamento da técnica de braços em onze atletas de elite, numa distância de 200 m. O instrumento foi composto por um sistema de Formatos de Campo, com base em referências da metodologia observacional e modelos biomecânicos da Natação, dando especial evidência a cinco critérios taxionómicos que agregam, na forma de códigos alfa-numéricos, a informação decisiva para descrever comportamentos que definem a técnica de braços. Para garantir o rigor e objectividade do instrumento, foi efectuada a análise à qualidade e validade do instrumento recorrendo ao Índice de Kappa, com base nos registos de cinco observadores treinados (inter-observadores, 96.9%) e, para efeitos de precisão, de mais um perito (intra-observador, 97.8%). Para detectar os padrões existentes de cada nadador, recorreu-se ao software *Theme*, que permitiu identificar as estruturas estáveis de comportamento técnico dentro de um intervalo crítico de tempo ($p < .05$) – *t-patterns*. A estabilidade comportamental (variações de códigos) altera-se consoante o nadador e também entre as fases e momentos observados. Como conclusão, é possível apurar que a valência deste instrumento qualitativo é bem evidente pela estabilidade comportamental existente quando comparado o resultado obtido com um padrão geral da técnica de braços.

Palavras-chave: natação, análise técnica, metodologia observacional, braços


Constrangimentos didácticos aplicados no ensino do jogo de Andebol: Sua influência na utilização do espaço de jogo

C. Chagas¹

1 - Instituto Politécnico da Guarda. Portugal

Os jogos reduzidos e com as regras modificadas são meios didácticos amplamente utilizados no processo de ensino-aprendizagem do jogo. O presente estudo teve por objectivo comparar a qualidade de jogo a nível da utilização do espaço, evidenciada pelos praticantes do escalão de Infantis, antes e depois da aplicação no treino dos seguintes constrangimentos didácticos: 1) redução do número de jogadores até 5; 2) utilização exclusiva do passe picado; 3) reposição da bola em jogo após golo a partir da área da baliza; 4) defesa individual. A amostra foi constituída por 33 jogadores, com idades entre os 11 e 12 anos e tempo médio de prática federada da modalidade de 2.3 anos, pertencentes a quatro equipas do escalão de Infantis (duas experimentais e duas de controlo). O grupo experimental foi sujeito a um treino com constrangimentos didácticos, aplicado durante quatro microciclos, duas vezes por semana, durante 15 minutos. A análise dos dados foi efectuada com recurso à estatística descritiva e as diferenças entre os grupos foram examinadas com recurso ao teste de t de Student. Não ocorreram diferenças significativas, ao nível de ocupação de espaço ofensivo, entre os grupos experimental e de controlo, apesar da tendência de aumento da distância entre os jogadores em campo, depois da aplicação dos constrangimentos didácticos, em situações de contra-ataque e de ataque organizado. Estes resultados reforçam a necessidade de estudar a influência dos diferentes tipos de tarefas no comportamento ofensivo dos praticantes nas fases iniciais de aprendizagem de Andebol.

Palavras-chave: constrangimentos didácticos, andebol, espaço de jogo

 Todo o conteúdo da revista **Motricidade** está licenciado sob a [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/), excepto quando especificado em contrário e nos conteúdos retirados de outras fontes bibliográficas.

Acute metabolic and hormonal response to resistance training protocols differing in 'level of effort'

L. Sánchez-Medina¹

1 - Studies, Research and Sports Medicine Center, Government of Navarra, Pamplona, Spain

Configuration of the exercise stimulus in resistance training (RT) has been traditionally associated with a combination of the so-called 'acute resistance exercise variables' (exercise type and order, loading intensity, number of repetitions and sets, rests duration, etc.). Increasing evidence seems to suggest that reaching repetition failure may not necessarily improve the magnitude of strength gains. Several recent studies from our research group have compared the mechanical and metabolic response to different RT protocols in which each set is ended before reaching muscular failure vs. going to failure. The results of these studies show that the relationship between the number of repetitions actually performed in a set and the maximum possible number that can be completed is a key aspect to take into account when prescribing RT since the hormonal and metabolic stress clearly differs when manipulating these variables. Based on our findings, training to muscle failure is not advisable because it induces excessive fatigue, mechanical and metabolic strain that could compromise recovery for subsequent training sessions. In RT for most sports, even at the elite level, sets should be terminated well ahead of reaching failure. A more rational, velocity-based, approach to RT is proposed in which a certain percent velocity loss limit dictates when to terminate a set while avoiding performing unnecessary repetitions, which may not be contributing to the desired training effect. Furthermore, the immediate feedback the athlete receives during each training session may increase the potential for adaptation.

Keywords: muscle strength, weight training, sports performance, neuromuscular fatigue

Correlações entre parâmetros de força obtidos durante o salto vertical e o sprint de 5m em estudantes universitários

M.H. Gil^{1,2}, R.J. Ramos^{1,2}

1 - Departamento de Ciências do Desporto. Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal

2 - Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD), Portugal

O objectivo deste estudo pretendeu examinar quais os parâmetros de força (medidos durante o salto vertical) que melhor se correlacionavam com a capacidade de sprint de curta duração, e verificar se essas relações estavam de acordo com estudos já publicados. Foram avaliados 25 indivíduos do género masculino (estudantes universitários), com idades compreendidas entre os 18 e os 25 anos. Para familiarização com os testes de salto vertical (numa máquina Multipower) e de sprint de 5m, foram realizadas duas sessões de treino duas semanas antes da aplicação dos testes. Para a recolha de dados, no teste de salto vertical foi utilizado um medidor linear de posição (T-Force System) e no teste de sprint foi utilizado um instrumento de medição Brower (Wireless Sprint System). Em termos estatísticos, a relação entre as variáveis foi analisada através do coeficiente de correlação de Pearson ($p \leq .05$) recorrendo ao programa estatístico SPSS. Os resultados revelaram que os parâmetros de força que evidenciaram correlações significativas entre o salto vertical e o sprint foram a força média propulsiva, o impulso mecânico e a potência média propulsiva. Em suma, tendo por base que estes parâmetros são relevantes para o sprint de curta duração, sugerimos que o treino de força, baseado em exercícios como o salto vertical, é determinante para desenvolver a capacidade de sprint de curta duração. Este estudo é uma mais-valia no auxílio dos treinadores que pretendam desenvolver nos seus atletas a capacidade de sprint de curta duração numa multiplicidade de desportos, tanto colectivos como individuais.

Palavras-chave: correlações, parâmetros de força, salto vertical, capacidade de sprint, estudantes universitários.

Os efeitos do treino de força em crianças jogadoras de futebol: Uma análise individualizada

L.C. Branquinho ¹

1 - Departamento de Ciências do Desporto. Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal

O propósito deste estudo visa provar que é possível potenciar o rendimento desportivo de jogadores de futebol com idades compreendidas entre os 11 e os 12 anos, através da realização de um treino de força com exercícios específicos para o treino do salto vertical com contra movimento. Foi utilizada como amostra uma equipa de futebol de 10 jogadores, aos quais foi solicitado a realização de vários testes, nomeadamente salto vertical com contra movimento, velocidade em dez e vinte metros, salto horizontal, velocidade de remate e um circuito de técnica individual. O plano de treino aplicado teve uma durabilidade de cinco meses. Os exercícios prescritos foram: agachamentos completos, ½ de agachamento, saltitares, saltos simples a pés juntos e saltos verticais com e sem contra movimento. Foi utilizada uma carga de treino com uma frequência semanal de 2 sessões com 3 a 4 séries por exercício com repetições a variarem entre 6 e 8. Os resultados são conclusivos uma vez que ao longo do ciclo de treino a generalidade dos jogadores evoluiu as variáveis em estudo, estas descobertas sugerem que o protocolo de treino utilizado neste estudo pode ser uma estratégia de treino efectiva por induzir adaptações de treino específicas de futebol. Conclui-se que o treino em crianças pode ser benéfico de modo a potenciar e otimizar o rendimento desportivo, desde que este seja adequado às necessidades de cada jogador. Um trabalho leve de força dinâmica pode ser eficaz em jogadores de futebol de 11 e 12 anos de idade.

Palavras-chave: rendimento desportivo, crianças, treino de força, salto vertical com contra movimento, futebol

Movement velocity as a measure to control resistance-training effort

J.J. González-Badillo ¹

1 - Department of Sport and Informatic, Faculty of Sport, University Pablo of Olavide, Seville, Spain

Configuration of the exercise stimulus in resistance training has been traditionally associated with a combination of the so-called 'acute resistance exercise variables' (exercise type and order, loading, number of repetitions and sets, rests duration and movement velocity). During traditional resistance exercise in isoinertial conditions, and assuming every repetition is performed with maximal voluntary effort, velocity unintentionally declines as fatigue develops. Unfortunately, very few studies analyzing the response to different resistance training schemes have described changes in repetition velocity or muscular power. It thus seems necessary to conduct more studies using models of fatigue that analyze the reduction in mechanical variables such as force, velocity and power output over repeated dynamic contractions in actual training or competition settings.

Keywords: velocity, strength, power, level of effort

Central and peripheral fatigue in humans: Role of altitude

J. Lopéz-Calbet ¹

1 - Department of Physical Education. University of Las Palmas de Gran Canaria. Spain

During whole body exercise, increasing the oxygen carrying capacity of blood enhances exercise capacity and relieves fatigue, while the opposite is observed when the oxygen capacity of blood is reduced. Hypoxia reduces both the arterial oxygen content and the arterial PO₂ and several studies have shown that the reduction in exercise capacity in hypoxia is related to the decrease in oxygen saturation, i.e., arterial oxygen content. However, in severe hypoxia low arterial PO₂ may have an additional contribution to fatigue, beyond that elicited by local mechanisms related to an increased anaerobic metabolism. During incremental exercise to exhaustion in severe acute hypoxia fatigue (i.e., interruption of exercise) is caused by central mechanisms mostly linked to low brain oxygenation. By using carbon monoxide, we have shown that low arterial PO₂ appears to play a major role rather than reduced arterial O₂ content in causing central fatigue. On the other hand, with leg occlusion experiments we have revealed that oxygenation has a local almost instantaneous ergogenic effect, implying that not only the brain but also the fatigued muscles respond swiftly to increases in PaO₂ when exercising in severe hypoxia. Afferent feedback from the respiratory muscles and the fatigued locomotory muscles may modulate these responses.

Keywords: hypoxia, oxygenation, fatigue

How can scientists help swimmers and coaches to improve performance?

R.H. Sanders ¹

1 – Centre for Aquatics Research and Education (CARE), Institute of Sport, Physical Education and Health Sciences (SPEHS), The University of Edinburgh, Edinburgh, UK.

Swimming coaches and swimmers value feedback on aspects of performance including technique in mid-pool swimming, starts and turns. The purpose of this paper is to describe the methods and approaches currently used at CARE to provide information to coaches and swimmers to improve the performance of the swimmers. These methods include simple qualitative assessment of video recordings of actions above and below the water surface, simple two-dimensional quantitative analysis from different camera perspectives, three-dimensional quantitative analysis, and assessment of muscle activity using electromyography. A multidisciplinary approach is used to determine changes in the training program to improve fitness, posture, and technique. This approach involves interaction and cooperation among biomechanists, exercise physiologists, physiotherapists, and strength and conditioning specialists, as well as the swimmers and coaches.

Keywords: swimming, analysis, feedback

Potência aeróbia em futebolistas do escalão "infantis": A variabilidade entre sujeitos treinados e não treinados

J.N. Mendes¹, R. Fernandes¹, A.V. de Brito^{1,2}

1 - Escola Superior de Desporto, de Rio Maior, Portugal

2 - Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD), Vila Real, Portugal

Com o trabalho desenvolvido, pretendeu-se analisar e comparar as respostas fisiológicas de vinte e duas crianças pré-pubescentes num teste máximo aeróbio em que onze sujeitos praticam futebol federado (T) e onze sujeitos são sedentários (sem prática desportiva formal) (NT). O grupo T tinha uma idade (Idd) média de $11.3 \pm .5$ anos tendo o grupo NT apresentado uma Idd de $10.9 \pm .3$ anos. Para alcançar os objectivos propostos, avaliou-se o consumo de oxigénio absoluto e relativo (VO_{2Abs} e VO_{2Rel}), a ventilação (V_E) e a frequência cardíaca (FC) através dum teste de esforço máximo (protocolo de Balke modificado com análise directa de gases) com uma passadeira. Analisou-se os resultados (software PASW 18.0) obtidos pelos indivíduos T (VO_{2Abs} : $2.5 \pm .4$ L•min⁻¹; VO_{2Rel} : 58.02 ± 9.75 ml•kg⁻¹•min⁻¹; V_E : 84.72 ± 18.24 L•min⁻¹; FC: 193.7 ± 7.11 b•min⁻¹) e NT (VO_{2Abs} : $2.3 \pm .3$ L•min⁻¹; VO_{2Rel} : 57.50 ± 9.93 ml•kg⁻¹•min⁻¹; V_E : 75.41 ± 10.88 L•min⁻¹; FC: 104.5 ± 5.97 b•min⁻¹) tendo sido verificadas diferenças significativas nos valores de FC dos grupos. Concluiu-se que, para a população observada, existem diferenças na resposta cardíaca ao esforço entre os grupos embora nas restantes variáveis fisiológicas os valores médios sejam aproximados.

Palavras-chave: potência aeróbia, pré-pubescentes, análise de gases, protocolo de Balke

Neurobiological evaluation of the submaximal velocity in front crawl swimming: A pilot study

I. Karsai¹, A.T. Conceição^{2,3}, B. Király⁴, R. Jozsa¹

1- University of Pécs, Institute of PE and Sport Science, Pécs, Hungria

2- Sports Sciences School of Rio Maior, Polytechnic Institute of Santarém, Portugal

3- Research Centre in Sports, Health and Human Movement, Vila Real, Portugal

4- University of Pécs, Institute of Applied Mathematics, Pécs, Hungria

The aim of this study was to evaluate the effect of the motorlaterality by analyzing the sEMG activity of three major contributor muscles of the upper arm motion to the submaximal velocity front crawl swimming. One well-trained female swimmer participated in the study (20 years, 60 kg, 170 cm), swam 100m front crawl swimming, and because of the measurement equipment it was not allowed to use a push off start and flip turns. The sEMG applied was wireless bioPluxresearch system (sampling-1000Hz), active electrodes were placed on pectoralis major(PM), triceps brachii (TB) and latissimus dorsi (LD) and were recorded of both sides and normalized. The variability of the sEMG activities were calculated during 9 consecutive strokes as Emax, avgEMG, (rate of the active and non active phases) RAF, (duration of the active phase) Aftime and (peak to peak time of the Emax) EmaxPP. Our results showed that the difference between the TB activity (5.06%) considerably higher as were found by the LD and PM (1.63 and 3.24% respectively). The detected average differences along the chosen parameters were high by the Aftime (3.71%) and small by the RAF (.86%). In conclusion we can establish that the used method differentiate well among the chosen parameters and can show the effect of the motorlaterality as detected by the function of the TB activity, which is responsible for the stroke regulation controlling the elbow position. This method should be used on larger samples to give more reliable answer to the question was set.

Keywords: motorlaterality, EMG, energy envelope, front crawl swimming

Caracterização fisiológica do futebol 7 – escalão benjamins

N. Coito¹, J.P. Brito^{1,2}

1- Escola Superior de Desporto de Rio Maior, Instituto Politécnico de Santarém, Portugal

2 - Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD), Vila Real, Portugal

Os objectivos do estudo foram caracterizar fisiologicamente o jogo de “futebol 7”, através da frequência cardíaca ($FC_{média}$, e FC_{Max}) no escalão de Benjamins (9 a 11 anos), caracterizar a composição corporal dos jogadores, estimar o consumo máximo de oxigénio ($VO_{2máx}$) e caracterizar fisiologicamente as posições de jogo no que respeita à distância percorrida e carga interna. A amostra constituída por 54 jogadores de futebol do sexo masculino (12 avançados, 11 defesas centrais, 16 defesas laterais e 15 médios centro). O $VO_{2máx}$ foi estimado através do teste aeróbio vaivém de Léger. A $FC_{média}$, FC_{max} e distância percorrida foram medidos, durante 25min de jogo, através dos cardiofrequencímetros modelo RX800 Sport Watch (Polar, Finland) com GPS acoplado. Os valores da FC_{max} no jogo (199.72 ± 8.95 bat/min) não apresentam diferenças significativas com os do teste vaivém (201.35 ± 7.92 bat/min). A distância média percorrida foi 1472.65 ± 267.97 m. Os médios centros (50.51 ± 4.36 ml/kg/min) obtiveram os valores mais elevados no $VO_{2máx}$. Na distância percorrida verificou-se diferenças significativas ($p \leq .05$) entre os defesas centrais vs laterais e entre defesas centrais vs os médios centros. Na FC_{max} e na $FC_{média}$ mas não se verificam diferenças significativas. Os resultados sugerem que não existe especificidade metabólica nas posições do Futebol de 7 em crianças dos 9/10 anos e o jogo apresenta uma intensidade média de 86 % da FC_{max} sendo uma zona de intensidade que permite incrementar a potência aeróbia.

Palavras-chave: futebol 7, benjamins, frequência cardíaca, VO_2 máximo, teste vaivém

Impacto do jogo no perfil bioquímico e na função neuromuscular de atletas de andebol de elite

S. Póvoas^{1,2}, A. Seabra^{3,4}, A. Ascensão^{3,5}, J. Magalhães^{3,5}, J. Soares^{3,4}, A. Rebelo^{3,4}

1 - Instituto Superior da Maia (ISMAI), Maia, Portugal

2 - Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD), Vila Real, Portugal

3 - Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Porto, Portugal

4 - Centro de Investigação, Educação, Inovação e Intervenção no Desporto, Porto, Portugal

5 - Centro de Investigação em Actividade Física, Saúde e Lazer, Porto, Portugal

Pretendeu-se com este trabalho estudar as alterações no perfil bioquímico e na função neuromuscular induzidas pelo jogo de andebol. As avaliações foram realizadas antes, durante e após o jogo em 18 jogadores masculinos de elite (26.1 ± 3.22 anos, 187.4 ± 8.01 cm, 87.5 ± 7.86 kg e 9.6 ± 2.76 % massa gorda). Durante o jogo, os valores médios das concentrações sanguíneas de lactato foram de 4 ± 2.1 mmol.l⁻¹ e os máximos de 8 ± 1.4 mmol.l⁻¹. A glicemia manteve-se estável (7.5 ± 1.08 e $6.8 \pm .85$ mmol.l⁻¹, 1.^a e 2.^a partes, respectivamente), assim como os valores de ácido úrico ($.40$ mmol.l⁻¹). Após a 1.^a parte do jogo, as concentrações plasmáticas de ácidos gordos livres (AGL) e glicerol revelaram os aumentos mais acentuados (169 ± 101.3 e 327 ± 207.5 %, AGL e glicerol, respectivamente; $p < .05$), particularmente depois da 2.^a parte (343 ± 209.8 e 567 ± 352.4 %, AGL e glicerol, respectivamente; $p < .05$), tendo-se observado um incremento relativamente à 1.^a ($p < .05$). Após o final do jogo, observou-se um decréscimo ($p < .01$) da capacidade de resistência (33.4 ± 8.74 %), de salto (7.4 ± 6.45 %) e da velocidade (1.6 ± 2.61 %), que também diminuiu durante a 2.^a parte (3.9 ± 4.93 %, $p < .01$). As alterações nos parâmetros bioquímicos e neuromusculares indicam uma diminuição da intensidade do esforço durante e após o jogo.

Palavras-chave: andebol, fadiga neuromuscular, perfil bioquímico, atletas masculinos de elite

Análise de variáveis preditivas do deslize aquático através de um modelo de path-analysis

J.E. Morais¹, J.E. Mejias¹, M. Moreira², W. Feitosa³

1 - Departamento de Ciências do Desporto. Instituto Politécnico de Bragança/CIDESD, Portugal

2 - Departamento de Ciências do Desporto. Universidade de Trás-os-Montes/CIDESD, Portugal

3 - Universidade Federal do Ceará, Ceará, Brasil

O objectivo deste estudo foi realizar um modelo confirmatório da relação entre as variáveis velocidade de nado, coeficiente de arrasto, área de secção transversa do tronco, arrasto passivo e *Squat Jump* no deslize aquático após impulsão da parede testa. A amostra foi composta por 23 sujeitos (12 do sexo masculino e 11 do sexo feminino) com uma média de idades de $13.61 \pm .83$ anos. Foi utilizado um modelo de análises de equações estruturais que testa possíveis relações causais entre as variáveis seleccionadas. A capacidade preditiva do deslize com base no *Squat Jump* foi superior ($p = .02$) à do arrasto passivo ($p = .05$). Registaram-se ainda correlações significativas ($p < .05$) entre as variáveis predictoras do arrasto passivo (i.e. coeficiente de arrasto, velocidade e área de secção transversa do tronco). Um menor arrasto passivo implicou um menor deslize. Isto porque, para um aumento do deslize ocorre aumento da velocidade, sendo que com o aumento da velocidade aumenta de igual forma o arrasto. O modelo final explicou em 30% o deslize. Enquanto índice de ajuste do modelo, foram adoptados: o Chi quadrado, em que $\chi^2 = 26.946$, $p < .001$; o rácio Chi quadrado/graus de liberdade, em que $\chi^2/\text{gl} = 3.849$; e a raiz quadrada da matriz dos erros, em que $\text{SRMR} = .207$. Concluiu-se que: i) um menor valor de arrasto não implica maior deslize e ii) a variável *Squat Jump* teve um maior contributo predictivo para o deslize do que o arrasto passivo.

Palavras-chave: deslize, arrasto hidrodinâmico, *path-analysis*, natação

Resposta do VO_2 com diferentes tempos de análise para determinar a velocidade mínima ao VO_2max em natação *

K. de Jesus¹, J. Ribeiro¹, A. Sousa¹, K. de Jesus¹, J.G. Pelarigo¹, P. Figueiredo¹, L. Guidetti³, C. Baldari³, J.P. Vilas-Boas^{1,2}, R.J. Fernandes¹

1 - CIFI2D. Faculdade de Desporto. Universidade do Porto, Porto, Portugal

2 - Laboratório de Biomecânica do Porto. Universidade do Porto, Porto, Portugal

3 - Istituto Universitario di Scienze Motorie. Università Degli studi di Roma. Roma, Itália

* Projeto PTCD/DES/101224/2008 e CAPES Proc 5431/10-7

O objetivo do presente estudo foi determinar o efeito da utilização de diferentes tempos de análise na resposta do consumo de oxigénio (VO_2) obtida durante um protocolo intermitente incremental de $7 \times 200\text{m}$ na técnica de crawl, usando 6 tempos diferentes de análise (respiração a respiração e médias de 5, 10, 15, 20 e 30s). Para este estudo, 10 nadadores de nível nacional realizaram o teste incremental acima descrito para a determinação da velocidade mínima ao VO_2max ($v\text{VO}_2\text{max}$). Os valores de VO_2 foram diretamente mensurados utilizando um analisador de gases telemétrico K4b2. Entre cada patamar foram destinados 30s de intervalo para a coleta de sangue capilar ($5\mu\text{l}$) para determinar as concentrações sanguíneas de lactato [La^-]. A velocidade pré-determinada para cada patamar foi controlada por um pacer visual. Os valores de VO_2 correspondentes à $v\text{VO}_2\text{max}$ foram superiores para a frequência amostral respiração a respiração (57.2 ± 7.9) em relação às médias de 10 (55.1 ± 6.3), 15 (54.9 ± 6.1), 20 (54.6 ± 5.1) e 30s (53.1 ± 5.1), todos para $p < .01$. O valor da média de 5s (56.1 ± 7.3) foi superior à de 20 e 30s ($p < .01$), evidenciando que maiores tempos de análise podem subestimar os valores de VO_2 . Apesar da frequência amostral de respiração a respiração apresentar valores de VO_2 superiores, foi possível observar uma substancial flutuação inter-respiração das trocas de gases, a qual pode dificultar a identificação da incidência do *plateau* de VO_2 . Recomenda-se que os tempos de análise de 5s (ou eventualmente de 10 e 15s) podem ser utilizados para verificar a resposta do VO_2 durante protocolos incrementais para determinar a $v\text{VO}_2\text{max}$.

Palavras-chave: natação pura desportiva, consumo máximo de oxigénio, plateau, tempos de análise

Comparação entre o limiar anaeróbio ventilatório e metabólico em natação *

J. Ribeiro ¹, K. de Jesus ¹, M. Sousa ¹, R.J. Fernandes ¹

1 - CIFI2D. Faculdade de Desporto. Universidade do Porto, Porto, Portugal

* Projeto PTC/D/DES/101224/2008 e CAPES Proc 5431/10-7

O objectivo do presente estudo consistiu na determinação e comparação de dois métodos de identificação do limiar anaeróbio individual em natação: limiar metabólico (LM) e limiar ventilatório (LV). Doze nadadores de nível nacional (20.45 ± 2.58 anos, $1.80 \pm .67$ m, 74.78 ± 4.93 kg) realizaram um protocolo intermitente incremental de $n \times 200$ m na técnica crol, com incrementos de $.05 \text{ m.s}^{-1}$ e intervalos de 30 s. O LM e LV foram determinados pelo método dos mínimos quadrados através da modelação das curvas da concentração de lactato ($[\text{La}^{-1}]$)/velocidade e ventilação (V_e)/velocidade, respectivamente. Os valores de V_e foram mensurados através de um oxímetro (K4 b2, Cosmed) e as concentrações de lactato $[\text{La}^{-1}]$ foram obtidas através de um analisador de lactato portátil (Lactate Pro, Arkay, Inc.). O valor médio das $[\text{La}^{-1}]$ ao LM foi de $2.63 \pm 1.11 \text{ mmol.L}^{-1}$ e o valor médio de V_e ao LV foi de $89.02 \pm 10.13 \text{ l.min}^{-1}$. As $[\text{La}^{-1}]$ revelaram-se mais baixas comparativamente ao valor tradicional de 4 mmol.l^{-1} , limitando o uso deste valor de referência para determinação do limiar anaeróbio, bem como para avaliação da capacidade aeróbia individual. Os resultados não evidenciaram diferenças estatisticamente significativas entre as velocidades de LM e LV ($1.31 \pm .04 \text{ m.s}^{-1}$, $1.29 \pm .05 \text{ m.s}^{-1}$; $p > .05$), sugerindo que ambos os métodos são válidos na determinação do limiar anaeróbio individual em natação. Assim sendo, quer o LM quer o LV são ferramentas úteis para determinação das intensidades de nado, bem como para controlo e avaliação do processo de treino.

Palavras-chave: Limiar anaeróbio, lactatemia, ventilação, crol

Associação longitudinal do rendimento na corrida da milha com parâmetros antropométricas, fisiológicos e do treino: Estudo de caso

J.A. Bragada ¹, N.C. Gomes ¹

1 - Departamento de Ciências do Desporto e Educação Física. Instituto Politécnico de Bragança, Portugal/CIDESD

A finalidade deste estudo foi a de analisar a modificação do rendimento na corrida da milha, a par de alterações no consumo máximo de oxigénio ($\text{VO}_{2\text{max}}$), velocidade a que ocorre o $\text{VO}_{2\text{max}}$ ($\text{VelVO}_{2\text{max}}$), velocidade a que ocorre uma concentração de lactato sanguíneo de 4 mmol/L (V_4), índice de massa corporal (IMC), volume semanal e intensidade no treino intervalado, ao longo de uma época desportiva num corredor de meio fundo. O corredor foi sujeito a 3 períodos de avaliações: Outubro, Fevereiro e Junho. Em cada momento foram realizados testes para determinação daquelas variáveis. Os principais resultados foram: diminuição da Massa Corporal (-4.7%) e Índice de Massa Corporal; o valor médio da percentagem da FCMax à qual ocorreu a V_4 situou-se nos 91.6% ; a V_4 melhorou $.48 \text{ km/h}$ do primeiro momento para o segundo, e uma diminuição de $.45 \text{ km/h}$ do segundo para o terceiro. A V_4 situou-se, em média, a 82.6% da $\text{VelVO}_{2\text{max}}$; o $\text{VO}_{2\text{max}}$ aumentou do segundo para o terceiro momento (69.50 ml/kg/min para 75.29 ml/kg/min); a PSE para o mesmo tipo de treino decresceu ligeiramente ao longo da época; a $\text{VelVO}_{2\text{max}}$ também aumentou neste período, passando de 21 para 22 km/h . O volume de treino diminuiu do 2º para o 3º momento de avaliação, ao invés da intensidade (mais treino intervalado). Verificou-se uma melhoria do rendimento na corrida da milha ao longo dos 3 períodos ($4 \text{ min } 42 \text{ seg}$, $4 \text{ min } 36 \text{ seg}$ e $4 \text{ min } 26 \text{ seg}$, respectivamente). Em conclusão, podemos referir que as modificações ocorridas no processo de treino ao longo da época provocaram melhorias acentuadas no rendimento. A $\text{VelVO}_{2\text{max}}$ foi a variável fisiológica que mais estreitamente acompanhou a modificação do rendimento. Uma estimativa da V_4 pode ser realizada determinando a velocidade estabilizada a 90% da FCMax.

Palavras-chave: rendimento, corrida meio fundo, controlo do treino, $\text{VelVO}_{2\text{max}}$, V_4 , $\text{VO}_{2\text{max}}$

Finais do 13º campeonato do mundo FINA: Comparação da cinemática da braçada e tempos parciais de prova de acordo com a performance, sexo e prova nas técnicas de costas, mariposa e bruços

S. Jesus¹

1 - Instituto Politécnico de Bragança/CIDESD, Bragança, Portugal

Foi objectivo do presente estudo comparar a cinemática da braçada e tempos de prova, de Bruços, Costas e Mariposa, nas finais do 13º Campeonato do Mundo, FINA (Roma, 2009): (i) entre os três primeiros e os três últimos classificados de cada sexo por prova; (ii) entre sexos em cada prova e; (iii) entre provas em cada sexo. Através do teste Mann-Whitney U para (i) verificou-se a existência de diferenças significativas, nos 50m, 100m e 200m, no estilo Bruços, nas variáveis, Tempo de Nado (TN), Tempo de Partida (TP), Índice de Nado (IN), Frequência Gestual (FG), Distância de Ciclo (DC), Velocidade Média (V), em Mariposa nas variáveis TN, V, tempo de viragem (TV), TP e no estilo Costas, nas variáveis TN, FG, TP, IN, V, DC; (ii), verificaram-se diferenças significativas, nas distâncias referentes às provas de Bruços nas variáveis V, TN TP, IN, DC, nas provas de Mariposa nas variáveis TN, V, TV, e TP e Costas, nas variáveis V, IN, TN, TP, FG, TV, DC; (iii) a partir do teste ANOVA foram observadas diferenças significativas, nas provas Bruços masculinas nas variáveis estudadas, enquanto nas femininas, nas variáveis TN, V, FG, DC, IN. No estilo de Mariposa masculino, as diferenças significativas foram observadas nas variáveis TN, V, TV FG, DC, TP, semelhante às femininas, com excepção da variável DC. Nas provas de Costas para o sexo masculino nas variáveis TN, V, TV, FG, DC, nas provas femininas estas ocorreram nas variáveis TN, V, FG, DC. Concluindo, existem diferenças significativas nos pontos estudados.

Palavras-chave: cinemática, braçada, costas, bruços, mariposa

Actividade física, sedentarismo e saúde: Que relações?

J. Mota^{1,2}

1 - Centro de Investigação em Actividade Física, Saúde e Lazer, Porto, Portugal

2 - Faculdade de Desporto – Universidade do Porto, Porto, Portugal

O papel fundamental da actividade física no conjunto de comportamentos favorecedores de um estilo de vida saudável resulta do corolário de um acervo informativo suficientemente importante. Neste contexto, emerge a questão que se relaciona com o tipo de comportamentos sedentários e/ou passivos dos jovens, nomeadamente os associados ao uso dos computadores e da TV. Por conseguinte, e tendo em atenção os problemas ligados ao tempo livre como o predomínio de consumo passivo, monotonia, inactividade e ocupação receptiva, isolamento e individualismo, falta de contactos e de relações pessoais, falta de competências para projectos autónomos e activos, a ocupação positiva do tempo livre surge como uma preocupação decisiva na transformação de comportamentos desviantes e, no caso específico da actividade física, dos sedentários. Uma percentagem elevada do tempo que as crianças gastam no visionamento televisivo e uso de computadores, o chamado “*screen time*” parece ser uma característica comum nas populações das sociedades desenvolvidas. De facto, se a ideia dos hábitos televisivos retirarem tempo para a prática de actividade física (AF) parece ter alguma consistência (as 20 horas, em média, dedicadas por semana à televisão, pelas crianças, reduz o seu tempo livre em cerca de 50%), a evidência sugere que, mesmo antes da televisão, as crianças optavam preferencialmente por passatempos sedentários. A identificação destes factores é uma questão chave na detecção e no ultrapassar das barreiras associadas à prática regular de actividade física, às intervenções estratégicas de programas de actividade física, bem como à manutenção de níveis apropriados de actividade física.

Palavras-chave: estilo de vida, tempo livre, hábitos televisivos

Relação entre a variância cubital e as características biológicas, treino e força de preensão nas ginastas portuguesas imaturas

L. Amaral¹, A. Claessens², J. Ferreirinha³, P. Santos⁴

1 - Faculdade de Ciências da Saúde. Universidade Fernando Pessoa, Porto, Portugal

2 - Department of Biomedical Kinesiology, Katholieke Universiteit Leuven, Belgium

3 - Centro de Estudos em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD), Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal

4 - Centro de Investigação, Formação, Inovação e Intervenção em Desporto (CIF²D), Faculdade de Desporto. Universidade do Porto, Portugal

Este estudo teve como objectivo investigar a variância cubital num grupo de ginastas do sexo feminino de diferentes idades e níveis competitivos; avaliar as diferenças existentes entre a variância cubital à direita e à esquerda e a sua relação com as características biológicas, treino e força de preensão. Trinta e três ginastas Portuguesas imaturas (média de idade 11.1 anos) de diferentes escalões competitivos foram avaliadas em vários parâmetros como a maturação, estatura, peso, composição corporal e força de preensão bilateral. A variância cubital foi obtida através dos procedimentos de Hafner e a idade óssea com o método de Tanner-Whitehouse 3. Verifica-se que a média da idade óssea (10.1 ± 1.9 anos) é inferior em um ano à idade cronológica e esta discrepância acentua-se com a idade. As ginastas praticam há 6.1 anos, com início aos 5.1 anos e treinam 16.7 horas/semana. A variância cubital apresentou valores negativos (-1.7 a -3.1 mm), os quais tendem a tornar-se mais positivos (+.3 a -1.0 mm) com o aumento da idade. Foram observadas diferenças significativas entre a variância cubital à direita e à esquerda. Não houve correlação entre a variância cubital e o treino. Apenas se verificou correlação com a idade óssea ($r = .38$), estatura ($r = .41$), e massa isenta de gordura ($r = .48$). Concluindo, os resultados deste estudo não corroboram a hipótese de que as alterações da variância cubital, e consequente dor e/ou lesão no punho, estão directamente associadas com o treino das ginastas ou com a força de preensão.

Palavras-chave: ginastas imaturas, variância cubital, treino, força de preensão

Aptidão funcional e o equilíbrio na população idosa

S. Palmeira¹, M.F. Ramalho¹, M.L. Machado³, H. André³, M.F. Carnide³, J.P. Brito^{1,2}

1 - Escola Superior de Desporto de Rio Maior, Instituto Politécnico de Santarém, Portugal

2 - Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD), Vila Real, Portugal

3 - Faculdade de Motricidade Humana, UTL, Lisboa, Portugal

Alterações relacionadas com a idade no componente periférico do sistema somatossensorial afectam directamente a estabilidade postural e a capacidade de restaurar o controlo vertical na sequência de uma perda de equilíbrio. O estudo teve como objectivo verificar os efeitos da aplicação de um programa de exercícios aquáticos e terrestres, focalizados na estabilidade postural na população idosa. A amostra é constituída por 44 idosos ($M \pm DP$, idade, 70.48 ± 5.8 anos, peso corporal, 69.5 ± 16.7 kg, altura, 153.1 ± 8.5 cm, IMC, 29.4 ± 5.3 kg/m²), 81% são mulheres. Os sujeitos foram divididos em dois grupos: Grupo experimental (GE, $n = 26$) realizou um programa de exercícios de treino funcional de 15 minutos/sessão seguido de hidroginástica de 45 minutos/sessão, 2x semanais e o grupo de controlo (GC, $n = 18$) realizou apenas hidroginástica, durante 6 meses. Foram aplicados 3 testes da bateria de avaliação da aptidão física funcional de Fullerton e 3 testes da bateria de avaliação do equilíbrio de Fullerton. Na avaliação pré-intervenção os grupos demonstraram ser homogéneos e no pós-intervenção foram encontradas diferenças intra-grupo nos testes "Levantar e sentar na cadeira" (GE, $p = .018$) e (GC, $p = .009$). No GE foram encontradas diferenças no teste "Dar 10 passos em linha recta" ($p = .042$) e no teste "Permanecer de olhos fechados numa superfície de espuma" ($p = .017$). Apesar de não se constarem diferenças nas comparações entre os dois grupos com a intervenção, o GE apresentou alterações na avaliação pós-intervenção em relação à 1ª avaliação, o que sugere que a conjugação de um programa de exercícios aquáticos com uma rotina de exercícios funcionais parece influenciar positivamente a aptidão funcional e o equilíbrio na população idosa.

Palavras-chave: exercício aquático, treino funcional, equilíbrio, idosos

Compreender a adesão ao exercício através da orientação motivacional e da atitude face à actividade física

L. Cid^{1,3}, J.C. Leitão^{2,3}, J.A. Alves^{1,3}, T. Bento^{1,3}, J.M. Moutão^{1,3}

1 - Escola Superior de Desporto de Rio Maior (ESDRM) – Instituto Politécnico de Santarém, Rio Maior, Portugal

2 - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Vila Real, Portugal

3 - Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD), Vila Real, Portugal

De acordo com a teoria dos objectivos de realização, as pessoas envolvem-se nas actividades para desenvolverem ou demonstrarem competência, orientando assim os seus objectivos para a tarefa ou para o ego, respectivamente. Este critério diferenciado de conceber a competência tem impacto na motivação das pessoas e pode influenciar a sua atitude (crenças, sentimentos e comportamentos) face à prática de exercício físico. Desta forma, o principal objectivo deste estudo foi analisar as relações entre os objectivos de realização, as atitudes e a adesão dos sujeitos à prática de exercício. Participaram no presente estudo 65 praticantes de exercício em ginásios, de ambos os géneros (51 femininos e 14 masculinos) e com idades entre os 19 e os 61 anos ($M = 30.7$, $DP = 8.5$). Os instrumentos de medida utilizados foram as versões portuguesas da *Goal Orientation in Exercise Scale* e a *Escala de Actitudes hacia la Actividad Física y el Deporte*. Os resultados indicaram uma correlação positiva e significativa, embora baixa, entre os anos de prática e as atitudes ($r = .27$, $p = .03$) e a orientação para o ego ($r = .30$, $p = .01$). Para além disso, também se verificaram diferenças significativas entre os grupos criados em função do nível de adesão à prática, ou seja, os praticantes com mais tempo de adesão (superior a 18 meses de prática) têm uma atitude mais positiva face ao exercício ($F = 5.34$, $p = .01$) e são mais orientados para o ego ($F = 15.55$, $p = .000$) do que os praticantes com menos tempo de adesão (inferior a 6 meses e entre 6 e 18 meses de prática).

Palavras-chave: objectivos de realização, atitudes, adesão ao exercício

Estudo longitudinal dos níveis da aptidão física, saúde e obesidade infantil

J. Martins ^{1,2}, C. Rondão ¹, J. N. Cardoso ³, P. Duarte ^{1,4}

1 - Departamento de Ciências do Desporto. Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal

2 - Centro de Investigação em Actividade Física, Recreação e Lazer (CIAFEL), Porto, Portugal

3 - Escola Superior de Desporto, Santarém, Rio Maior, Portugal.

4 - Departamento de Gestão e Marketing, Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal

O objectivo deste trabalho pretende estudar os níveis de aptidão física e o seu grau de associação relativamente aos meios urbano e rural em crianças do 1º ciclo. A amostra é constituída por 161 alunos, 76 são do sexo feminino e 85 do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 6 e os 10 anos, sendo 85 provenientes do meio urbano e 76 provenientes do meio rural. Relativamente ao IMC e MG, é no meio rural que existe um maior número de rapazes na zona saudável, quanto às raparigas, é no meio urbano que existe mais alunas na zona saudável. Na diferenciação entre géneros são os rapazes que obtêm melhores resultados nos níveis de aptidão física e obesidade, quanto à influência do meio, o meio urbano evidencia melhores resultados face ao meio rural. Os valores do IMC dos rapazes do meio rural na zona saudável são superiores aos rapazes do meio urbano. Quanto às raparigas, tanto as do meio urbano como rural têm praticamente a mesma % na zona do saudável. Quanto às raparigas, são as do meio urbano a ter melhores resultados nas três zonas, sendo a zona saudável a obter maior % nas raparigas. Na relação entre géneros são os rapazes a ter melhores resultados nos níveis de aptidão física e obesidade. Na relação entre meios, é o meio urbano a apresentar melhores resultados. A existência de dois momentos de análise permite-nos verificar que há uma melhoria em todos os testes.

Palavras-chave: aptidão física, saúde, meio urbano, meio rural

Avaliação do sobrepeso em crianças do 1º ciclo do ensino básico do concelho do Fundão

J. Martins ^{1,2}, A. Rito ³, A. L. Silva ³, J. Breda ^{3,4}

1 - Departamento de Ciências do Desporto. Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal

2 - Centro de Investigação em Actividade Física, Recreação e Lazer (CIAFEL), Porto, Portugal

3 - Universidade Atlântica, Lisboa, Portugal.

4 - WHO Europe, Denmark

O propósito deste trabalho é avaliar o Estado Nutricional e o Sobrepeso em Crianças do Ensino Básico (Programa MUNSI – 1ª Fase, 2008/2009), efectuado no município de Fundão, e a Plataforma Contra a Obesidade da Direcção Geral da Saúde. Foram seleccionadas para o estudo todas as crianças matriculadas no 2º ano do 1º ciclo do ensino básico das escolas públicas do concelho, tendo sido avaliadas 373 crianças de 28 escolas envolvendo as respectivas 31 freguesias. Das crianças avaliadas, 50.5% eram do sexo masculino e 49.5% do sexo feminino, a idade média das crianças de 7.2 anos. Foram avaliados os parâmetros antropométricos gerais (massa corporal e altura). Verificamos que 71.0% das crianças do concelho apresentavam normoponderalidade (IMC entre P5 e P84), 26.8% das crianças tinham excesso de peso, dos quais 13.7% apresentavam pré-obesidade ($P85 \leq \text{IMC} < P95$) e 13.1% eram obesas ($\text{IMC} \geq P95$). Da população estudada, 2.1% apresentavam baixo peso ($\text{IMC} < P5$). Neste estudo observa-se que o concelho do Fundão parece acompanhar a tendência nacional no que diz respeito à prevalência de obesidade infantil. Em média as raparigas eram menos pesadas (27.2 kg) e mais baixas (125.8 cm) do que os rapazes (28.4 kg e 127.5 cm, respectivamente).

Palavras-chave: estado nutricional, sobrepeso, contexto escolar, crianças

Acerca das obrigações e competências dos académicos

J.O. Bento ¹

1 - Faculdade de Desporto. Universidade do Porto, Porto, Portugal

O papel dos intelectuais (académicos ou não) não é, manifestamente, hoje tão marcante como na Modernidade Humanista e Iluminista, para não ir mais atrás a épocas em que os seus precursores ostentavam o distintivo de *'não primitivos'*. Não são mais eles a fonte predominante de legitimação de causas, conceitos, grandezas e ideais, normas, objetivos, padrões e princípios, organizados em sistemas balizadores da conduta humana. Contudo, além de não poderem despedir-se de tal função, vêem-se obrigados a reforçar o investimento na tarefa de intérpretes da realidade, das derivas e desvios em que esta é deveras fértil. Agora como antes, eles não podem despir a roupa de *'pensadores'* e *'ajudadores'*; não lhes é consentido prescindir da obrigatoriedade de prestar ajuda aos outros, aos *'não pensadores'*, de ousar apontar um rumo por entre as ondas alterosas da desorientação e incerteza. Como sublinhou Michel Foucault (1926-1984), eles detêm um poder de tipo *'pastoral'*, incumbindo-lhes servir de *'pastor'*, garantir *'pasto'* e sustento aos necessitados e recorrentes aos serviços de conhecimento. Isto vale para afirmar que os quadros académicos têm que corresponder à sua condição de intelectuais, honrar e fazer jus ao seu estatuto de *seres bidimensionais*. Sendo pensadores, não podem evitar analisar, classificar, criticar, esclarecer, ponderar, duvidar, inventar, valorar e propor. Nesta conformidade importa ponderar, aqui e agora, na presente conjuntura, as implicações que o estatuto de *'intelectual'* ou *'teórico'* comporta.

Palavras-chave: intelectuais, pensadores, deveres

Improving physical education teachers' action with overweight students

M. Cloes ¹

1 - Department of Sport Sciences. University of Liege, Belgium

Nowadays, overweight is one of the most important plagues and many authors believe that the fast increase of this phenomenon during the last decades can be considered as a global epidemic. School has been identified as one of the pillars of the necessary multisectorial approach that must be implemented to fight against this inexorable trend. According to this, promotion of physical activity at school is become a priority. Logically, physical education teachers are considered as the most appropriate actors of the implementation of active school projects. As stated by health specialists that we have interviewed, they should be able to deal with the presence of overweight students. Nevertheless, we pointed out that they were lacking of specific knowledge and were rather reluctant to deal with overweight student for fear of doing wrong (negative psychological reactions). It was necessary to propose to PE teachers and specialists of obesity/overweight to meet in order to build bridges over the gap between the two groups of actors. This paper will describe a research project that we implemented in the perspective to develop a collaboration between six PE teachers and six specialists. Using the nominal group technique, problems encountered by physical educators when facing overweight/obese students were identified. Strategies of action were suggested and discussed. After this session, during four months, the PE teachers experienced them freely with their classes. At the end of the project, both groups met again in order to share the experiences. All subjects underlined the interest of this collaboration.

Keywords: physical education, overweight, obesity, physical activity promotion

O processo de treino de uma equipa de futebol de alta competição em Portugal: Estudo dos exercícios no período preparatório e competitivo

A. Crispim-Santos¹, J. Andrade¹

1 - Sub-Área Científica de Pedagogia do Desporto, Escola Superior de Desporto de Rio Maior, Instituto Politécnico de Santarém

O objectivo deste estudo consiste em caracterizar todos os exercícios realizados no Período Preparatório e Competitivo por equipa de futebol de alta competição em Portugal. Quisemos compreender as diferenças e/ou semelhanças entre ambos os períodos e dentro do Período Competitivo, analisar quais as implicações que a ausência de competição promove no conteúdo do microciclo. Foram analisados, 790 exercícios de treino, perfazendo um total de 31 microciclos com 183 treinos. Definimos 2 Períodos, o Período Preparatório (PP) e o Competitivo (PC). O Período Competitivo foi dividido em dois “sub-períodos” (Período Competitivo Com Competição – PCCC – e Período Competitivo Sem Competição – PCSC). De acordo com Castelo (2003), utilizámos a seguinte classificação: EPG – Exercícios de Preparação Geral; EEPG – Exercícios Específicos de Preparação Geral; EEP – Exercícios Específicos de Preparação. Os dados recolhidos permitem-nos referir que: o PP face ao PC, apresenta um total de unidades de treino (10.6 vs 5.3) e de exercícios de treino (52.0 vs 22.6) por microciclo muito mais elevado; em ambos os períodos analisados (PP e PC) os exercícios em que a bola esteve presente foram sempre superiores aos restantes; os EEPG (exercícios específicos de preparação geral) e os EEP (exercícios específicos de preparação), ocupam, em conjunto, 77.6% do tempo total de treino; dentro do PC, o PCCC e o PCSC quando comparados, apresentam muitas semelhanças, quer no tipo de exercícios, quer na distribuição dos mesmos ao longo do microciclo, demonstrando que nesta equipa, a ausência de competição no final do microciclo não implica diferenças na estrutura do microciclo tipo.

Palavras-chave: futebol, exercícios, microciclo, período preparatório, período competitivo

Estudo do processo ofensivo da equipa campeã nacional portuguesa de futebol feminino

A. Crispim-Santos¹, A. Valinho¹

1 - Sub-Área Científica de Pedagogia do Desporto, Escola Superior de Desporto de Rio Maior, Instituto Politécnico de Santarém

O nosso estudo incide sobre a análise do processo ofensivo da equipa bicampeã nacional de futebol feminino português, a equipa feminina sénior da S.U. 1º Dezembro, caracterizando e comparando o processo ofensivo de duas épocas consecutivas, 2006/2007 e 2007/2008. Tentaremos simultaneamente perceber que tipo de evolução existiu no processo ofensivo da equipa ao longo das duas épocas, comparando os resultados obtidos com os valores de referência da seleção feminina da Alemanha que foi campeã do mundo em 2003 e 2007. A amostra do nosso estudo centra-se nas sequências ofensivas retiradas de quatro jogos realizados pela equipa da S.U. 1ºDezembro da época desportiva de 2006/2007 e quatro jogos da época de 2007/2008. Foram analisadas variáveis relativas à dimensão tempo, dimensão espaço, dimensão tarefa e dimensão organização da equipa. Concluímos que a equipa da S.U.1º Dezembro apresentou melhorias ao nível do seu processo ofensivo, na época desportiva de 2007/2008 em relação à anterior, ao nível do número de variações de corredor, alcance do passe, número de jogadoras com intervenção na ação ofensiva, número de bolas recuperadas, forma como termina a ação ofensiva e método de jogo ofensivo.

Palavras-chave: futebol feminino, processo ofensivo, análise de jogo

A importância do apoio individualizado do professor de educação física a alunos com paralisia cerebral no meio aquático: Dois estudos de caso

C. Lourenço¹, H. Saraiva¹

1 - Instituto Superior de Ciências da Informação e da Administração de Aveiro (ISCIA), Aveiro, Portugal

O objectivo do presente estudo foi verificar a importância do apoio individualizado de um professor de educação física, no meio aquático, a portadores de paralisia cerebral. Foram realizados dois estudos de caso, com duas crianças portadoras de Paralisia Cerebral (PC), com 9 e 11 anos de idade, para os quais foi realizado um plano de intervenção individualizado, no meio aquático, e com a duração seis semanas. As sessões semanais decorreram duas vezes por semana tendo a duração de 60 minutos. A auto-estima foi avaliada através da escala de Susan Harter e o perfil psicomotor das crianças foi identificado com a bateria psicomotora (BPM) de Vítor da Fonseca. Os resultados indicaram que a prática de um programa de actividades aquáticas, com apoio individualizado, teve um contributo positivo no desenvolvimento do auto-conceito/auto-estima e no perfil psicomotor das crianças em estudo. Os itens da Escala de Susan Harter demonstraram uma melhoria, diminuindo a discrepância entre os domínios; os subfactores da bateria de psicomotora de Fonseca, também, demonstram uma melhoria ao longo do programa de intervenção. As sessões de actividade física, tendo um apoio individualizado, permite uma maior estimulação da criança, fazendo-a alcançar melhores níveis de desempenho e melhorando o auto-conceito/auto-estima.

Palavras-chave: paralisia cerebral, actividades aquáticas, apoio individualizado e factores psicotores

Leitura da posição relativa do centro de massa / base de apoio

C. Fernando^{1,3}, H. Lopes^{1,3}, A. Vicente^{2,3}

1 - Departamento de Educação Física e Desporto. Universidade da Madeira, Funchal, Portugal

2 - Departamento de Ciências do Desporto, Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal

3 - Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD), Vila Real, Portugal

A leitura da posição relativa do centro de massa / base de apoio dos desportistas, por parte do treinador ou docente, é um factor importante para que possa haver um diagnóstico que permita um feedback e uma correcta personalização do treino. Na situação experimental, com uma amostra de 7 profissionais com boa experiência de orientação de treino: Seis elementos observavam, pela frente, a cerca de cinco metros, e registavam numa ficha adequada cada um dos outros que se colocavam sobre duas balanças distando 50 cm (medidas sobre o centro da plataforma da balança) e colocadas lado a lado. Quem estava sobre as balanças colocava-se numa das seguintes posições: peso igual em cada um dos pés, mais (+) 10%, 20% ou 30% do peso sobre um pé, ou menos (-) 10%, 20% ou 30% medidos sempre sobre o mesmo pé. O executante via o mostrador da balança para regular a posição. Cada elemento tinha experimentado durante 3 minutos, fora da vista dos outros, as posições que poderiam criar mais dificuldades de leitura. As leituras foram feitas sobre doze posições de cada pessoa, não podendo haver mais que duas vezes em cada posição. Dos 504 resultados obtidos verificámos a seguinte distribuição das leituras correctas: 90% nos -30%; 65% nos -20%; 45% nos -10%; 55% peso igual; 34% nos +10%; 70% nos +20%; 95% nos +30%. Os valores obtidos, quando considerado os efeitos na análise pretendida, justificam a realização da personalização do diagnóstico.

Palavras-chave: diagnóstico, personalização, leitura, treino, intervenção

Percepções dos professores de educação física da escola básica do 2º e 3º ciclos Jorge Montemor e da escola secundária de Montemor-o-Velho relativamente às razões para o descontentamento dos alunos

C. Pinheiro ^{1,2}, R. Pinto ¹

1 - Instituto Superior da Maia

2 - Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD)

“Outra vez isto professor!” Todos os anos se ouve este descontentamento por parte dos alunos de diferentes níveis de ensino e em diferentes escolas. Foi esta insatisfação manifestada pelos alunos que originou o presente trabalho. O objectivo do estudo consistiu em analisar as percepções dos professores de Educação Física (EF) acerca das razões pelas quais os alunos exteriorizam o seu descontentamento. Para a recolha de dados recorremos a uma entrevista semi-estruturada efectuada a 6 professores de EF da Escola Básica 2º/3º ciclos Jorge Montemor (EBJM) e 6 professores de EF da Escola Secundária de Montemor (ES), com idades compreendidas entre os 29 e 52 anos de idade, e tendo entre 1 a 20 anos de serviço. Depois de transcritas, as entrevistas foram submetidas à técnica de análise de conteúdo. Verificamos que as razões apontadas, pelos professores de ambas as escolas, para o descontentamento dos alunos se centraram na repetição de matérias e de conteúdos, no programa nacional de EF, na personalidade dos alunos, no desagrado do aluno por determinadas modalidades, nos horários escolares e na existência de uma cultura de EF instituída na comunidade docente.

Palavras-chave: educação física, percepções, descontentamento, alunos

Segmentação de consumidores de desportos de inverno, usando os atributos do destino como suporte a uma análise da competitividade de estâncias de ski: Estudo de caso

D.A.M. Miragaia ^{1,4}, M.A.B. Martins ¹, L.F.S. Quaresma ^{3,4}, J.J.M. Ferreira ^{2,5}

1 - Departamento de Ciências do Desporto. Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal

2 - Departamento de Gestão e Economia. Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal

3 - Departamento de Desporto, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal

4 - Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD), Vila Real, Portugal

5 - Núcleo de Estudos em Ciências Empresariais (NECE), Covilhã, Portugal

O objectivo deste estudo foi o de identificar os atributos que diferentes segmentos de turistas privilegiam na escolha de um destino turístico de desportos de inverno e analisar o grau de satisfação destes sobre os serviços prestados pela única estância de ski existente em Portugal. O instrumento utilizado para recolha de dados foi um questionário adaptado Konu et al. (2010) e Hudson e Shephard (1995), aplicado a uma amostra composta por 200 turistas. Foi utilizada uma análise factorial de onde se extraíram factores que serviram de base a uma análise de clusters, tendo sido utilizados os métodos hierárquicos de aglomeração, o método de agregação e o método da distância euclidiana ao quadrado, para se efectuar a análise através do dendograma. Posteriormente, em função dos clusters encontrados, verificou-se a sua validação com recurso à % de variação derivada do coeficiente de determinação da ANOVA, aplicada aos factores extraídos. No sentido de obter clusters mais adequados, recorreu-se ao método não hierárquico *K-means*. Foram identificados cinco factores acerca dos atributos mais valorizados na escolha do destino e distinguidos seis clusters de consumidores. No que se refere à análise da satisfação sobre os serviços da estância, foram identificados cinco factores e discriminadas as preferências de diferentes segmentos de consumidores através da identificação de cinco clusters. O estudo sugere que a segmentação dos consumidores com base nas características dos atributos do destino, em conjunto com uma avaliação da sua satisfação sobre os serviços disponibilizados, pode fornecer informação relevante para avaliar a competitividade das organizações.

Palavras-chave: turismo desportivo, segmentação dos consumidores, satisfação dos consumidores, competitividade, desportos de inverno

Canais de comunicação preferenciais em praticantes de *fitness*

S.M. Alves^{1,2,3}, V.A. Simões^{1,2,3}, S.C. Franco^{1,2,3}, J.F. Rodrigues^{1,2,3}

1 - Escola Superior de Desporto de Rio Maior – Instituto Politécnico de Santarém, Rio Maior, Portugal

2 - Grupo de Investigação em Pedagogia do Desporto – UIIPS, Santarém, Portugal

3 - Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD), Vila Real, Portugal

A capacidade de comunicação dos instrutores de *fitness* é um dos aspectos que tem sido identificado como determinante para o sucesso na leccionação de aulas de grupo. Alguns estudos identificaram a existência de canais de comunicação preferenciais (visual, auditivo e cinestésico) que, quando são corretamente privilegiados, beneficiam a comunicação e consequentemente os processos de ensino e de aprendizagem. O presente estudo tem como objectivo caracterizar os canais de comunicação preferenciais de um grupo de praticantes de *fitness* ($n = 40$), do sexo feminino ($n = 27$) e masculino ($n = 13$), com idades compreendidas entre os 18 e os 28 anos (20.02 ± 2.08). Aplicámos o questionário de Autodiagnóstico do Sistema de Representação Dominante, composto por 45 questões que permitem avaliar o sistema de percepção preferencial utilizado no processo de comunicação. Os resultados obtidos indicaram que o canal de comunicação preferencial na amostra foi o canal visual (16.83 ± 6.27), seguindo-se o auditivo (14.38 ± 5.46) e o cinestésico (13.80 ± 4.57). A existência de alguma dispersão dos valores em torno da média poderá significar alguma heterogeneidade entre os sujeitos da amostra estudada. Estes resultados reforçam a importância de se conhecer e personalizar os canais de comunicação preferenciais dos praticantes de *fitness* e da diversificação da sua utilização durante o processo de ensino, através da utilização das instruções de comando, verbais, gestuais e cinestésicas.

Palavras-chave: comunicação, instrução, atividade física

Identificação e priorização dos stakeholders como suporte das decisões estratégicas nas organizações desportivas: Estudo de caso

D.A.M. Miragaia^{1,4}, J.J.M. Ferreira^{2,5}, A.L. Carreira¹, L.F.S. Quaresma^{3,4}

1 - Departamento de Ciências do Desporto. Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal

2 - Departamento de Gestão e Economia. Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal

3 - Departamento de Desporto, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal

4 - Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD), Vila Real, Portugal

5 - Núcleo de Estudos em Ciências Empresariais (NECE), Covilhã, Portugal

A presente investigação tem como objectivo testar empiricamente a teoria dos stakeholders como suporte à tomada de decisão estratégica de uma organização desportiva - o clube de futebol Centro Desportivo de Fátima - Portugal. Especificamente pretende: (a) identificar e analisar as percepções de decisores externos e internos sobre a relação que os atributos poder, legitimidade e urgência têm na saliência de um grupo de stakeholders; e (b) priorizar e classificar os grupos de stakeholders. Foi utilizada uma análise de regressão linear múltipla para avaliar a influência dos atributos poder, legitimidade e urgência na saliência dos diversos stakeholders. Os resultados evidenciaram uma convergência das percepções dos decisores externos e internos, quanto aos três principais grupos de stakeholders: gestão de topo, patrocinadores e massa associativa. Através das correlações de Pearson, identificaram-se quatro tipos de stakeholders: definitivos, perigosos, exigentes e não-stakeholders. Verificou-se ainda uma diferenciação generalizada na classificação dos stakeholders, relativamente à valorização dos atributos, entre os decisores externos e internos. Para além disso, o estudo sugere que o êxito da gestão das organizações dependerá da identificação correcta dos stakeholders e consequente avaliação da relevância destes, de forma a salientar a quem e como deve ser dada prioridade na tomada de decisão estratégica. Porém, convém salientar que a dinâmica intra e extra organizacional pode ganhar novas configurações, o que se pode reflectir na priorização e relevância dos stakeholders, ao longo do tempo.

Palavras-chave: teoria de stakeholders, tomada de decisão, gestão de organizações desportivas, gestão estratégica, futebol

Incongruências e desafios no processo de avaliação de desempenho dos treinadores

J.A. Soares ^{1,2}, H.R. Antunes ²

1 - Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD), Vila Real, Portugal

2 - Universidade da Madeira, Centro de Ciências Sociais, Departamento de Educação Física e Desporto, Portugal

O estudo teve por objectivo analisar o processo de avaliação de desempenho de 223 treinadores (27%) dos clubes da Madeira. Utilizou-se um questionário como instrumento de pesquisa, construído de raiz e validado por experts com diferentes níveis de experiência no treino. Foi utilizada a estatística descritiva e a análise inferencial com recurso ao teste de independência do Qui-quadrado, para uma probabilidade de erro de .05. Os resultados indicam que 95 treinadores (42%) nunca foram submetidos a qualquer tipo de avaliação e 128, apesar de terem sido avaliados, forneceram indicações que atribuem insuficiências a esta prática: 51.2% não consegue precisar o número de vezes que foi avaliado; 39.2% desconhece o instrumento/critérios utilizado(s); 37.1% não recebeu um feedback do seu trabalho. Verificou-se ainda que não existe uma associação entre os treinadores de diferentes escalões etários e de diferentes níveis competitivos, e a realização da avaliação de desempenho ($p = .835$ e $p = .560$). Por outro lado, existe uma associação entre o vínculo contratual do treinador e a avaliação de desempenho ($p = .010$), sendo que os treinadores contratados são mais avaliados do que aqueles que têm um vínculo precário. Os resultados sugerem a introdução de um processo estruturado e sistemático, onde se definam objetivos, critérios e instrumentos de avaliação que contribuam para a melhoria e diferenciação do papel específico do treinador, de acordo com a missão e objetivos estratégicos do clube.

Palavras-chave: avaliação de desempenho, treinadores, clubes desportivos

Índice de massa corporal e motivação intrínseca em praticantes de *fitness*

J.M. Moutão ^{1,3}, L. Cid ^{1,3}, J.C. Leitão ^{2,3}, J.A. Alves ^{1,3}

1 - Escola Superior de Desporto de Rio Maior (ESDRM) – Instituto Politécnico de Santarém, Rio Maior, Portugal

2 - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Vila Real, Portugal

3 - Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD), Vila Real, Portugal

A relação entre a motivação intrínseca e o índice de massa corporal em praticantes de *fitness* tem ganho importância, uma vez que a perda de peso é um dos motivos mais referidos pelos europeus para praticarem exercício físico, sendo a motivação intrínseca um dos preditores mais forte da alteração do peso corporal a longo prazo. O objectivo deste estudo foi analisar a relação existente entre o índice de massa corporal e a motivação intrínseca. Foi calculado o índice de massa corporal de uma amostra de 94 praticantes de *fitness* do sexo feminino, com idades compreendidas entre os 16 e os 60 anos ($M = 32.82$, $DP = 12.08$) e avaliada a sua motivação intrínseca através da versão portuguesa do *Behavioural Regulation in Exercise Questionnaire 2*. Os resultados revelaram a existência de uma relação negativa e significativa entre o índice de massa corporal e a motivação intrínseca ($r = -.38$, $p < .00$), traduzida no facto de o grupo de praticantes obesos ter um valor de motivação intrínseca estatisticamente inferior ao do grupo normoponderal ($t = -3.17$, $p < .00$). À luz da teoria da autodeterminação, a menor motivação intrínseca observada nos praticantes obesos poderá ser reflexo de uma maior percepção de pressão para a prática de exercício, que resulta numa menor motivação intrínseca. Este facto pode justificar, por si só, uma abordagem multidisciplinar e mais psicopedagógica à orientação de programas de exercício para controlo do peso.

Palavras-chave: motivação, fitness, índice massa corporal

As decisões pré-interactivas e interactivas do treinador de ténis

P. C. Rodrigues^{1,2}, J. Rodrigues^{2,3}, P. Sequeira^{2,3}

1 - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal

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

3 - Escola Superior de Desporto de Rio Maior do Instituto Politécnico de Santarém, Rio Maior, Portugal

O pensamento do treinador é um aspecto condicionador da sua actuação e cuja influência se manifesta no desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem. Qualquer treinador actua de modo determinado como consequência de decisões prévias, baseadas num pensamento e reflexão anteriores. No sentido de compreender os perfis de intervenção dos treinadores, no contexto de treino e de competição, vários estudos foram desenvolvidos, emergindo a Instrução como o comportamento pedagógico mais frequente entre os treinadores. A instrução define-se a como sendo os comportamentos (verbais e não verbais) assumidos pelos agentes de ensino (professor/treinador) para comunicar informação substantiva, isto é, directamente relacionada com os objectivos e conteúdos de aprendizagem. Assim, pretende-se com esta investigação verificar se existe relação entre as decisões pré-interactivas e as decisões interactivas do treinador de ténis. A amostra será constituída por 30 treinadores de ténis. Irá ser aplicada uma entrevista semi-estruturada de forma presencial antes da sessão de treino para analisar as decisões pré-interactivas. Posteriormente será utilizado o Sistema de Observação do Treinador e do Atleta (S.O.T.A.) para analisar as decisões interactivas na dimensão Instrução. Seguidamente para relacionar as decisões pré-interactivas com as decisões interactivas será utilizado um sistema de observação de conteúdo substantivo do ténis. O facto de a observação ser realizada em climas naturais de acção e a recolha de dados ser realizada de forma transversal, os mesmos apresentam-se como factores limitadores do estudo.

Palavras-chave: decisões pré-interactivas, decisões interactivas, treinador, ténis

Rendimento desportivo versus rendimento académico: Um estudo com atletas de desportos individuais de alta competição

R. Resende^{1,2}, P. Santos^{1,2}, S. Póvoas^{1,2}, N. Pimenta^{1,2}, A. Albuquerque^{1,2}

1 - Instituto Superior da Maia

2 - Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD)

Alto rendimento desportivo e rendimento académico são duas actividades exigentes, que, por si só, apresentam dificuldades ao indivíduo que pretende desempenhar ambas com sucesso. Neste sentido, pretendemos averiguar qual o tipo de dificuldades existentes na sua compatibilidade. O presente estudo foi realizado com doze atletas de alto rendimento de desportos individuais (sete do sexo masculino e cinco do sexo feminino) das modalidades de Atletismo, Ginástica Acrobática, Judo e Remo. Através de entrevistas semi-estruturadas, procedeu-se à recolha de dados, que foram posteriormente analisados através de uma análise de conteúdo. Do conteúdo das entrevistas emergiram três domínios. O Domínio I está associado à experiência pessoal, o Domínio II aos apoios e dificuldades e o Domínio III à concepção desses mesmos apoios e dificuldades. As principais conclusões apontam para que: i) as principais dificuldades de conciliação do desporto de alto rendimento e a formação académica são a falta de tempo e o cansaço; ii) Nem todos os atletas usufruem das medidas de apoio a que têm direito, geralmente por falta de necessidade das mesmas, mas consideram haver uma certa “utopia” quanto à figura do professor acompanhante; iii) A família é um alicerce importante para o sucesso e sentem apoio por parte do clube, no entanto, apontam alguma incongruência relativamente aos apoios prestados pela escola/faculdade; iv) O maior condicionamento é a falta de tempo para outras actividades, daí sentirem, também, que seriam melhores atletas se não estudassem e vice-versa; v) Avaliam a sua conciliação do desporto de alto rendimento com a formação académica, como razoável e possível.

Palavras-chave: Alto rendimento, apoios institucionais, conciliação, desportos individuais, formação académica

Representação dos professores de educação física sobre a detecção de talentos desportivos no contexto da aula de educação física

R. Resende ^{1,2}, P. Monteiro ^{1,2}, N. Pimenta ^{1,2}, A. Albuquerque ^{1,2}

1 - Instituto Superior da Maia

2 - Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD)

Pretende-se com este trabalho analisar a perspectiva do professor de Educação Física (EF) na Detecção, Selecção e Promoção de Talentos Desportivos (DSPTD) durante a leccionação da disciplina de EF. Pretendemos identificar e analisar os critérios de detecção, os factores de selecção, os métodos para a sua aplicação, a sua utilidade na escola e fundamentalmente perceber a importância dos aspectos e procedimentos relacionados com o aluno talentoso, no contexto escolar, em países com níveis de crescimento desportivo diferenciado (Portugal, Espanha, Itália e Brasil). O trabalho contou com a participação de 36 profissionais de EF de ambos os sexos e de diferentes nacionalidades, com idade média de 37.9 ± 8.4 anos e um tempo de serviço médio de 12.2 ± 7.5 anos. Foram utilizados o programa SPSS17 e o programa NVivo 9 para o tratamento dos dados. As principais conclusões apontam para que nos critérios de detecção e selecção os factores do desempenho competitivo/motor são considerados os mais importantes, seguido dos técnicos e psicológicos; os métodos mais utilizados são as grelhas de observação; no papel da escola o professor é o principal meio do processo, por vias do desporto escolar e clube desportivo, sendo fundamental que obtenha relações desportivas entre instituições; o aluno é prioritariamente observado nas suas capacidades motoras, seguindo-se a técnica e a capacidade cognitiva; na promoção do talento do aluno a família, o clube desportivo e a motivação são essenciais para a evolução; existem diferenças entre os países em estudo, onde se destaca a Espanha pelo investimento e o aproveitamento.

Palavras-chave: Detecção, selecção, promoção, talento, educação física

O bom treinador de ténis

C. Pinheiro ^{1,2}, T. Carvalho ¹

1 - Instituto Superior da Maia

2 - Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD)

O treinador de ténis, a par de outras modalidades, tem que desenvolver competências que lhe permitam dirigir o treino com vista a formar e potenciar comportamentos nos seus atletas, que os coloquem na rota de sucesso. Torna-se assim pertinente estudar a percepção do atleta relativamente ao que considera ser o bom treinador de ténis. Os dados foram recolhidos através de uma entrevista semi-estruturada efectuada a 6 ex-atletas do género masculino. A informação recolhida foi submetida à técnica de análise de conteúdo tendo sido criadas as seguintes categorias: características do treinador, competências do treinador, treinador e desenvolvimento pessoal e social do atleta e estilo do treinador. Verificamos que os atletas tendem a valorizar um treinador com uma postura activa e interventiva no treino e que demonstre conhecimentos da modalidade. Os atletas preferem um estilo mais autoritário em relação a um estilo mais permissivo. Os atletas referiram que preferem um treinador que actue como amigo, que se torne um apoio e um modelo a seguir não só no treino mas na sua vida pessoal.

Palavras-chave: ténis, percepções, treinador

ÍNDICE CONTENTS

EDITORIAL | EDITORIAL

Orientações para a publicação de suplementos na revista Motricidade

Requirements for supplement publication in journal Motricidade

Motricidade – Suplemento do 2^o Simpósio Internacional de Performance Desportiva do CIDESD

Motricidade – Supplement of the 2nd International Symposium of Sports Performance Group/CIDESD

ARTIGO ORIGINAL | ORIGINAL ARTICLE

Efeito da ordem de aplicação da componente aeróbia do treino na perda de massa gorda em adultos pré-obesos do género feminino

Effect of aerobic training in different phases of training session on fat loss in pre-obese adults' young female

O efeito do aquecimento no rendimento dos 50 m de nado

The effect of warm-up in 50 m swimming performance

Comparison of young swimmer's active drag coefficient using three methods to compute trunk transverse surface area

Comparação do coeficiente de arrasto activo através de três técnicas de avaliação da área de secção transversa do tronco em jovens nadadores

Contributo dos factores antropométricos, bioenergéticos e biomecânicos para a performance de nadadores de elite no pico de forma na época de verão

Anthropometrical, energetical and biomechanical contribution for the elite swimming performance during the peak form period during the summer season

Agachamento, latíssimos e supino: Qual o mais indicado para explicar a performance em nadadoras?

Squat, lat pull down and bench press: Which is the most related to female swimmers performance?

The effect of 6 months of whole body vibration training on strength in postmenopausal women

O efeito de 6 meses de treino de vibração em todo o corpo na força em mulheres na pós-menopausa

Prescrição de exercício para a saúde: Caracterização do dispêndio energético da marcha e da corrida

Exercise prescription for health: Characterization of energy expenditure of walking and running

O efeito da profundidade no arrasto hidrodinâmico durante o deslize em natação

The effect of depth on hydrodynamic drag during the gliding in swimming

ARTIGO DE REVISÃO | REVIEW ARTICLE

ACTN3 R577X polymorphism and muscle phenotypes

Polimorfismo ACTN3 R577X e fenótipos musculares

RESUMOS | ABSTRACTS

Painel 1: Análise da Performance Desportiva

Painel 2: Treino de Força e de Condição Física

Painel 3: Avaliação Fisiológica e Biomecânica

Painel da Saúde

Painel da Intervenção Pedagógica e Profissional