

## CONCORDÂNCIA DA BICICLETA ESTACIONÁRIA KEISER M3 PARA MEDIDAS FISIOLÓGICAS ASSOCIADAS AO ESFORÇO MÁXIMO DE MULHERES.

**ROUSSEAU SILVA DA VEIGA<sup>1</sup>**; LÉO DUTRA CABISTANY<sup>2</sup>; CAMILA BORGES  
MÜLLER<sup>2</sup>; ERALDO DOS SANTOS PINHEIRO<sup>2</sup>; FABRÍCIO BOSCOLO DEL  
VECCHIO<sup>3</sup>

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

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

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [camilaborges1210@gmail.com](mailto:camilaborges1210@gmail.com)

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

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – [fabrioboscolo@gmail.com](mailto:fabrioboscolo@gmail.com)

### 1. INTRODUÇÃO

Testes incrementais de esforço máximo (TIEM) são utilizados em diferentes contextos (NOAKES, 2000), e seus resultados são empregados para obtenção de informações relevantes para a prevenção e tratamento de condições patológicas (MYERS et al. 2000), bem como para prescrição e entendimento dos ajustes fisiológicos associados ao treinamento físico (ACSM, 2009; MYERS et al., 2000). Dentre as medidas fisiológicas mais usuais relacionadas aos TIEM, encontram-se respostas lactacidêmicas, como a concentração de lactato sanguíneo [LAC] (LAURSEN et al., 2002), frequência cardíaca (FC) (DELEVATTI et al., 2015), limiar ventilatório (OKANO et al., 2006), consumo de oxigênio (VO<sub>2</sub>) e percepção subjetiva de esforço (PSE) (BORG, 1982). Para avaliação da capacidade aeróbia, identificada através do consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2max</sub>), e da capacidade aeróbia, aferida por meio do limiar anaeróbio (LAn), destacam-se TIEM de campo (BANGSBO et al., 2008), com degraus de diferentes alturas (WELLER et al., 1992), em ergômetros, como esteiras e cicloergômetros (DEL VECCHIO; FERREIRA, 2013).

Em contrapartida, bicicletas estacionárias estruturadas para o cotidiano das aulas coletivas de condicionamento físico – conhecidas como bicicletas de ciclismo *indoor* – poderiam ser empregadas para medida da aptidão aeróbia, caso o controle preciso da intensidade pudesse ser manipulado (SHEPHERD et al., 2015). Estes cicloergômetros são comumente utilizados na condução de pesquisas e testes laboratoriais e se constituem como equipamentos frequentes e relevantes para quantificação da potência aeróbia e outras respostas fisiológicas associadas ao esforço máximo (MALTA et al., 2018). No entanto, embora sejam empregadas em pesquisas com prescrição de exercícios físicos, não se tem conhecimento de estudos que investigaram a viabilidade da aplicação de bicicletas de ciclismo *indoor* para a realização de TIEM.

Assim, este trabalho teve como objetivo investigar a concordância entre cicloergômetro eletromagnético de referência (Ergo-Fit 167) com outro, de ciclismo *indoor* (Keiser™ M3), para medidas fisiológicas associadas a teste incremental de esforço máximo.

### 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo se caracteriza como um estudo de validação e, para sua realização, foram envolvidas 15 mulheres com idade entre 18 e 30 anos. Prezando pelos aspectos éticos, as participantes leram e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (projeto de pesquisa aprovado no comitê de ética local, protocolo número 68577917.0.1001.5313).

Para as coletas dos dados, as participantes visitaram o laboratório em dois dias não subsequentes, com intervalo mínimo de 72 horas. Foram realizadas duas coletas em ordem aleatoriamente determinada e contrabalanceada, sendo que, em cada uma delas, as participantes realizaram TIEM em cicloergômetros distintos. Um deles, frequentemente utilizado em testes incrementais (GROSSI et al., 2014), exibe característica eletromagnética (Ergo-FIT™, modelo Ergo-167 Cycle, Pirmasens, Alemanha). O outro ergômetro, Keiser™ M3 indoor Cycle® (Keiser™, Chicago, Estados Unidos da América), é usual em academias e empregado em aulas de *Spinning*, exibe manipulação da intensidade a partir de palanqueta que apresenta as marchas (de um a 24) associadas à resistência magnética em display de LCD, bem como tem sido utilizada em atividades de cunho científico (MALTA et al., 2018)..

Para registro da FC foi empregado cardiofrequencímetro Polar (RS800CX™, Kempele, Finlândia). A análise das trocas gasosas ocorreu com analisador VO2000 (Medgraphics™, Minnesota, EUA). A [LAC] foi realizada em analisador eletroquímico *Yellow Spring Instruments* (YSI), modelo 2300 Sport (OH, EUA). A PSE foi coletada com escala 6-20 (BORG; 1982). Os TIEM, tinham estágios de dois minutos, sem intervalos entre eles. Ao fim de cada estágio e imediatamente ao fim do teste, eram coletados dados de FC, [LAC], PSE e VO<sub>2</sub>. A FC e trocas gasosas foram registradas até o sexto minuto após ao TIEM, quando ocorreram as últimas coletas de [LAC].

Para medir as correlações foi utilizado teste de Lin e, para concordância entre variáveis, empregou-se análise de Bland-Altman. As rotinas estatísticas foram realizadas com os softwares Prisma 7 e Stata 12.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, identifica-se concordância quanto à classificação entre LAn da FC ( $r = 0,762$ ) e FC<sub>max</sub> ( $r = 0,719$ ), que indicou forte correlação entre variáveis cardíacas. As respostas lactacidêmicas durante o exercício (LAn [LAC]  $r = 0,424$ ) mostraram correlação moderada, entretanto, a [LAC]<sub>pico</sub> ( $r = 0,820$ ) apresentou correlação forte entre os dois ergômetros. Assim como as respostas sanguíneas, o LAn VO<sub>2</sub>, durante a realização do TIEM, apresentou correlação moderada ( $r = 0,597$ ). Contudo, constatou-se forte correlação entre ergômetros no VO<sub>2max</sub> ( $r = 0,809$ ). Sobre a PSE no limiar anaeróbio, encontrou-se correlação muito baixa entre os ergômetros (LAn PSE = 0,176), mesmo sendo obtida média de diferença relativamente pequena ( $0,33 \pm 2,47$ ) na análise de Bland-Altman.

A FC aumentou seus valores conforme a progressão da carga no TIEM, e esta resposta foi similar nos dois instrumentos considerados. Os resultados do presente estudo concordam com os obtidos por SILVEIRA et al. (2012), no qual se constatou concomitância nos pontos de deflexão da FC em diferentes TIEM, mostrando linearidade similar. A concordância entre os estudos pode ser justificada devido a ambos terem utilizados protocolos de testes com pequenos incrementos em estágios de tempo fixo, o que vai de acordo com as recomendações de CONCONI et al. (1996).

No presente estudo, o VO<sub>2max</sub> apresentou alta correlação entre ergômetros, com diferença média de apenas 2,33 mL/kg/min. Assim, pode-se presumir que a

mensuração do  $VO_{2max}$  utilizando o ergômetro Keiser-M3 possui acurácia em relação ao cicloergômetro Ergo-FIT 167. BARBINAU et al. (1999) verificaram que pode haver diferença entre o mesmo sistema de análise de gases em situação de teste e reteste, sugerindo que diferenças toleráveis para  $VO_{2max}$  em medidas repetidas é de 4%. Adicionalmente, HODGES et al. (2005) afirmaram que alterações entre 3-10% são aceitáveis e têm sido citadas na literatura. Considerando os dados obtidos, realizados no mesmo analisador de gases durante as coletas, foi encontrada variação de 3,5%, ou seja, inferior ao apontado nos estudos supracitados.

**Tabela 1 – Concordância de *Bland-Altman* e correlação de *Lin* entre as bicicletas estacionárias (N=15).**

Variáveis	Concordância de Bland-Altman Diferença média $\pm$ dp (IC95%)	Correlação de Lin r (classificação)
Medidas no limiar anaeróbio		
PSE	0,33 $\pm$ 2,469 (-4,51 – 5,17)	0,17 (Muito baixa)
FC	-3,8 $\pm$ 8,89 (-21,22 – 13,62)	0,76 (Forte)
VO <sub>2</sub>	-0,53 $\pm$ 2,93 (-6,27 – 5,22)	0,59 (Moderada)
[LAC]	-0,19 $\pm$ 1,576 (-3,28 – 2,89)	0,42 (Moderada)
Medidas ao término do teste		
PSE <sub>max</sub>	- 0,33 $\pm$ 1,397 (-3,07 – 2,40)	0,23 (Muito baixa)
FC <sub>max</sub>	-1,86 $\pm$ 8,08 (-17,72 – 13,98)	0,72 (Forte)
VO <sub>2max</sub>	2,33 $\pm$ 4,25 (-6,01 – 10,67)	0,81 (Forte)
[LAC] <sub>pico</sub>	0,26 $\pm$ 1,50 (-2,68 – 3,20)	0,82 (Forte)

No que diz respeito à [LAC], ao considerar o [LAC]<sub>pico</sub>, os resultados obtidos explicitam forte concordância ( $r= 0,820$ ) entre os instrumentos comparados, evidenciando sua utilidade para a realização de testes de esforços máximos. GROSSL et al. (2014), ao investigarem ciclistas, verificaram que todos os sujeitos, mesmo não apresentando máxima fase estável de [LAC], ao alcançar fadiga, concomitantemente apresentavam valores máximo de [LAC] semelhantes, tornando válidos os achados do presente estudo. Nosso estudo também verificou a aplicabilidade e consistência do modelo matemático D<sub>max</sub> na identificação do limiar anaeróbio. Aceita-se, também, que o protocolo TIEM utilizado no decorrer deste estudo se faz replicável, uma vez que as respostas orgânicas induzidas nos dois testes realizados foram comparáveis. Outro ponto importante entre os ergômetros diz respeito ao conforto. Segundo as mulheres participantes desta pesquisa, a Ergo-FIT 167 é desconfortável e estimula a interrupção do teste, enquanto a Keiser-M3 apresenta *desing* mais semelhante a uma bicicleta convencional, tornando-a preferência das avaliadas.

#### 4. CONCLUSÕES

A partir dos achados do presente estudo, observou-se que parâmetros da PSE, tanto no limiar anaeróbio quando ao final do teste, apresentaram baixa reprodutibilidade, embora não apresentassem diferenças entre médias. Em contrapartida, as variáveis FC no Lan, e FC<sub>max</sub>, VO<sub>2max</sub>, [LAC]<sub>pico</sub> exibiram elevada concordância entre ergômetros. Assim, destaca-se a reprodutibilidade da

utilização da bicicleta estacionária da marca Keiser, modelo M3, para a realização de TIEM, tendo em vista que os dois ergômetros utilizados causam estresse fisiológico de magnitude semelhante para esta amostra.

## 5. REFERÊNCIA

NOAKES, T. D. Physiological models to understand exercise fatigue and the adaptations that predict or enhance athletic performance. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports: Review Article**, v. 10, n. 3, p. 123-145, 2000.

NERY LE. Fisiologia clínica do exercício-teoria e prática:variáveis e parâmetros obtidos no teste de exercício cardiorespiratório. **Artes médicas**; São Paulo. p. 222-4; 2003.

MYERS J, GULLESTAD L, VAGELOS R, Do D, BELLINI D, ROSS H, FOWLER MB. Cardiopulmonary exercise testing and prognosis in severe heart failure: 14 mL/kg/min revisited. **Am Heart J**;139: 78-84; 2000.

AMERICAN College of Sports Medicine (ACSM). **Guidelines of exercise testing and exercise prescription**. 8th ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 2009.

BORG, G.A.V. Physiological bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.14, n.3, p.377-87, 1982.

LAURSEN PB, RHODES EC, Langill RH, MCKENZIE DC, TAUNTON JE. Relationship of exercise test variables to cycling performance in an Ironman triathlon. **Eur J Appl Physiol**;87: 433-40; 2002.

DELEVATTI, Rodrigo Sudatti et al. Heart rate deflection point as an alternative method to identify the anaerobic threshold in patients with type 2 diabetes. **Apunts. Medicina de l'Esport**, v. 50, n. 188, p. 123-128, 2015.

BANGSBO, J; IAIA, F. M.; KRUSTRUP, P. The Yo-Yo intermittent recovery test. **Sports medicine**, v. 38, n. 1, p. 37-51, 2008.

DEL VECCHIO, Fabrício Boscolo; FERREIRA, João Luis Mulling. Mixed Martial Arts: conditioning routines and physical fitness assessment of fighters from Pelotas/RS. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v. 35, n. 3, p. 611-626, 2013.

SHEPHERD SO, WILSON OJ, Taylor AS, THØGERSEN-NTOUMANI C, ADLAN AM, WAGENMAKERS AJM, et al.; Low-Volume High-Intensity Interval Training in a Gym Setting Improves Cardio-Metabolic and Psychological Health. **PLoS ONE** **10(9): e0139056. doi:10.1371/journal.pone.0139056**; 2015.

MALTA, E S. et al. Metabolic Profile and Performance Responses During Two Consecutive Sessions of Sprint Interval Training. **Journal of strength and conditioning research**, 2018.

GROSSL T; Barbosa LF; Lucas RD; Guglielmo LGA. Consumo de oxigênio durante ciclismo na máxima fase estável de lactato sanguíneo até a exaustão: modelo contínuo vs. intermitente. *Rev Andal Med Deporte* [online]. 2014, 7(4).

SILVEIRA, B H et al. Comparação do ponto de deflexão da frequência cardíaca com a máxima fase estável de lactato em corredores de fundo. **Motriz Rev Educ Fís**, v. 18, p. 1-8, 2012.



CONCONI F, GRAZZI G, CASONI I, GUGLIELMINI C, BORSETTO C, BALLARIN E, MAZZONI G, PATRACCHINI M, MANFREDINI F: The Conconi test: methodology after 12 years of application. **Int J Sports Med** 17: 509-519, 1996

BARBINAU C , LEGER L , LONG A . Variability of maximum oxygen measurement in various metabolic systems . **J Strength Cond Res**; 13 : 318 – 324. 1999.

HODGES LD , Brodie DA , Bromley PD . Validity and reliability of select commercially available metabolic analyzer systems . **Scand J Med Sci Sports**; 15 : 271 – 279; 2005.