

# Análise comparativa da aptidão cardiorrespiratória de triatletas, avaliados em ciclossimulador e bicicleta ergométrica

Comparison of Cardiopulmonary exercise testing of tri-athletes on cyclo-simulator and bicycle ergometer

---

Edenilson S. Carvalho Jr, Alexandre L.G. Santos, André P. Schneider, Liane Beretta, Antonio S. Tebexreni, Marcelo C. Cesar, Turibio L. Barros

---

## Resumo

[1] Carvalho Jr., E., Santos, A.L.G., Schneider A.P., Beretta, L., Tebexreni, A.S., Cesar, M.C., Barros, T.L. Análise comparativa da aptidão cardiorrespiratória de triatletas, avaliados em ciclossimulador e bicicleta ergométrica. Rev. Bras. Ciên. e Mov. 8 (3): 21-24, 2000.

Objetivo: comparar a aptidão cardiorrespiratória de triatletas, avaliados por testes em bicicleta ergométrica e ciclossimulador (ergômetro mais específico). Métodos: 9 triatletas treinados, 6 do sexo masculino e 3 do sexo feminino, foram submetidos a testes ergoespirométricos em 2 diferentes cicloergômetros, um ciclossimulador e uma bicicleta ergométrica, sendo determinados o consumo máximo de oxigênio ( $VO_2$  max), o limiar anaeróbio ventilatório (LA), a frequência cardíaca máxima (FC max) e a frequência cardíaca do limiar anaeróbio (FC LA). Resultados: não foram encontradas diferenças significantes entre os testes para nenhuma das variáveis determinadas. Os valores dos testes em ciclossimulador e bicicleta ergométrica foram, respectivamente-.  $VO_2$  max  $62,88 \pm 5,13$  vs  $62,13 \pm 6,00$  ml/kg/min, LA  $37,84 \pm 3,75$  vs  $38,96 \pm 4,92$  ml/kg/min, FC max  $182,00 \pm 8,72$  vs  $180,89 \pm 11,16$  bpm e FC LA  $148,22 \pm 6,22$  vs  $147,89 \pm 8,54$  bpm. Conclusão: os resultados sugerem que a bicicleta ergométrica pode ser utilizada para avaliação física cardiorrespiratória de triatletas com a mesma precisão do ciclossimulador.

**PALAVRAS-CHAVE:** aptidão cardiorrespiratória, triatletas, cicloergômetro.

## Abstract

[2] Carvalho Jr., E., Santos, A.L.G., Schneider A.P., Beretta, L., Tebexreni, A.S., Cesar, M.C., Barros, T.L. Comparison of Cardiopulmonary exercise testing of tri-athletes on cyclo-simulator and bicycle ergometer. Rev. Bras. Ciên. e Mov. 8 (3): 21-24, 2000.

Objective: To compare the tri-athletes aerobic power in cardiopulmonary exercise testing on bicycle ergometer and cyclo-simulator (more specific ergometer). Methods: 9 trained triathletes, 6 male and 3 female, performed two cardiopulmonary exercise testing on different cycle ergometers, cyclo-simulator and bicycle ergometer, were measured the maximal oxygen uptake ( $VO_2$  max), the ventilatory threshold (VT), the maximal heart rate (HR max) and the ventilatory threshold heart rate (HR VT). Results: no differences were detected between the two tests. The values of cyclo-simulator and bicycle ergometer tests are, respectively -  $VO_2$  max  $62.88 \pm 5.13$  vs  $62.13 \pm 6.00$  ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>, LV  $37.84 \pm 3.75$  vs  $38.96 \pm 4.92$  ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>, HR max  $182.00 \pm 8.72$  vs  $180.89 \pm 11.16$  beats.min<sup>-1</sup> and HR VT  $148.22 \pm 6.22$  vs  $147.89 \pm 8.54$  beats.min<sup>-1</sup>. Conclusion: the results suggest that the bicycle ergometer can be used for cardiopulmonary exercise testing of triathletes with the same precision as that of the cyclo-simulator.

**KEYWORDS:** aerobic power, triathletes, cycle ergometer.

## Introdução

O principal objetivo de um treinamento é adaptar o organismo humano para melhor realizar uma determinada tarefa. Para tanto, um planejamento de ações é realizado de forma a alcançar o melhor resultado possível, para a tarefa em questão (11). Apesar das diferenças entre os esportes, determinados princípios básicos devem ser seguidos no treinamento, que são a sobrecarga (exercitar-se a um nível acima do normal), a individualidade (a capacidade de um indivíduo em responder a determinado treinamento), a reversibilidade (o destreinamento, ao parar de treinar) e a especificidade (treinamento dos grupos musculares específicos para determinada modalidade) (11).

Para uma melhor programação de um treinamento, são necessários testes para determinação dos pontos fortes e fracos de um atleta, em relação ao seu esporte, fornecendo dados para a prescrição de um treinamento individualizado, para maior utilização prática dos resultados (10). Um teste deve ser semelhante ao esporte específico do indivíduo avaliado, utilizando, na avaliação, a maior massa muscular envolvida, durante a performance atlética (16).

Testes ergoespirométricos são utilizados para determinação da potência aeróbia, pois permitem a determinação dos principais índices da aptidão cardiorrespiratória, o consumo máximo de oxigênio ( $VO_2$  max) e o limiar anaeróbio (LA) (1), que aumentam com o treinamento físico (2,4,6) e são utilizados para quantificar a aptidão física cardiorrespiratória, desde pacientes com severa limitação funcional (17,18), até atletas de elite (14,17).

Davis et al (7) demonstraram que ocorrem diferenças nos resultados da potência aeróbia, se a avaliação for realizada em bicicleta ergométrica, esteira ou ergômetro de braços em indivíduos não-atletas, e Stromme et al (16), na avaliação de 37 atletas praticantes de diferentes esportes, encontraram maiores valores de  $VO_2$  max, quando o ergômetro utilizado para avaliação era mais específico para a atividade praticada.

Moreira Costa et al (13) encontraram maiores valores de consumo máximo de oxigênio em testes de ciclistas, realizados em bicicleta que em esteira, embora não tenham observado maiores valores de limiar anaeróbio um teste foi realizado em esteira ou bicicleta. Por outro lado, em corredores o  $VO_2$  max e o limiar anaeróbio foram maiores em esteira (13). Contudo, em triatletas, que treinam corridas e ciclismo, Schneider et al (15) acharam menores valores de  $VO_2$  max e LA nos testes realizados em bicicleta, em relação aos testes em esteira rolante.

Como durante uma atividade de pedalar a eficiência de um atleta pode ser alterada por fatores materiais, como altura do banco (9), o tamanho do pedivela (5), a posição na bicicleta (8) e o uso de sapatilhas de ciclismo (12), este trabalho visa a comparar, em triatletas treinados, os principais índices de avaliação cardiorrespiratória em bicicleta ergométrica e em cicloergômetro, um cicloergômetro mais específico, por ser mais próximo da atividade praticada pelos atletas.

## Casuística e Métodos

Nove triatletas amadores treinados (seis do sexo masculino e três do sexo feminino), com idade entre 18 e 33 anos, o peso médio de  $70 \pm 9,69$  kg, altura média de  $175 \pm 7,70$  cm, foram submetidos a dois testes ergoespirométricos, com um intervalo de, no mínimo, 5 e, no máximo, 7 dias, em laboratório climatizado, com temperatura mantida entre 20 e 24° C.

Os atletas foram submetidos a dois testes de esforço máximo em dois diferentes cicloergômetros, um realizado em cicloergômetro e outro em bicicleta ergométrica, com medida direta do consumo de oxigênio, em circuito aberto, utilizando-se analisadores de oxigênio e gás carbônico Ametek e sistema metabólico Vacumed, com obtenção da frequência cardíaca por sistema de telemetria Polar, modelo Vantage XL. Os testes foram realizados de forma aleatória, de modo que cinco triatletas iniciaram o protocolo pela avaliação no cicloergômetro e quatro, na bicicleta ergométrica.

O teste no cicloergômetro foi realizado em um modelo Cateye, permitindo uma adaptação para uma bicicleta de prova, sendo que foi utilizada a bicicleta individual de competição de cada triatleta. Fixou-se a relação de marchas 53 x 19, durante todo o decurso do teste, este tendo sido iniciado com três minutos de aquecimento, a uma carga de esforço de 1 % de inclinação, para homens e 0%, para mulheres e seguidos de incrementos crescentes de 1 % de carga, a cada minuto, até se atingir a exaustão. Para a avaliação em bicicleta ergométrica, utilizou-se o modelo Cybex Cardiovascular System the Bike, protocolo de três minutos de aquecimento a uma carga de 100 watts para homens e 50 watts, para mulheres, sendo seguidos por incrementos crescentes de 50 watts, a cada minuto, até a exaustão. Nos dois protocolos, a cadência foi fixada a 80 rpm.

Foram determinados o consumo máximo de oxigênio ( $VO_2$  max), o limiar anaeróbio ventilatório (LA), a frequência cardíaca máxima (FC max) e a frequência cardíaca do limiar anaeróbio (FC LA).

Os dados obtidos foram levados a um banco de dados Excel e posteriormente analisados por teste "t" para dados pareados e correlação de Spearman (SPSS for Windows, versão 6.0). Considerados estatisticamente significantes, valores de  $p < 0,05$ .

## Resultados

Nota-se, na tabela abaixo, que os valores dos índices da aptidão cardiorrespiratória são muito semelhantes. De fato, não foi encontrada diferença estatisticamente significativa nos valores de consumo máximo de oxigênio, limiar anaeróbio, frequência cardíaca máxima e do limiar anaeróbio, quando comparados os valores obtidos no cicloergômetro em relação à bicicleta ergométrica.

**TABELA I** : Médias, com respectivos e desvio padrões dos valores de consumo máximo de oxigênio ( $VO_2$  max), limiar anaeróbio, frequência cardíaca máxima (FC max) e frequência cardíaca do limiar anaeróbio (FC LA) dos triatletas avaliados no ciclossimulador e na bicicleta ergométrica

Variável	Ciclossimulador	Bicicleta Ergométrica	p (teste "t")	Correlação
$VO_2$ max (ml/kg/min)	62,88±5,13	62,13±6,00	NS (p = 0,69)	r = 0,84
LA (ml/kg/min)	37,84±3,75	38,96±4,92	NS (p = 0,78)	r = 0,54
FC max (bpm)	182,00±8,72	180,89±11,16	NS (p = 0,60)	r = 0,87
FC LA (bpm)	148,22±6,22	147,89±8,54	NS (p = 0,23)	r = 0,88

## Discussão

Os testes realizados para a avaliação da aptidão cardiorrespiratória dos triatletas foram realizados rigorosamente nas mesmas condições, em laboratório climatizado, com curto intervalo de tempo entre as avaliações, para evitar efeitos do treinamento, de forma aleatória, de modo que não houvesse um fator de adaptação ao exame que pudesse influenciar nos resultados.

Os protocolos das avaliações foram previamente testados, de modo que todos os testes tiveram duração semelhante (8 a 10 minutos) e, dentro dos limites, considerados mais adequados para avaliação da potência aeróbia (3).

Os resultados das avaliações da aptidão cardiorrespiratória, obtidos em ciclossimulador e bicicleta ergométrica, não foram diferentes, sendo os valores de  $VO_2$  max e LA, aproximadamente de 62 e 38 ml/kg/min, respectivamente, abaixo dos encontrados na avaliação em cicloergômetro por Schneider et al (15), respectivamente 70,3 e 46,9 ml/kg/min; deve-se ressaltar que os 10 triatletas avaliados, neste estudo, eram do sexo masculino, sendo 4 profissionais e, em nosso trabalho, os 9 atletas eram amadores e havia 3 triatletas do sexo feminino. Entretanto, os valores da frequência cardíaca máxima e do limiar anaeróbio foram semelhantes, em nosso trabalho, respectivamente médias de aproximadamente 181 e 148 bpm, em relação aos encontrados por Schneider et al, respectivamente médias de 180 e 145 bpm.

Os resultados da potência aeróbia não foram diferentes, nas avaliações realizadas no ciclossimulador, em relação à bicicleta ergométrica, provavelmente devido à massa muscular utilizada durante as avaliações ser a mesma nos dois cicloergômetros. Fatores materiais citados na introdução, como a altura do banco, o tamanho do pedivela e a posição na bicicleta, embora sejam importantes durante os treinamentos e na prova, parecem não influenciar em testes de curta duração.

Concluindo, em nosso estudo não foram encontradas diferenças nos resultados da potência obtidos no ciclossimulador e na bicicleta ergométrica, sugerindo que esta última pode ser utilizada para avaliação de triatletas com a mesma precisão da avaliação realizada na bicicleta individual desse atleta, adaptada em um ciclossimulador.

## Referências Bibliográficas

1. BARROS NETO TL, CESAR MC, TAMBEIRO VL. Avaliação da Aptidão Física Cardiorrespiratória In: Ghorayeb N, Barros T. O Exercício: preparação fisiológica, avaliação médica, aspectos especiais e preventivos. Editora Atheneu, 1999:p-15-24.
2. BARROS TL, CESAR MC, SALVETTI XM, BRITO R, COTRIM J, MONTUORI E, OLIVEIRA JA, ARROYO JB, MARTINEZ EE. Avaliação dos efeitos do treinamento em atletas juvenis de voleibol. In: Anais do XLIX Congresso da Sociedade Brasileira de Cardiologia. Belo Horizonte - MG, 1993: 1199.
3. BUCHFUHRER MJ, HANSEN JE, ROBINSON, TE, SUE DL, WASSERMAN K, WHIPP BJ. Optimizing the exercise protocol for cardiopulmonary assessment. J Appl Physiol 1983- 55(5)-.1558-1564.
4. CESAR MC. Características fisiológicas de corredoras de longas distâncias. [Tese] São Paulo: Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina, 1997:111p.

5. CONRAD, DP, THOMAS TR. Bicycle crank arm length and oxygen consumption in trained cyclists. *Med Sci Sports Exerc* 1983; 15:111.
6. DAVIS JA, FRANK HM, WHIPP BJ, WASSERMAN K. Anaerobic threshold alterations caused by *endurance* training in middle-age men. *J Appl Physiol* 1979; 46(6):1039-1046.
7. DAVIS JA, VODAK P, WILMORE J, VODAK J, KURTZ P. Anaerobic threshold and maximal aerobic power for three modes of exercise. *J Appl Physiol* 1976; 41(4): 554-550.
8. FARIA, I., DIX, C., FRAZER, C. Effect of body position during cycling on heart rate, pulmonary ventilation, oxygen uptake and work output. *J Sports Med* 1978; 18:49-56.
9. LAURENCE SHENNUM P, VRIES H. The effect of saddle height on oxygen consumption during bicycle ergometer work. *Med Sci Sports* 1976; 8:121.
10. MAC DOUGALL D, WENGER A. The purpose of physiological testing in: Mac Dougall D, Wenger A, Green J. *Physiological testing of the high performance athlete*. Published for the Canadian Association of Sport Science. 2<sup>a</sup> ed., ISBN 0-87322-300-4, 1982:p.1-5.
11. MC ARDLE WD, KATCH FI, KATCH VI. *Fisiologia do Exercício, Nutrição e Desempenho Humano*. 3<sup>a</sup> ed., ed. Guanabara Koogan, 1992: p. 276-277.
12. MOFFAT, R., SPARLING, P. Effect of toe clips during bicycle ergometry on  $\dot{V}O_2$  max. *Res Q Exerc Sports* 1985; 56:54-57.
13. MOREIRA COSTA M, RUSSO AK, PIÇARRO IC, BARROS NETO TL, SILVA AC, TARSANTCHI J. Oxygen consumption and ventilation during constant-load exercise in runners and cyclists. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 1989; 29: 36-44.
14. SALTIN B. and ASTRAND P-O. Maximal oxygen uptake in athletes. *J Appl Physiol* 1967; 23(3):353-358.
15. SCHNEIDER DA, LACROIX KA, ATKINSON GR, TROPEA PJ, POLLACK J. Ventilatory threshold and maximal oxygen uptake during cycling and running in triathletes. *Med Sci Sports and Exerc* 1990; 22(2):257-264.
16. STROMME SB, INGJER F, MEEN HD. Assessment of maximal aerobic power in specifically trained athletes. *J Appl Physiol* 1977; 42(6):833-837.
17. WASSERMAN K and WHIPP BJ. Exercise physiology in health and disease. *Am Rev Resp Dis* 1975; 112:219-249.
18. WEBER KT, KINASEWITZ GT, JANICKI JS and FISHMAN AP. Oxygen utilization and ventilation during exercise in patients with chronic cardiac failure. *Circulation* 1982; 65(6):1213-1223.