

DIFERENÇAS NA RESPOSTA CARDIORRESPIRATÓRIA ENTRE RAPAZES PRÉ-PÚBERES NADADORES E NÃO ATLETAS DURANTE A REALIZAÇÃO DE UM TESTE INCREMENTAL MÁXIMO EM PASSADEIRA

Mário A. Rodrigues-Ferreira^{1,2,3}

¹ Instituto Politécnico de Santarém, Escola Superior de Desporto de Rio Maior.

² Unidade de Investigação do Instituto Politécnico de Santarém

³ Centro de Investigação em Qualidade de Vida - CIEQV

RESUMO

O conhecimento sobre a resposta cardiorrespiratória em crianças atletas e não atletas durante um teste de esforço incremental máximo ainda é limitado. O objetivo do estudo foi analisar as diferenças na resposta cardiorrespiratória entre rapazes pré-púberes nadadores e não atletas, durante a realização de um protocolo incremental em passadeira até à exaustão.

A amostra foi constituída por 12 rapazes pré-púberes nadadores e 12 rapazes pré-púberes não atletas. As variáveis avaliadas foram a média do consumo de oxigénio (VO_2) e da frequência cardíaca (FC) em cada patamar de esforço. O VO_2 foi mensurado com análise direta de gases, respiração-por-respiração (Cosmed K4b2, Roma, Itália) e a FC foi avaliada através do cardiófrequencímetro Polar S610ws (Finlândia). Foi assumida a normalidade (Shapiro-Wilks) e homogeneidade (Levene) dos dados. Para comparação dos grupos foi utilizada a técnica estatística *t* de *Student* (bicaudal), com o programa SPSS versão 17.0, adotando um nível de significância de $p < 0,05$.

Os resultados evidenciam uma maior eficiência cardiorrespiratória no grupo de natação, através de uma menor FC e maior VO_2 durante o teste incremental até à exaustão nos diversos patamares de esforço. Estas diferenças deverão estar relacionadas com a prática desportiva entre os grupos.

Palavras-chave: Aptidão aeróbia, pico de VO_2 , frequência cardíaca, natação, crianças.

ABSTRACT

The knowledge about the cardiorespiratory response in children athletes and non-athletes during a maximal incremental exercise test is still narrow. The aim of the study was to analyze the differences in cardiorespiratory response among prepubertal boys' swimmers and non-athletes, during the performance of an incremental treadmill protocol to exhaustion.

The sample consisted of 12 prepubertal boys' swimmers and 12 prepubertal boys non-athletes. The variables were the average oxygen consumption (VO_2) and heart rate (HR) at each level of effort. The VO_2 was measured with direct gas analysis, breath-by-breath (Cosmed K4b2, Rome, Italy) and HR was assessed by heart rate monitor Polar S610ws (Finland). The normality (Shapiro-Wilks) and homogeneity (Levene) were assumed. To compare the groups was used the statistical technique Student *t* test (two-tailed), with SPSS version 17.0, adopting a significance level of $p < 0.05$.

The results showed a higher cardiorespiratory efficiency in swimming group through a lower HR and higher VO_2 during the incremental test to exhaust at the various levels of effort. These differences should be related to the differences in sport practice between the groups.

Keywords: Aerobic fitness, peak VO_2 , heart rate, swimming, children.

INTRODUÇÃO

A aptidão aeróbia é definida como a habilidade de transportar o O_2 para os músculos e de utilizá-lo para gerar a energia que permita a contração muscular durante o exercício (Armstrong, McManus, & Welsman, 2008; Armstrong, Tomkinson, & Ekelund, 2011).

Nos indicadores da aptidão aeróbia é possível distinguir a potência e a capacidade aeróbia. A primeira refere-se à máxima quantidade de energia química que pode ser transformada, através de processos oxidativos, nas mitocôndrias do músculo por unidade de tempo, enquanto a segunda corresponde à energia química total disponível para a realização de trabalho aeróbio, associada com a capacidade para manter a produção de trabalho em exercício submáximo (Malina, Bouchard, & Bar-Or, 2004).

O pico de consumo de oxigênio (VO_2), o valor mais elevado de VO_2 obtido durante um teste máximo, tem sido o melhor indicador de aptidão aeróbia, mais especificamente de potência aeróbia em crianças e adolescentes (Armstrong *et al.*, 2008, 2011).

A potência aeróbia encontra-se relacionada com a idade, sexo, tamanho corporal e nível maturacional (Malina *et al.*, 2004; Bar-Or & Rowland, 2004; Rowland, 2005).

Os fatores determinantes da aptidão aeróbia são o aparelho cardiovascular e respiratório, bem como as componentes hematológicas do transporte de O₂ e dos mecanismos oxidativos dos músculos em exercício (Kenney, Wilmore, & Costill, 2012).

O pico de VO₂ em crianças e adolescentes encontra-se suficientemente documentado, sendo um elevado pico de VO₂ um pré-requisito da performance desportiva de elite em diversos desportos (Armstrong *et al.*, 2011; Barker & Armstrong, 2011).

O conhecimento sobre a resposta cardiorrespiratória em crianças atletas e não atletas durante um teste de esforço incremental máximo ainda é limitado. Nesse sentido, o objetivo do estudo foi analisar as diferenças na resposta cardiorrespiratória entre rapazes pré-púberes nadadores e não atletas, durante a realização de um protocolo incremental em passadeira rolante até à exaustão.

METODOLOGIA

Amostra

Participaram no estudo 24 crianças pré-púberes do sexo masculino, nível 1 de Tanner (1962), divididos em dois grupos de acordo com a prática desportiva. O grupo de nadadores foi composto por 12 crianças praticantes federados de natação (10,4±0,67 anos de idade, 143±7,6 cm de altura e 37±7,7 kg de peso), com 2±0,31 anos de experiência de treino e competição. O grupo de não atletas foi constituído por 12 crianças não praticantes federados de qualquer modalidade desportiva (10,6±0,97 anos de idade, 145±6,2 cm de altura e 46±11,5 kg de peso).

Todos os pais assinaram uma carta de consentimento a autorizar a participação dos seus educandos no estudo, tendo os participantes dado o seu assentimento (Winter & Cobb, 2008). O estudo foi realizado de acordo com a Declaração de Helsínquia e foi aprovado pelo conselho técnico-científico da Escola Superior de Desporto de Rio Maior, Instituto Politécnico de Santarém.

Instrumentos e procedimentos

As recolhas de dados foram realizadas no Laboratório de Investigação em Desporto (LID) da Escola Superior de Desporto de Rio Maior, com temperatura entre os 18 e os 23°C e

humidade entre os 40 e os 60% (Gore, Tanner, Fuller, & Stanef, 2013). Previamente foram preparados e testados devidamente todos os instrumentos, *softwares* e procedimentos inerente ao estudo (Fuller & Thomas, 2013). Todas as avaliações foram efetuadas à mesma hora do dia para minimizar as alterações circadianas na performance desportiva (Drust, Waterhouse, Atkinson, Edwards, & Reilly, 2005).

Os protocolos propostos pelo *International Working Group on Kinanthropometry*, descritos por Fragoso & Vieira (2011), serviram de base para a avaliação das variáveis antropométricas. A classificação maturacional dos participantes foi realizada com base em ilustrações esquemáticas e critérios descritivos (adaptado de Malina *et al.*, 2004) dos estádios maturacionais inicialmente descritos por Tanner (1962), através de auto-avaliação (Baxter-Jones, Eisenmann, & Sherar, 2005; Malina & Beunen, 2008).

Para avaliação da aptidão aeróbia, o protocolo de Balke adaptado para crianças e jovens (Heyward, 2006), consistia num aquecimento realizado a uma velocidade de 3 km·h⁻¹ e 0% de inclinação durante 3 minutos. O nível 1 foi fixado a 6 km·h⁻¹ e 4% de inclinação durante 2 minutos, sendo que nos níveis seguintes aumentavam 2 km·h⁻¹ e 2% de inclinação. A recuperação ativa era realizada a 3 km·h⁻¹ e 0% de inclinação durante 3 minutos.

Antes da realização dos testes, foram dadas instruções aos participantes sobre os objetivos, protocolos e procedimentos, incluindo as regras de segurança, e incentivo, principalmente, durante os últimos minutos do teste (Hebestreit & Beneke, 2008; Gore *et al.*, 2013), sendo um fator essencial para a obtenção do esforço máximo.

Durante a realização do teste de aptidão aeróbia, o consumo de oxigénio (VO₂) foi avaliado através do analisador de gases, respiração-a-respiração, *Cosmed K4b²* (Roma, Itália), durante um teste incremental em passadeira até à exaustão. A passadeira utilizada foi a *Technogym Runrace Treadmill HC1200* (Itália). A frequência cardíaca (FC) foi avaliada através do cardiofrequencímetro *Polar S 610ws* (Finlândia).

Para a utilização do analisador de gases, era necessário um período de aquecimento de cerca de 45 minutos. Os procedimentos de calibração do analisador de gases *Cosmed K4b²* (Roma, Itália), antes de cada teste foram os seguintes: calibração com ar ambiente, calibração com gás de referência (16% O₂ e 5% CO₂), calibração do tempo de transição do gás e calibração da turbina (com seringa de 3000ml).

Para a garantia da obtenção do pico de VO₂ foi atingir um ou mais dos seguintes critérios (Hebestreit & Beneke, 2008; Gore *et al.*, 2013): exaustão do participante (não conseguir

suportar a cadência apesar do contínuo encorajamento por parte do investigador); caso não se verifique um aumento superior a $2 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ no VO_2 apesar do aumento da carga, assumia-se o fenómeno de *plateau*; um quociente respiratório $\geq 1,00$; atingir a frequência cardíaca máxima estimada (a fórmula utilizada foi a de Tanaka *et al.* (2001), 208 - (idade x 0,7)); existir algum sinal fisiológico que justificasse a interrupção.

As variáveis estudadas foram a média do VO_2 e da FC em cada patamar de esforço, bem como os valores máximos (pico de VO_2 e $\text{FC}_{\text{máx}}$).

Tratamento Estatístico

Para apresentação e tratamento dos dados foi utilizada a estatística descritiva, recorrendo à média e desvio padrão. Foram assumidas a normalidade (Shapiro-Wilks) e a homogeneidade (Levene) da amostra nas variáveis analisadas. Para a comparação dos grupos foi utilizada a técnica estatística *t* de Student (bicaudal), através do programa *Statistical Package for Social Sciences* para *Windows* (SPSS, versão 17.0), adotando um nível de significância de $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta os resultados do VO_2 , do grupo de nadadores e do grupo de não atletas, durante a realização do teste de aptidão aeróbia.

Tabela 1: Resultados do VO_2 ($\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) durante a realização do protocolo de Balke adaptado para crianças e jovens.

| Variáveis | Grupo de Nadadores | Grupo de Não Atletas | <i>t</i> | Sig. |
|-----------------------|--------------------|----------------------|----------|--------|
| Aquecimento | 16,7±5,17 | 13,5±2,40 | -1,897 | 0,071 |
| Nível 1 | 34,2±8,75 | 26,5±5,38 | -2,575 | 0,017 |
| Nível 2 | 49,7±9,35 | 39,5±7,04 | -2,922 | 0,008 |
| Nível 3 | 58,2±10,26 | - | - | - |
| Recuperação 1'30'' | 34,6±5,86 | 27,9±5,20 | -2,944 | 0,008 |
| Recuperação 3' | 21,4±3,51 | 17,1±2,81 | -3,323 | 0,003 |
| Pico de VO_2 | 60,0±9,30 | 43,7±8,03 | -4,622 | <0,001 |

O grupo de nadadores apresentou significativamente maior VO_2 ($\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) nos patamares de esforço Nível 1 ($34,2\pm 8,75$ vs. $26,5\pm 5,38$; $p=0,017$) e Nível 2 ($49,7\pm 9,35$ vs. $39,5\pm 7,04$; $p=0,008$), no valor máximo ($60,0\pm 9,30$ vs. $43,7\pm 8,03$; $p<0,001$) e na recuperação 1'30'' ($34,6\pm 5,86$ vs. $27,9\pm 5,20$; $p=0,008$) e recuperação 3' ($21,4\pm 3,51$ vs. $17,1\pm 2,81$; $p=0,003$).

Na Tabela 2 encontram-se os resultados da FC ($\text{bts}\cdot\text{min}^{-1}$), do grupo de nadadores e do grupo de não atletas, durante a realização do teste de aptidão aeróbia.

Tabela 2: Resultados da FC ($\text{bts}\cdot\text{min}^{-1}$) durante a realização do protocolo de Balke adaptado para crianças e jovens.

| Variáveis | Grupo de Nadadores | Grupo de Não Atletas | t | Sig. |
|--------------------|--------------------|----------------------|-------|-------|
| Aquecimento | 103,4±13,52 | 124,6±15,07 | 3,620 | 0,002 |
| Nível 1 | 138,6±13,77 | 157,0±17,95 | 2,829 | 0,010 |
| Nível 2 | 171,8±13,32 | 186,6±13,18 | 2,662 | 0,015 |
| Nível 3 | 183,8±7,78 | - | - | - |
| Recuperação 1'30'' | 155,6±11,08 | 165,8±16,84 | 1,750 | 0,094 |
| Recuperação 3' | 126,6±11,40 | 140,1±17,25 | 2,271 | 0,033 |
| FC _{máx} | 190,5±8,20 | 195,6±9,79 | 1,379 | 0,182 |

O grupo de nadadores apresentou valores significativamente menores de FC ($\text{bts}\cdot\text{min}^{-1}$) no aquecimento ($103,4\pm 13,52$ vs. $124,6\pm 15,07$; $p=0,002$), Nível 1 ($138,6\pm 13,77$ vs. $157,0\pm 17,95$; $p=0,010$), Nível 2 ($171,8\pm 13,32$ vs. $186,6\pm 13,18$; $p=0,015$) e recuperação 3' ($126,6\pm 11,40$ vs. $140,1\pm 17,25$; $p=0,033$).

DISCUSSÃO

Os principais resultados do presente estudo são os seguintes: i) as crianças praticantes de natação possuem diferentes respostas cardiorrespiratórias durante o teste de esforço progressivo máximo em comparação com as crianças não atletas; ii) as crianças praticantes de natação possuem valores significativamente mais elevados de pico de VO_2 ; iii) as crianças

praticantes de natação apresentaram uma maior capacidade de recuperação após o esforço máximo.

Durante os patamares de esforço Nível 1 e Nível 2, o grupo de nadadores apresentou significativamente maior VO_2 ($\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) e significativamente menor FC ($\text{bts}\cdot\text{min}^{-1}$). Estes resultados revelam uma maior habilidade no grupo de nadadores para captar, transportar e utilizar o O_2 para gerar a energia que permita a contração muscular durante o exercício (Armstrong *et al.*, 2008, 2011), bem como uma maior eficiência cardíaca.

No grupo de nadadores, 9 participantes conseguiram atingir o Nível 3, mas não foi possível comparar com o grupo de não atletas porque nenhum atingiu este nível.

No que diz respeito às variáveis máximas, o pico de VO_2 foi significativamente superior no grupo de nadadores comparativamente com o grupo de não atletas. Estes resultados estão de acordo com o facto de as crianças envolvidos em atividades desportivas geralmente obterem um pico de VO_2 mais elevado em comparação com os seus pares não treinados (Armstrong *et al.*, 2011; Barker & Armstrong, 2011; Barker, Williams, Jones & Armstrong, 2011). Quanto à variável $FC_{\text{máx}}$ foram observados no presente estudo valores semelhantes entre os grupos, tal como tem sido evidenciado na literatura a não existência de diferenças nesta variável entre atletas jovens e não atletas (Armstrong *et al.*, 2011).

Relativamente à recuperação ativa, o grupo de nadadores apresentou significativamente maior VO_2 na recuperação 1'30'' e recuperação 3' e significativamente menor FC na recuperação 3'. Estes resultados identificam uma maior capacidade para recuperação após o esforço máximo no grupo de crianças praticantes de natação.

O estudo apresenta como limitações o facto de a amostra não ser representativa da população o que limita a a generalização dos resultados e como é um estudo transversal encontra-se limitado ao conhecimento se as diferenças na resposta cardiorrespiratória estão associadas com o treino ou se estão subjacentes fatores genéticos associados à seleção inicial para o desporto (Armstrong, 2014).

Em conclusão, os resultados evidenciam uma maior eficiência cardiorrespiratória no grupo de nadadores, através de uma menor FC e maior VO_2 durante o teste incremental até à exaustão nos diversos patamares de esforço, devendo estas diferenças estar relacionadas com as diferenças na prática desportiva entre os grupos.

Estudos futuros deverão analisar a resposta cardiorrespiratória entre crianças pré-púberes e púberes, de ambos os sexos, durante realização de um teste incremental máximo em testes de laboratório e de terreno.

As implicações práticas do presente estudo são as seguintes: i) as respostas cardiorrespiratórias ao esforço máximo nos diversos patamares de esforço fornecem informações valiosas para o treinador, bem como uma medida geral da potência aeróbia máxima dos atletas pré-púberes (pico de VO₂); ii) por outro lado, as crianças não atletas deverão beneficiar de um envolvimento num contexto de prática desportiva, ou aumento da atividade física semanal, para obterem uma resposta cardiorrespiratória ao esforço mais eficiente, mesmo em patamares de esforço mais baixos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Armstrong, N. (2014). Training and testing elite young athletes. In M. J. Coelho-e-Silva, A. Cupido-dos-Santos, A. J. Figueiredo, J. P. Ferreira & N. Armstrong (Eds.), *Children and Exercise XXVIII, The Proceedings of the 28th Pediatric Work Physiology Meeting* (pp. 77-86). New York: Routledge.
- Armstrong, N., McManus, A. M., & Welsman, J. R. (2008). Aerobic fitness. In N. Armstrong, & W. van Mechelen (Eds.), *Paediatric Exercise Science and Medicine* (2nd Ed.) (pp. 269-282). Oxford: Oxford University Press.
- Armstrong, N., Tomkinson, G., & Ekelund, U. (2011). Aerobic fitness and its relationship to sport, exercise training and habitual physical activity during youth. *British Journal of Sports Medicine*, 45, 849-858.
- Barker, A. R., & Armstrong, N. (2011). Exercise testing elite young athletes. In N. Armstrong, & A. M. McManus (Eds.), *The Elite Young Athlete* (pp. 106-125). Medicine and Sport Sciences Basel: Karger.
- Barker, A. R., Williams, C. A., Jones, A. M., & Armstrong, N. (2011). Establishing maximal oxygen uptake in young people during a ramp cycle test to exhaustion. *British Journal of Sports Medicine*, 45, 498-503.
- Bar-Or, O., & Rowland, T. (2004). *Pediatric Exercise Medicine: from physiologic principles to health care application*. Champaign: Human Kinetics.
- Baxter-Jones, A. D. G., Eisenmann, J. C., Sherar, L. B. (2005). Controlling for maturation in pediatric exercise science. *Pediatric Exercise Science*, 17, 18-30.

- Drust, B., Waterhouse, J., Atkinson, G., Edwards, B., & Reilly T. (2005). Circadian Rhythms in Sports Performance: an update. *Chronobiology International*, 22, 21-44.
- Fragoso, I., & Vieira, F. (2011). *Cin antropometria, Curso Prático*. Cruz Quebrada: FMH.
- Gore, C. J., Tanner, R. K., Fuller, K. L., & Stanef, T. (2013). Determination of maximal oxygen consumption (VO_{2max}). In R. K. Tanner & C. J. Gore (Eds.), *Physiological tests for elite athletes*, 2nd ed. (pp. 103-122). Champaign: Human Kinetics.
- Hebestreit, H., & Beneke, R. (2008). Testing for Aerobic Capacity. In H. Hebestreit & O. Bar-Or (Eds.), *The Young Athlete* (pp. 443-452). Oxford: Blackwell Publishing.
- Heyward, V. (2006). *Advanced Fitness Assessment & Exercise Prescription* (6th ed.) Champaign: Human Kinetics.
- Kenney, W. L., Wilmore, J., & Costill, D. (2012). *Physiology of Sport and Exercise* (5th Ed.). Champaign: Human Kinetics.
- Malina, R., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation and physical activity* (2nd ed.). Champaign: Human Kinetics.
- Tanaka, H., Monahan, K. D., & Seals, D. R. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the American College of Cardiology*, 37, 153-156.
- Tanner, J. M. (1962). *Growth and adolescence*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Malina, R. M., & Beunen, G. (2008). Growth and Maturation: Methods of Monitoring. In H. Hebestreit & O. Bar-Or (Eds.), *The Young Athlete* (pp. 430-442). Oxford: Blackwell Publishing.
- Fuller, K. L., & Thomas, N. E. (2013). Pretest environment and athletes preparation R. K. Tanner & C. J. Gore (Eds.), *Physiological tests for elite athletes*, 2nd ed. (pp. 11-34). Champaign: Human Kinetics.
- Winter, E. M., & Cobb, M. (2008). Ethics in paediatric research: principles and processes. In N. Armstrong, & W. van Mechelen (Eds.), *Paediatric Exercise Science and Medicine* (2nd Ed.) (pp. 3-12). Oxford: Oxford University Press.