

## DETERMINAÇÃO NÃO INVASIVA DO LIMIAR ANAERÓBIO BASEADO NO PONTO DE DEFLEXÃO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA EM CICLOERGÔMETRO AQUÁTICO

**MAURICIO AUGUSTO ZAGULA<sup>1</sup>; HECTOR KERCHIRNE FERREIRA<sup>2</sup>;  
CRISTINE LIMA ALBERTON<sup>3</sup>; STEPHANIE SANTANA PINTO<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas – [mauriciozagula@gmail.com](mailto:mauriciozagula@gmail.com)

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pelotas – [hectorferreira92@outlook.com](mailto:hectorferreira92@outlook.com)

<sup>3</sup> Universidade Federal de Pelotas – [tinialberton@yahoo.com.br](mailto:tinialberton@yahoo.com.br)

<sup>4</sup> Universidade Federal de Pelotas – [tetisantana@yahoo.com.br](mailto:tetisantana@yahoo.com.br)

### 1. INTRODUÇÃO

Treinamento em cicloergômetro aquático tem se tornado popular visto que sua prática parece ser adequada para diferentes grupos de pessoas (GIACOMINI et al., 2009). Estudos da literatura compararam as respostas fisiológicas máximas entre cicloergômetro realizado nos meios aquático e terrestre; respostas similares de consumo de oxigênio ( $\text{VO}_2$ ) foram observadas entre os meios e menores valores de frequência cardíaca (FC) foram reportados no meio aquático (CHRISTIE et al., 1990).

Recentemente, a prescrição do treinamento aeróbio no meio aquático tem sido baseada na FC correspondente ao limiar anaeróbico (LA) (PINTO et al., 2014). Uma forma alternativa de determinar o LA, considerada mais econômica e não invasiva, é o método do ponto de deflexão da FC (PDFC). Poucos estudos investigaram o método PDFC em exercícios aquáticos (ALBERTON et al., 2013; CELLINI et al., 1986; KRUEL et al., 2013). Além disso, o conhecimento do método do PDFC em exercícios específicos no meio aquático é importante visto que a FC é mais baixa no meio aquático comparada ao meio terrestre. Logo, para utilizar esse parâmetro como método de controle da intensidade, é necessário para o praticante realizar um teste máximo no meio aquático a fim de definir a zona de treinamento alvo adequada.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi comparar e acessar a relação entre os métodos PDFC e limiar ventilatório (LV) para determinar a FC, o  $\text{VO}_2$ , o percentual da FC máxima (%FC<sub>max</sub>), o percentual do  $\text{VO}_2$  máximo (% $\text{VO}_{2\text{max}}$ ) e a cadênciaria (CAD) correspondente ao LA durante um teste máximo em cicloergômetro aquático.

### 2. METODOLOGIA

O protocolo experimental foi realizado com 27 homens jovens praticantes de atividades físicas, que participaram voluntariamente do estudo. Os indivíduos eram livres de lesões musculoesqueléticas ou desordens cardiorrespiratórias agudas ou crônicas. Todos os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido e o presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética local.

Os participantes participaram de duas sessões, realizadas com intervalo de 48 a 72 h de intervalo. A primeira sessão consistiu na avaliação antropométrica e familiarização dos mesmos com o ambiente aquático, ajustes do cicloergômetro e máscara de coleta de gases. A segunda sessão correspondeu ao protocolo

experimental. O teste iniciou-se com uma cadência inicial de 100 batidas por minuto (bpm) durante 3 minutos, com incrementos subsequentes de 15 bpm a cada 2 minutos até a exaustão. Os participantes foram instruídos a realizar um ciclo completo de pedalada (0 a 360°) em uma batida. O teste máximo foi interrompido quando os indivíduos indicaram sua exaustão usando um sinal manual.

Ao longo dos testes, cada sujeito foi conectado a um analisador de gases (K4b2, Cosmed, Roma, Itália) para a medida do VO<sub>2</sub> e ventilação (Ve). A FC foi medida por telemetria (Electro Oy, Polar, Kajaani, Finlândia). Durante os testes, a temperatura do ar e da água foram mantidas termoneutras a 24 e 30°C. O LA foi determinado pelos métodos PDFC (FC-intensidade) e LV (Ve-intensidade, confirmado pelo equivalente ventilatório de dióxido de carbono. As curvas foram inspecionadas visualmente por dois fisiologistas do exercício experientes e independentes de forma cega.

Para analisar os dados coletados, foi utilizada estatística descritiva e os dados foram apresentados através de média ± desvio-padrão (DP). O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para verificar a normalidade dos dados. A comparação de todas as variáveis entre os métodos PDFC e LV foi realizada através do teste t pareado. O teste de correlação produto-momento de Pearson foi utilizado para relacionar cada variável entre os métodos. O índice de significância adotado foi de  $\alpha = 0,05$  e os dados foram processados no pacote estatístico SPSS versão 20.0.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados demonstraram que não houve diferença significativa na FC, VO<sub>2</sub>, %FC<sub>max</sub>, %VO<sub>2max</sub> e CAD correspondente ao LA entre os métodos PDFC e LV durante um teste máximo em cicloergômetro aquático (Tabela 1).

**Tabela 1.** Média e desvio padrão (DP) das variáveis cardiorrespiratórias e cadência correspondentes ao limiar aneróbico entre os métodos ponto de deflexão da frequência cardíaca (PDFC) e limiar ventilatório (LV) durante um teste máximo em cicloergômetro aquático.

	LV		PDFC		
	Média	DP	Média	DP	P
FC (bpm)	166	±13	166	±13	0,428
VO <sub>2</sub> (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	38,56	±6,26	39,18	±6,13	0,462
%FC <sub>max</sub> (%)	89,24	±3,84	89,52	±4,29	0,393
%VO <sub>2max</sub> (%)	70,44	±7,99	71,64	±8,32	0,437
CAD (bpm)	171	±8	174	±14	0,083

NOTA: Frequência Cardíaca (FC), consumo de oxigênio (VO<sub>2</sub>), percentual da frequência cardíaca máxima (%FC<sub>max</sub>), percentual do consumo de oxigênio máximo (%VO<sub>2max</sub>), cadência (CAD).

Além disso, correlações fortes e significativas foram encontradas entre os métodos PDFC e LV para todas as variáveis analisadas ( $r=0,57-0,97$ ;  $p<0,05$ ).

### 4. CONCLUSÕES

Os resultados do presente estudo demonstraram que as variáveis cardiorrespiratórias e a cadência correspondentes ao LA foram semelhantes e

apresentaram correlações fortes e significativas entre os métodos PDFC e LV. Dessa forma, pode-se concluir que a estimativa do PDFC pode ser um método não invasivo e simples de determinar o LA, que pode ser utilizado para adaptar intensidades de treinamento individualizadas aos praticantes de aulas de cicloergômetro aquático.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBERTON, C.L.; KANITZ, A.C.; PINTO, S.S.; ANTUNES, A.H.; FINATTO, P.; CADORE, E.L.; KRUEL, L.F.M. Determining the anaerobic threshold in water aerobic exercises: a comparison between the heart rate deflection point and the ventilatory method. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 53, p. 358–367, 2013.
- CELLINI, M.; VITIELLO, P.; NAGLIATI, A.; ZIGLIO, P.G.; MARTINELLI, S.; BALLARIN, E.; CONCONI, F. Noninvasive determination of the anaerobic threshold in swimming. **International Journal of Sports Medicine**, v. 7, p. 347-351, 1986.
- CHRISTIE, J.L.; SHELDahl, L.M.; TRISTANI, F.E.; WANN, L.S.; SAGAR, K.B.; LEVANDOSKI, S.G.; PTACIN, M.J.; SOBOCINSKI, K.A.; MORRIS, R.D. Cardiovascular regulation during head-out water immersion exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 69, p. 657-664, 1990.
- Giacomini, F, Ditroilo, M, Lucertini, F, De Vito, G, Gatta, G, and Benelli, P. The cardiovascular response to underwater pedaling at different intensities: A comparison of 4 different water stationary bikes. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 49, p. 432-439, 2009.
- KRUEL, L.F.M.; BEILKE, D.D.; KANITZ, A.C.; ALBERTON, C.L.; ANTUNES, A.H.; PANTOJA, P.D.; DA SILVA, E.M.; PINTO, S.S. Cardiorespiratory responses to stationary running in water and on land. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 12, p. 594-600, 2013.
- PINTO, S.S.; CADORE, E.L.; ALBERTON, C.L.; ZAFFARI, P.; BAGATINI, N.C.; BARONI, B.M.; RADAELLI, R.; LANFERDINI, F.J.; COLADO, J.C.; PINTO, R.S.; VAZ, M.A.; BOTTARO, M.; KRUEL, L.F.M. Effects of intra-session exercise sequence during water-based concurrent training. **International Journal of Sports Medicine**, v. 35, p. 41-48, 2014.