

MÉTODO NÃO INVASIVO PARA DETERMINAR O LIMIAR ANAERÓBIO DE IDOSAS EM TESTE MÁXIMO NO MEIO AQUÁTICO

LUANA SIQUEIRA ANDRADE¹, MARIANA RIBEIRO SILVA², GUSTAVO ZACCARIA SCHAUN³, MARIANA BORBA GOMES⁴, SAMARA NICKEL RODRIGUES⁵, CRISTINE LIMA ALBERTON⁶.

¹*Universidade Federal de Pelotas – andradelu94@gmail.com*

²*Universidade Federal de Pelotas – marianaesef@hotmail.com*

³*Universidade Federal de Pelotas – gustavoschaun@hotmail.com*

⁴*Universidade Federal de Pelotas – marianaborbag@outlook.com*

⁵*Universidade Federal de Pelotas – samara-nrodrigues@hotmail.com*

⁶*Universidade Federal de Pelotas – tinialberton@gmail.com*

1. INTRODUÇÃO

A imersão no meio aquático expõe o corpo a condições distintas do meio terrestre devido às diferenças de pressão hidrostática e a maior termocondutividade da água. Essas diferenças levam a alterações nas respostas cardiovasculares, neuroendócrinas e metabólicas (PENDERGAST; LUNDGREN, 2009; PENDERGAST et al., 2015) e, portanto, a avaliação e prescrição de exercícios no meio aquático deve considerar essas alterações para garantir o controle adequado da intensidade do treinamento nesse ambiente. Neste sentido, uma das principais formas de prescrição de treinamento no meio aquático tem sido o uso da frequência cardíaca (FC) correspondente ao limiar anaeróbio (LA) determinado no próprio meio (PINTO et al., 2015).

As medidas padrão-ouro para a determinação do LA são os métodos ventilatórios (VT) ou de lactato (LL). No entanto, esses métodos necessitam de equipamentos caros, além da determinação de lactato ser considerada uma técnica invasiva. Nesse contexto, CONCONI et al. (1982) desenvolveram um método baseado na relação entre FC e velocidade de corrida. Essa relação, que é curvilínea, apresenta uma quebra de linearidade e a velocidade associada a essa quebra mostrou-se associada ao LA. Deste modo, este método para determinar o LA é chamado ponto de deflexão da frequência cardíaca (PDFC).

Nos últimos anos, a aplicação do PDFC para a determinação do LA em exercícios no meio aquático tem sido investigada e comparada aos métodos VT (ALBERTON et al., 2013c; KRUEL et al., 2013; PINTO et al., 2016) e LL (ALBERTON et al., 2019). A realização de exercícios no meio aquático é tradicionalmente indicada para a população idosa por proporcionar um menor impacto nas articulações dos membros inferiores (ALBERTON et al., 2013b) e menor sobrecarga cardiovascular (ALBERTON et al., 2014) quando comparada ao meio terrestre. Todavia, os estudos encontrados relacionados ao uso do PDFC para a determinação do LA foram realizados apenas com homens (ALBERTON et al., 2019; PINTO et al., 2016) e mulheres jovens (ALBERTON et al., 2013c; KRUEL et al., 2013). Além disso, somente dois estudos presentes na literatura investigada realizaram análise de concordância entre os métodos de determinação do LA (ALBERTON et al., 2019; PINTO et al., 2016). Deste modo, o objetivo do presente trabalho foi comparar e verificar a concordância das respostas de consumo de oxigênio (VO_2), FC e índice de esforço percebido (IEP) correspondentes ao LA determinado através dos métodos VT e PDFC durante um teste máximo no meio aquático realizado por mulheres idosas.

2. METODOLOGIA

Participaram do estudo nove mulheres idosas ativas ($64,3 \pm 4,4$ anos; $153,1 \pm 4,9$ cm; $70,8 \pm 8,4$ kg; $30,3 \pm 4,4$ kg/m²). O protocolo experimental envolveu a realização de um teste máximo de esforço realizado com o exercício de corrida estacionária, com cadência inicial de 70 b.min⁻¹ durante 2 min e posteriores incrementos de 15 b.min⁻¹ a cada 2 min até a exaustão.

Durante o teste máximo, os gases respiratórios foram coletados através de um analisador de gases portátil do tipo caixa de mistura (VO2000, MedGraphics, Ann Arbor, USA), previamente calibrado de acordo com as especificações do fabricante. A taxa de amostragem para os gases respiratórios foi a média de cada três respirações. Os dados de FC foram obtidos através de um cardiofrequêncímetro (FT1, Polar, Finlândia) a cada 15 s. Além disso, a percepção de esforço foi coletada imediatamente após cada estágio através da Escala de Esforço Percebido 6-20 de Borg (BORG, 1990). O critério para considerar os testes válidos foi quando pelo menos duas das seguintes condições fossem alcançadas: platô na FC com aumento de carga, obter um valor de taxa de troca respiratória $\geq 1,15$ ou apresentar índice de esforço da escala de Borg > 18 (HOWLEY; BASSETT; WELCH, 1995).

O LA foi identificado para cada participante pelos métodos VT e PDFC. O método VT foi determinado pela curva de ventilação *versus* intensidade, e confirmado pelo equivalente ventilatório de CO₂ (VE/VCO₂; WASSERMAN et al., 1973). O PDFC foi determinado com base na análise da curva FC *versus* intensidade, sendo considerado o ponto de deflexão na qual ocorre a quebra de linearidade no comportamento da FC em relação ao aumento da intensidade (CONCONI et al., 1982). Ambos os métodos foram analisados por dois fisiologistas experientes por inspeção visual. Nos casos de discordância, a opinião de um terceiro fisiologista foi solicitada e a mediana dos valores foi utilizada para análise. Após, o VO₂, FC e o IEP correspondentes ao LA para os métodos VT (VO₂_{VT}, FC_{VT} e IEP_{VT}) e PDFC (VO₂_{PDFC}, FC_{PDFC} e IEP_{PDFC}) foram identificados e utilizados para a análise.

Os dados foram apresentados por estatística descritiva (média \pm DP). A normalidade foi testada através do teste de *Shapiro-Wilk*. Teste T pareado foi utilizado para comparar as variáveis VO₂, FC e IEP entre os métodos VT e PDFC. Para verificar a concordância entre os métodos, as diferenças foram plotadas em relação ao valor médio das variáveis selecionadas, conforme sugerido por BLAND e ALTMAN (1995). Todos os testes estatísticos foram realizados no programa estatístico SPSS (versão 20.0) e o índice de significância adotado foi de $\alpha=0,05$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de VO₂, FC e IEP correspondentes ao LA apresentaram valores similares entre os métodos VT e PDFC e estão apresentados na tabela 1. De acordo com a análise de Bland-Altman, foi verificada uma concordância aceitável entre os métodos VO₂_{VT} e VO₂_{PDFC} (IC = 4,25; -3,07). Estima-se que para 95% dos indivíduos o VO₂_{PDFC} esteja entre 3,07 ml.kg⁻¹.min⁻¹ abaixo do VO₂_{VT} e 4,25 ml.kg⁻¹.min⁻¹ acima dele. Do mesmo modo, foi verificada concordância aceitável entre os métodos FC_{VT} e FC_{PDFC} (IC = 8,27; -8,93). Estima-se que para 95% dos indivíduos o FC_{PDFC} esteja entre 8,93 bpm abaixo do FC_{VT} e 8,27 ml.kg⁻¹.min⁻¹ acima dele. Com relação ao IEP, foi verificada concordância aceitável entre os métodos IEP_{VT} e IEP_{PDFC} (IC = 2,79; -2,56). Estima-se que para 95% dos indivíduos o IEP_{PDFC} esteja entre 2,56 abaixo do IEP_{VT} e 2,79 acima dele.

Tabela 1. Valores de consumo de oxigênio (VO_2), frequência cardíaca (FC) e índice de esforço percebido (IEP) correspondentes ao limiar anaeróbio (LA) entre os métodos ventilatório (VT) e o ponto de deflexão da frequência cardíaca (PDFC) durante um teste máximo no meio aquático.

	VT	PDFC	P
VO_2 (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	22,89 ± 5,05	23,49 ± 4,72	0,368
FC (bpm)	147 ± 11	147 ± 11	0,825
IEP	16 ± 1	16 ± 1	0,813

Os principais achados do presente estudo demonstram que as variáveis analisadas correspondentes ao LA apresentaram valores semelhantes entre os métodos VT e PDFC durante um teste máximo realizado no meio aquático por mulheres idosas.

Esses resultados sugerem que o PDFC baseado na proposta de CONCONI (1982) é um método confiável para a determinação do LA. Os achados do presente estudo corroboram estudos na literatura que demonstram a aplicação do PDFC para a determinação do LA em exercícios realizados no meio aquático (ALBERTON et al., 2019, 2013c; KRUEL et al., 2013; PINTO et al., 2016). KRUEL et al. (2013) e ALBERTON et al.(2013c) verificaram respostas semelhantes de FC no LA entre os métodos PDFC e VT durante exercícios de hidroginástica realizado por mulheres jovens. PINTO et al. (2016) observaram valores semelhantes e concordância de FC no LA entre os métodos PDFC e VT em homens jovens durante um protocolo em cicloergômetro aquático. Recentemente, ALBERTON et al. (2019) também verificaram a valores semelhantes e concordância de FC no LA entre os métodos PDFC e LL durante um teste máximo de corrida estacionária em meio aquático.

Assim, a FC determinada pelo PDFC pode ser utilizada de modo eficiente para a prescrição da intensidade da corrida estacionária no meio aquático em mulheres idosas. Cabe destacar que determinação do PDFC durante o exercício de corrida estacionária na água atende o princípio da individualidade biológica e pode determinar com precisão a intensidade correspondente ao LA. Assim, com base no PDFC, é possível calcular porcentagens abaixo ou acima do LA para prescrever a intensidade da zona de treinamento desejada.

Com relação ao IEP, ambos os métodos (VT e PDFC) observaram valores médios de IEP de 16 na intensidade do LA. Esses resultados estão em acordo com os achados de ALBERTON et al. (2013a, 2016) que observaram valores de IEP entre 15-16 correspondendo ao LA em mulheres jovens realizando testes incrementais máximos com os exercícios de corrida estacionária, chute frontal e deslize frontal no meio aquático.

4. CONCLUSÕES

Em conclusão, as variáveis analisadas entre os métodos VT e PDFC parecem apresentar boa concordância e, dessa forma, o uso do PDFC pode aprimorar a prescrição de parâmetros de intensidade no meio aquático através do uso de um teste simples, barato e não-invasivo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBERTON, Cristine L. et al. Maximal and Ventilatory Thresholds of Oxygen Uptake and Rating of Perceived Exertion Responses to Water Aerobic Exercises. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 7, p. 1897–1903, 2013a.
- ALBERTON, Cristine L. et al. Anaerobic Threshold in a Water-Based Exercise: Agreement Between Heart Rate Deflection Point and Lactate Threshold Methods. **Journal of strength and conditioning research**, 2019.
- ALBERTON, Cristine Lima et al. Vertical Ground Reaction Force during Water Exercises Performed at Different Intensities. **International Journal of Sports Medicine**, v. 34, n. 10, p. 881–887, 2013b.
- ALBERTON, Cristine Lima et al. Determining the anaerobic threshold in water aerobic exercises: a comparison between the heart rate deflection point and the ventilatory method. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 53, n. 4, p. 358–67, 2013c.
- ALBERTON, Cristine Lima et al. Maximal and Ventilatory Thresholds Cardiorespiratory Responses to Three Water Aerobic Exercises Compared With Treadmill on Land. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 6, p. 1679–1687, 2014.
- ALBERTON, Cristine Lima et al. Rating of perceived exertion in maximal incremental tests during head-out water-based aerobic exercises. **Journal of Sports Sciences**, v. 34, n. 18, p. 1691–1698, 2016.
- BLAND, JM e ALTMAN, DG. Comparing methods of measurement: why plotting difference against standard method is misleading. **Lancet (London, England)**, v. 346, p. 1085–1087, 1995.
- BORG, Gunnar. Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. **Scandinavian Journal of Work, Environment & Health**, v. 16, n. February 1990, p. 55–58, 1990.
- CONCONI, F. et al. Determination of the anaerobic threshold by a noninvasive field test in runners. **Journal of Applied Physiology**, v. 52, n. 4, p. 869–873, 1982.
- HOWLEY, E. T.; BASSETT, D. R.; WELCH, H. G. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 27, n. 9, p. 1292–301, 1995. Disponível em:
- KRUEL, Luiz Fernando M. et al. Cardiorespiratory responses to stationary running in water and on land. **Journal of sports science & medicine**, v. 12, n. 3, p. 594–600, 2013.
- PENDERGAST, D. R.; LUNDGREN, C. E. G. The underwater environment: cardiopulmonary, thermal, and energetic demands. **Journal of Applied Physiology**, v. 106, n. 1, p. 276–283, 2009.
- PENDERGAST, David R. et al. Human Physiology in an Aquatic Environment. **Comprehensive Physiology**, Hoboken, NJ, USA, v. 5, n. October, p. 1705–1750, 2015.
- PINTO, Stephanie S. et al. Neuromuscular adaptations to water-based concurrent training in postmenopausal women: effects of intrasession exercise sequence. **AGE**, v. 37, n. 1, p. 6, 2015.
- PINTO, Stephanie S. et al. Noninvasive Determination of Anaerobic Threshold Based on the Heart Rate Deflection Point in Water Cycling. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 2, p. 518–524, 2016.
- WASSERMAN, K. et al. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 35, n. 2, p. 236–243, 1973.