

**Artigo original**

Juliana Melo Altimari^{1,2}
Leandro Ricardo Altimari^{1,2}
Alexandre Hideki Okano^{1,2}
Edilson Serpeloni Cyrino¹
Fábio Yuzo Nakamura^{1,3}
Antonio Carlos de Moraes^{1,2}
Eduardo Bodnariuc Fontes^{1,2,3}
Mara Patrícia Traina Chacon-Mikahil²

DETERMINAÇÃO DA POTÊNCIA CRÍTICA E DA CAPACIDADE DE TRABALHO ANAERÓBIO EM ERGÔMETRO DE BRAÇO POR MEIO DE DUAS EQUAÇÕES LINEARES EM ATLETAS DE CANOAGEM

DETERMINATION OF THE CRITICAL POWER AND ANAEROBIC WORK CAPACITY OF CANOEISTS ON AN ARM ERGOMETER, USING TWO LINEAR EQUATIONS

Resumo

O objetivo do presente estudo foi verificar a influência de dois modelos lineares na determinação da potência crítica (PC) e da capacidade de trabalho anaeróbio (CTAn), em ergômetro de braço, em atletas de canoagem. Para tanto, oito canoístas do sexo masculino ($17,1 \pm 1,1$ anos; $63,3 \pm 6,5$ kg; $173,4 \pm 4,3$ cm), participaram voluntariamente desta investigação. A PC e a CTAn foram obtidas por meio de duas equações lineares: potência-1/tempo e trabalho-tempo, utilizando três potências (W_{lim}) e seus respectivos tempos até a exaustão (t_{lim}). Os atletas foram submetidos a seis sessões de testes em ergômetro de braço a 70 rpm até a exaustão voluntária, com intervalo de 24 horas entre cada sessão, a duas intensidades diferentes a cada dia, com intervalo mínimo de 90 minutos. Para o tratamento estatístico utilizou-se a estatística descritiva, teste *t* de Student e correlação linear de Pearson ($P < 0,05$). A PC da equação potência-1/tempo foi significativamente maior que da equação trabalho-tempo ($144,6 \pm 17,3$ W vs $141,9 \pm 16,5$ W, respectivamente; $P < 0,05$), enquanto que a CTAn foi significativamente maior no modelo trabalho-tempo em relação ao modelo potência-1/tempo ($12,8 \pm 2,9$ kJ vs $13,9 \pm 3,2$ kJ; respectivamente, $P < 0,05$). A correlação obtida para PC e CTAn entre os modelos potência-1/tempo e trabalho-tempo foram $r=0,98$ e $r=0,92$, respectivamente ($P < 0,05$). Apesar da alta correlação encontrada entre os modelos para os valores de PC e CTAn os resultados sugerem que a adoção de diferentes modelos parece interferir no cálculo da PC e CTAn em exercício realizado no ergômetro de braço.

Palavras-chave: Teste de esforço; Exercício; Ergômetro com os braço; Esportes.

Abstract

The objective of the present study was to investigate the influence of two linear models on the determination of critical potential (CP) and anaerobic work capacity (AnWC) of canoeists evaluated on an arm ergometer. Eight male canoeists (17.1 ± 1.1 years; 63.3 ± 6.5 kg; 173.4 ± 4.3 cm) volunteered to take part in the study. Two different linear equations were employed to calculate CP and AnWC: power-1/time and work-time, using three different power levels (W_{lim}) and their respective times to exhaustion (t_{lim}). The athletes underwent six test sessions on an arm ergometer at 70 rpm until voluntary exhaustion, with and interval of 24 hours between sessions, at two different intensities each day, with a minimum interval of 90 minutes. The statistical analysis employed descriptive statistics, Student's *t* test and Pearson's linear correlation ($P < 0.05$). The power-1/time equation produced a significantly higher CP than the work-time equation (144.6 ± 17.3 W vs. 141.9 ± 16.5 W, respectively; $P < 0.05$), whereas AnWC was significantly greater when calculated by work-time than when calculated by power-1/time (12.8 ± 2.9 kJ vs. 13.9 ± 3.2 kJ; respectively, $P < 0.05$). The coefficient of correlation between power-1/time and work-time for CP and AnWC was $r=0.98$ and $r=0.92$, respectively ($P < 0.05$). Despite this high level of correlation between the models in terms of CP and AnWC, the results suggest that adopting different models appears to interfere in the calculation of CP and AnWC of exercise on an arm ergometer.

Key words: Exercise test; Arm ergometer test; Exercise; Sports.

¹ Grupo de Estudo e Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Exercício. Centro de Educação Física e Esporte. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, Brasil.

² Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil.

³ Grupo de Estudo das Adaptações Fisiológicas ao Treinamento. Centro de Educação Física e Esporte. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, Brasil.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o limiar anaeróbio (LAn) tem sido alvo de inúmeras investigações, uma vez que as informações produzidas a partir da determinação deste parâmetro podem ter grande utilidade, tanto para a prescrição da intensidade¹⁻³ quanto para o controle dos efeitos do treinamento^{4,5} e predição do desempenho físico⁶⁻⁸.

Embora a determinação do LAn possa ser obtida por meio de métodos invasivos e não-invasivos⁹⁻¹³, a utilização de procedimentos não-invasivos tem atraído a atenção de diversos pesquisadores, sobretudo, pelo baixo custo operacional e por não envolver variáveis bioquímicas. Nesse sentido, a potência crítica (PC) tem sido apontada como um dos principais métodos não-invasivos para a determinação do LAn, visto que alguns estudos têm encontrado altas correlações entre esses dois índices¹⁴⁻¹⁶, o que sugere que a PC pode ser capaz de prever a capacidade aeróbia e/ou desempenho aeróbio, independente do tipo de exercício físico, do sexo e da faixa etária¹⁷⁻²².

O conceito de PC foi proposto por Monod & Scherrer²³ como sendo uma potência máxima que pode ser mantida indefinidamente durante a prática de exercícios físicos. Esse conceito é baseado na relação hiperbólica entre a potência realizada (W_{lim}) e seu respectivo tempo de exaustão (t_{lim}). Com base nessa relação é possível, também, a determinação da capacidade de trabalho anaeróbio (CTAn), a partir de evidências de que o grau de curvatura da hipérbole está associado com a capacidade anaeróbia²⁴. Vale destacar que, inicialmente, o conceito de PC foi aplicado para grupos musculares sinergistas²³, sendo posteriormente estendido para grandes grupos musculares, a partir de estudos em cicloergômetro.

Apesar da existência de diferentes equações lineares e não-lineares para a determinação dos parâmetros PC e CTAn^{25,26}, a equação hiperbólica que relaciona potência-tempo tem sido a mais freqüentemente utilizada, embora outras duas equações tenham sido linearizadas a partir da função hiperbólica, ou seja, a equação que relaciona potência-1/tempo bem como a que relaciona trabalho-tempo²⁵. Vale ressaltar que a falta de rigor metodológico e variação intra-individual durante a aquisição dos dados experimentais podem interferir no ajuste desses modelos matemáticos, resultando em erros aleatórios e/ou sistemáticos que podem comprometer as estimativas da PC e da CTAn^{20,25-29}.

Considerando as informações apresentadas anteriormente, o objetivo do presente estudo foi comparar os resultados da aplicação das duas equações lineares previstas pelo modelo de potência crítica para a determinação da PC e da CTAn, em ergômetro de braço, em atletas de canoagem.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Sujeitos

Oito atletas de canoagem de velocidade, do

sexo masculino, com experiência competitiva em nível nacional, na categoria júnior, participaram voluntariamente deste estudo. Todos os sujeitos, após receberem informações sobre as finalidades do estudo e os procedimentos aos quais seriam submetidos, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina.

Procedimentos - Potência crítica (PC) e capacidade de trabalho anaeróbio (CTAn)

A PC e a CTAn foram obtidas a partir das seguintes equações lineares:

$$\text{potência} = PC + [CTAn \cdot (1/\text{tempo})] \quad (\text{equação 1})$$

No primeiro modelo (equação 1), a interseção no eixo Y e a inclinação da reta foram consideradas a PC e a CTAn, respectivamente (Figura 1).

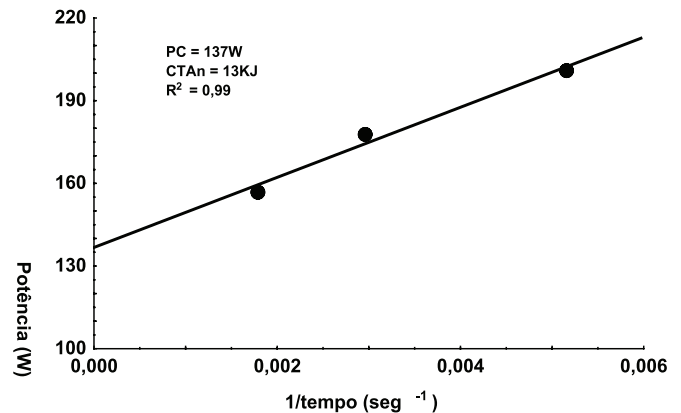


Figura 1. Determinação da PC e CTAn por meio de análise de regressão e ajuste de curva para o modelo potência-1/tempo em um indivíduo.

$$\text{trabalho} = CTAn + (PC \cdot \text{tempo}) \quad (\text{equação 2})$$

No segundo modelo (equação 2), a interseção no eixo Y e a inclinação da reta foram considerados a CTAn e a PC, respectivamente (Figura 2).

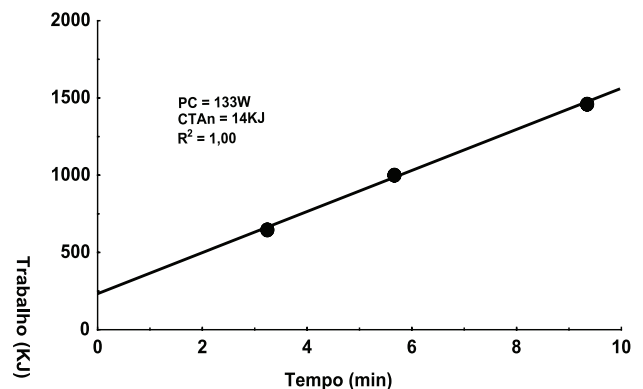


Figura 2. Determinação da PC e CTAn por meio da análise de regressão e ajuste de curva para o modelo trabalho-tempo em um indivíduo.

Delineamento experimental

Na primeira etapa do experimento, os sujeitos compareceram ao laboratório para realização das medidas antropométricas de massa corporal e estatura. A massa corporal foi medida em uma balança de plataforma, da marca Filizola, com precisão de 0,1 kg, seguindo as recomendações de Gordon et al.³⁰, ao passo que a estatura foi determinada em um antropômetro, com precisão de 0,1 cm, de acordo com os procedimentos descritos por Tanner³¹.

A partir da segunda etapa do experimento, os indivíduos participaram de três sessões experimentais, com intervalo de no mínimo 24 h entre cada sessão. Os testes retangulares (carga constante) foram executados em um ergômetro de braço mecânico (Monark®), a uma cadência de 70 rpm até a exaustão voluntária. As cargas utilizadas na determinação da PC e CTAn situaram-se entre 125 e 300 W. Essas foram escolhidas de acordo com a capacidade funcional reportada pelo técnico referente a cada atleta, de tal forma que as durações dos testes fossem consideradas adequadas para que seus resultados fossem aplicados ao modelo. As cargas foram ajustadas de modo que o tempo de exaustão ocorresse entre 1 e 15 min²⁹. Como critério de interrupção do teste, adotou-se a queda na cadência de revoluções sem recuperação, por mais de cinco segundos. Os testes foram precedidos por período de aquecimento de três minutos no próprio ergômetro, sem o uso de cargas. Vale ressaltar que os testes foram executados sempre no mesmo horário, entre as 8 h e 12 h.

Os atletas foram previamente orientados para que não realizassem atividades físicas vigorosas no período do experimento, bem como para que evitassem o uso de bebidas alcoólicas ou cafeinadas, nas 24 h precedentes a cada teste, na tentativa de minimizar possíveis interferências sobre o desempenho motor. Além disso, todos os sujeitos se mantiveram em jejum nas duas horas pré-esforço.

Tratamento estatístico

Estatística descritiva foi utilizada, inicialmente, para a caracterização da amostra. O teste de normalidade de Shapiro-Wilk foi empregado para verificar a normalidade dos dados. Os valores encontrados a partir das equações utilizadas foram contrastados mediante a aplicação do teste “t” de Student para amostras pareadas. Para a determinação do nível de associação entre os modelos investigados foi utilizado o coeficiente de correlação produto-momento de Pearson. O nível de significância adotado para as análises foi $P < 0,05$. Todas as informações foram processadas no pacote computadorizado STATISTICA™, versão 5.1.

RESULTADOS

As características gerais dos atletas investigados são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1. Características gerais dos canoístas investigados (n = 8).

VARIÁVEIS	Média	DP
Idade (anos)	17,1	1,1
Massa corporal (kg)	63,3	6,5
Estatura (cm)	173,4	4,3
Tempo de prática (meses)	14,2	7,1
Volume de treino semanal (km)	100,0	5,0
Frequência de treino semanal (dias)	5	-

Na tabela 2, são apresentados os valores médios para as três potências (W_{lim}) e seus respectivos tempos de exaustão (t_{lim}) utilizados para o cálculo da PC e da CTAn nos dois modelos.

Tabela 2. Valores médios (\pm DP) da potência (W_{lim}) e tempo de exaustão (t_{lim}) utilizados para a determinação da PC e da CTAn (n = 8).

	Teste 1	Teste 2	Teste 3
W_{lim} (W)	201,6 \pm 12,9	178,6 \pm 14,3	162,4 \pm 14,1
t_{lim} (min)	3,7 \pm 0,6	6,9 \pm 1,1	11,0 \pm 1,7

Os resultados da PC e da CTAn obtidos por meio dos dois modelos são apresentados nas tabelas 3 e 4, respectivamente. O valor da PC estimado pelo modelo potência-1/tempo foi significativamente maior do que o gerado pelo modelo trabalho-tempo (1,9%; $P < 0,05$). Em contrapartida, o valor da CTAn estimado pelo modelo potência-1/tempo foi significativamente menor do que o gerado pelo modelo trabalho-tempo (7,9%; $P < 0,05$).

Uma correlação elevada e significativa entre os modelos potência-1/tempo e trabalho-tempo foi encontrada, tanto para PC ($r = 0,98$; $P < 0,05$) quanto para a CTAn ($r = 0,92$; $P < 0,05$), como pode ser observado nas figuras 3 e 4.

Tabela 3. Potência crítica (PC) estimada por dois modelos lineares em canoístas de velocidade (n = 8).

Sujeitos	Modelo	
	Potência-1/tempo (W)	Trabalho-tempo (W)
1	158,4	155,1
2	165,4	161,3
3	121,1	115,1
4	145,0	145,3
5	140,8	140,6
6	165,2	159,0
7	124,3	126,2
8	136,8	133,0
Média	144,6	141,9*
DP	\pm 17,3	\pm 16,5

*Diferença estatisticamente significativa ($P < 0,05$).

Tabela 4. Capacidade de trabalho anaeróbio (CTAn) estimada por dois modelos lineares em canoístas de velocidade (n = 8).

Sujeitos	Modelo Potência-1/tempo (kJ)	Modelo Trabalho-tempo (kJ)
1	8,3	9,6
2	14,9	16,7
3	14,2	16,5
4	9,1	8,9
5	13,0	13,0
6	13,4	16,2
7	17,3	16,4
8	12,7	14,0
Média	12,8	13,9*
DP	± 2,9	± 3,2

*Diferença estatisticamente significante ($P < 0,05$)

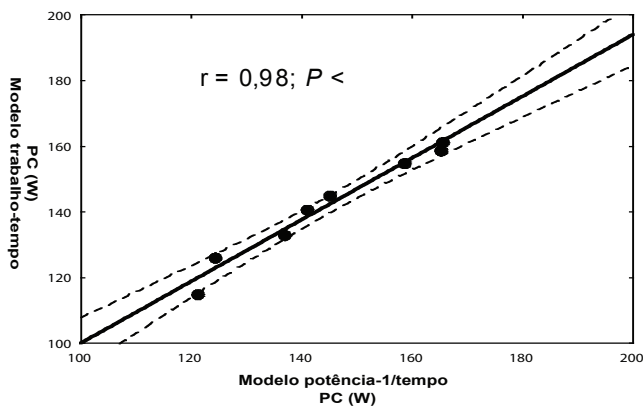


Figura 3. Correlação entre PC determinada nos modelos potência-1/tempo e trabalho-tempo (n = 8).

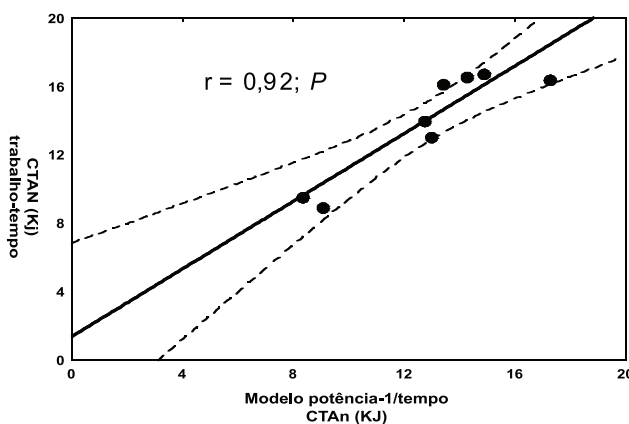


Figura 4. Correlação entre CTAn determinada nos modelos potência-1/tempo e trabalho-tempo (n = 8).

DISCUSSÃO

O objetivo desta investigação foi verificar o efeito da utilização de duas equações lineares sobre a determinação da PC e da CTAn, no ergômetro de braço, em atletas de canoagem. Sendo assim, de acordo com

os resultados, parece que os valores de PC e CTAn sofrem interferência do modelo utilizado para sua determinação, mesmo apresentando altas correlações entre os modelos para os valores de PC e CTAn.

Atualmente, a validade da PC tem sido questionada uma vez que esta parece não sustentar uma determinada intensidade de exercício por um longo período de tempo sem exaustão²⁵. Alguns estudos têm demonstrado grande variação no tempo de exaustão e na concentração de lactato sanguíneo ao final do exercício, realizado na intensidade determinada pela PC.

Poole et al.³¹ observaram que a PC (213 W) foi significativamente maior que o limiar ventilatório (197 W). No entanto, esta coincidia com o máximo estado estável de lactato e de VO_2 . Quando os sujeitos foram submetidos a um teste contínuo na PC, os pesquisadores encontraram um tempo médio de exaustão de 24 minutos.

Jenkins e Quigley¹⁸, estudando oito ciclistas treinados em protocolo contínuo de 30 minutos na PC, observaram que apenas dois conseguiram realizar o exercício no tempo proposto, ao passo que seis precisaram reduzir a intensidade correspondente à PC para completar os 30 minutos de exercício. Neste estudo, pode-se constatar grande variação individual na concentração de lactato sanguíneo (6,8 mmol.l⁻¹ a 11,4 mmol.l⁻¹) ao final do exercício.

McLellan e Cheung³² não observaram relação entre a intensidade de exercício obtida pelo IAT (limiar anaeróbio individual) e PC, sendo a PC (265 W) significativamente maior que o IAT (235 W). Esses autores constataram um tempo médio de exaustão de 20 minutos, e nos indivíduos que completaram pelo menos 15 minutos, a concentração de lactato foi de 6,8 mmol.l⁻¹. A partir dos achados, os autores concluíram que a PC parece superestimar a intensidade de exercício que pode ser mantida por um longo período de tempo sem exaustão.

Em um experimento conduzido por Housh, Housh e Bauge³³, em cicloergômetro, verificou-se um tempo médio de exaustão de 33 minutos na PC, com variações entre 18 e 60 minutos, sendo que os níveis de lactato sanguíneo, encontrados na PC foram acima dos 4,0 mmol.l⁻¹.

Outros estudos que levaram em consideração a aplicação de teste na PC por mais de uma vez, ou ainda, a combinação de diferentes cargas preditivas, obtiveram tempos de exaustão, variando entre 34 e 51 min^{34,35}. Assim, ao que parece, a grande variabilidade interindividual e entre estudos pode ser creditado às cargas selecionadas e a equação empregada^{25-27,36}.

Semelhante aos achados do presente estudo, Gaesser et al.²⁶, estudando diferentes modelos aplicados a exercício realizado em cicloergômetro para membros inferiores, encontraram coeficientes de correlação para PC e CTAn entre os modelos potência-1/tempo e trabalho-tempo de r = 0,97 a r = 0,95, respectivamente. Contudo, os valores de PC determinada pelo modelo potência-1/tempo (237 W) foi significativamente maior que no modelo trabalho-tempo (224 W). Inversamente, os valores de CTAn foram significativamente menores no modelo potência-

1/tempo (18 kJ) em comparação ao modelo trabalho-tempo (22 kJ).

Em adição, Bull et al.²⁵ observaram que a PC determinada pelo modelo potência-1/tempo (208 W) foi significativamente maior que no modelo trabalho-tempo (196 W). Segundo esses autores, esta diferença parece ocorrer pelo fato dos modelos diferirem em relação à designação das variáveis dependentes e independentes e a unidade na qual são expressas, dando peso diferente à coordenada e, conseqüentemente, variando os valores que podem ser encontrados para a PC e a CTAn. Da mesma forma, Hill, Alain e Kennedy³⁷, investigando remadores treinados, submetidos a testes em remoergômetro que possibilita a participação de membros superiores em movimentos que envolvem habilidade específica do esporte, constataram que a VC estimada por distâncias entre 200 e 1200 m a partir do modelo matemático velocidade-1/tempo ($5,12 \pm 0,23 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) foi significativamente maior que no modelo velocidade-tempo ($4,95 \pm 0,24 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Por outro lado, os valores de CTAn foram significativamente menores no modelo velocidade-1/tempo ($33 \pm 6 \text{ m}$) em comparação ao modelo velocidade-tempo ($52 \pm 11 \text{ m}$). Ressalta-se que, quando a VC e a CTAn foram estimadas a partir de distâncias entre 200 e 2000 m as diferenças entre os modelos se mantiveram.

Em estudo com amostra semelhante ao atual, Nakamura et al.³⁸ também analisaram canoístas ($n = 8$) em ergômetro de braço e buscaram correlacionar a PC, estimada através de diferentes modelos matemáticos, com a Velocidade Crítica (VC) estabelecida através do desempenho dos canoístas na água. Os resultados deste estudo indicaram correlações variando de $r = 0,79$ a $0,91$ entre PC e VC, sugerindo a possibilidade de estimar a capacidade aeróbia de canoístas em testes mais simples e controlados em ergômetro de membros superiores. No entanto, quando a CTAn foi correlacionada com a capacidade anaeróbia na canoagem - CACanoagem ($r = -0,03 - 0,36$), este parâmetro demonstrou ser um precário preditor de desempenho anaeróbio para a modalidade. No entanto, nesse estudo, as estimativas de PC e CTAn não foram diferentes entre as equações lineares, o que contrasta com os resultados aqui encontrados.

Por outro lado, resultados semelhantes aos encontrado pelo presente estudo foram observados por Calis e Denadai²⁹ que investigaram o possível efeito de diferentes equações na identificação da PC e CTAn em ergômetro de braço. Os autores sugeriram que a equação de ajuste da relação $W_{lim} - t_{lim}$, pode interferir no cálculo da PC e CTAn durante o exercício realizado em ergômetro de braço, e que a massa muscular participante no exercício parece não modificar este comportamento, com base em comparações prévias feitas na literatura.

CONCLUSÃO

Apesar da alta relação encontrada entre os modelos para os valores de PC e CTAn, os resultados sugerem que a adoção de diferentes modelos parece

interferir no cálculo da PC e da CTAn, em exercício realizado em ergômetro de braço. Em função da PC estar relacionada à máxima fase estável de lactato, novos estudos são necessários para a verificação do tempo de exercício com a carga (potência) determinada por estes modelos, uma vez que, aparentemente, isso poderia contribuir para a prescrição do treinamento na canoagem.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelas bolsas outorgadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Jacobs I. Blood lactate. Implications for training and sports performance. *Sports Med* 1986;3:10-25.
2. Kindermann W, Simon G, Keul J. The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1979;42:25-34.
3. Meyer T, Gabriel HH, Kindermann W. Is determination of exercise intensities as percentages of VO_{2max} or HRmax adequate? *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:1342-1345.
4. Gaskill SE, Walker AJ, Serfass RA, Bouchard C, Gagnon J, Rao DC, et al. Changes in ventilatory threshold with exercise training in a sedentary population: the HERITAGE Family Study. *Int J Sports Med* 2001;22:586-592.
5. Keith SP, Jacobs I, McLellan TM. Adaptations to training at the individual anaerobic threshold. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1992;65:316-323.
6. Coyle EF. Integration of the physiological factors determining endurance performance ability. *Exerc Sport Sci Rev* 1995;23:25-63.
7. Coyle EF, Feltner ME, Kautz SA, Hamilton MT, Montain SJ, Baylor AM, et al. Physiological and biomechanical factors associated with elite endurance cycling performance. *Med Sci Sports Exerc* 1991;23:93-107.
8. Roecker K, Schotte O, Niess AM, Horstmann T, Dickhuth HH. Predicting competition performance in long-distance running by means of a treadmill test. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:1552-1557.
9. Bourgois J, Vrijens J. The Conconi test: a controversial concept for the determination of the anaerobic threshold in young rowers. *Int J Sports Med* 1998;19:553-559.
10. Bourgois J, Vrijens J. Metabolic and cardiorespiratory responses in young oarsmen during prolonged exercise tests on a rowing ergometer at power outputs corresponding to two concepts of anaerobic threshold. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1998;77:164-169.
11. Heck H, Mader A, Hess G, Mucke S, Muller R, Hollmann W. Justification of the 4-mmol/l lactate threshold. *Int J Sports Med* 1985;6:117-130.
12. Mader A, Liesen H, Heck H, Philippi H, Schürch PM, Hollmann W. Zur Beurteilung der sportartspezifischen ausdauerleistungsfähigkeit. *Sportarzt Sportmed* 1976;27:80-88.
13. Wasserman K, McIlroy MB. Detecting the threshold

- of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. *Am J Cardiol* 1964;14:844-852.
14. Hill DW. The critical power concept. A review. *Sports Med* 1993;16:237-254.
 15. Vandewalle H, Vautier JF, Kachouri M, Lechevalier JM, Monod H. Work-exhaustion time relationships and the critical power concept. A critical review. *J Sports Med Phys Fitness* 1997;37:89-102.
 16. Walsh ML. Whole body fatigue and critical power: a physiological interpretation. *Sports Med* 2000;29:153-166.
 17. Capodaglio P, Bazzini G. Predicting endurance limits in arm cranking exercise with a subjectively based method. *Ergonomics* 1996;39:924-932.
 18. Jenkins DG, Quigley BM. Blood lactate in trained cyclists during cycle ergometry at critical power. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1990;61:278-283.
 19. Kokubun E. Velocidade crítica como estimador do limiar anaeróbio na natação. *Rev Paul Educ Fis* 1995;10:5-20.
 20. Hopkins WG, Edmond IM, Hamilton BH, Macfarlane DJ, Ross BH. Relation between power and endurance for treadmill running of short duration. *Ergonomics* 1989;32:1565-1571.
 21. Housh TJ, Devries HA, Housh DJ, Tichy MW, Smyth KD, Tichy AM. The relationship between critical power and the onset of blood lactate accumulation. *J Sports Med Phys Fitness* 1991;31:31-36.
 22. Wakayoshi K, Yoshida T, Udo M, Kasai T, Moritani T, Mutoh Y, et al. A simple method for determining critical speed as swimming fatigue threshold in competitive swimming. *Int J Sports Med* 1992;13:367-371.
 23. Monod H, Sherrer J. The work capacity of a synergic muscular group. *Ergonomics* 1965;8:329-338.
 24. Moritani T, Nagata A, deVries HA, Muro M. Critical power as a measure of physical work capacity and anaerobic threshold. *Ergonomics* 1981;24:339-350.
 25. Bull AJ, Housh TJ, Johnson GO, Perry SR. Effect of mathematical modeling on the estimation of critical power. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:526-530.
 26. Gaesser GA, Carnevale TJ, Garfinkel A, Walter DO, Womack CJ. Estimation of critical power with nonlinear and linear models. *Med Sci Sports Exerc* 1995;27:1430-1438.
 27. Bishop D, Jenkins DG, Howard A. The critical power function is dependent on the duration of the predictive exercise tests chosen. *Int J Sports Med* 1998;19:125-129.
 28. Hill DW, Smith JC. A method to ensure the accuracy of estimates of anaerobic capacity derived using the critical power concept. *J Sports Med Phys Fitness* 1994;34:23-37.
 29. Calis JFF, Denadai BS. Influência das cargas selecionadas na determinação da potência crítica determinada no ergômetro de braço em dois modelos lineares. *Rev Bras Med Esporte* 2000;6:1-4.
 30. Gordon CC, Chumlea WC, Roche AP. Stature, recumbent length, and weight. In: Lohman G, Roche AF, Martorel R, editors. *Anthropometric standardization reference manual*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1988;3-8.
 31. Poole DC, Ward SA, Gardner GW, Whipp BJ. Metabolic and respiratory profile of the upper limit for prolonged exercise in man. *Ergonomics* 1988;31:1265-1279.
 32. McLellan TM, Cheung KS. A comparative evaluation of the individual anaerobic threshold and the critical power. *Med Sci Sports Exerc* 1992;24:543-550.
 33. Housh DJ, Housh TJ, Bauge SM. The accuracy of the critical power test for predicting time to exhaustion during cycle ergometry. *Ergonomics* 1989;32:997-1004.
 34. Jenkins D, Kretek K, Bishop D. The duration of predicting trials influences time to fatigue at critical power. *J Sci Med Sport* 1998;1:213-218.
 35. Scarborough PA, Smith JC, Talbert SM, Hill DW. Time to exhaustion at the power asymptote in men and women. *Med Sci Sports Exerc* 1991;23:S12.
 36. Housh DJ, Housh TJ, Bauge SM. A methodological consideration for the determination of critical power and anaerobic work capacity. *Res Q Exerc Sport* 1990;61:406-409.
 37. Hill DW, Alain C, Kennedy M. Modeling the relationship between velocity and time to fatigue in rowing. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35:2098-2115.
 38. Nakamura FY, Borges TO, Brunetto AF, Franchini E. Correlação entre parâmetros do modelo de potência crítica no cicloergômetro de membros superiores e no caiaque. *Rev Bras Ci Mov* 2005;2:41-48.

Endereço para correspondência

Leandro Ricardo Altimari
Grupo de Estudo e Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Exercício
Centro de Educação Física e Desportos
Universidade Estadual de Londrina
Rod. Celso Garcia Cid, km 380, Campus Universitário
CEP 86051-990 - Londrina, PR - Brasil
E-mail: altimari@uel.br

Recebido em 08/03/07
Revisado em 16/03/07
Aprovado em 20/03/07