

Artigo Original

Determinação da sobrecarga anaeróbia em exercício intermitente a partir do modelo de potência crítica

Fábio Yuzo Nakamura¹
Kelly Regina Thomaz da Silva²
Nilo Massaru Okuno³
Gleber Pereira²
Eduardo Kokubun²

¹Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, Brasil

²Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, Brasil

³Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

Resumo: O objetivo do estudo foi estimar a sobrecarga anaeróbia em exercício intermitente, por meio do modelo de potência crítica (PC), manipulando as durações absolutas de esforços e pausas (30s:30s e 60s:60s), porém com a razão esforço:pausa (E:P) invariável. Sete indivíduos realizaram 4 testes retangulares exaustivos em cicloergômetro para determinação da PC e capacidade de trabalho anaeróbio (CTA). Em outras duas sessões, os participantes realizaram dez esforços com E:P de 30s:30s e cinco esforços de 60s:60s com intensidade 70% superior à PC, seguido por um esforço até a exaustão com duração conhecida para determinar a CTA reposta e remanescente. Também foram determinadas concentrações de lactato sanguíneo nos protocolos intermitentes. Houve maior sobrecarga anaeróbia no protocolo intermitente de 60s:60s devido à menor duração do exercício (59%), CTA reposta (84%) e CTA remanescente (57%) do que no protocolo de 30s:30s, além do lactato sanguíneo (66%) e CTA líquido (38%) serem maiores no protocolo 60s:60s. Além disso, o modelo de PC mostrou-se eficaz na determinação da sobrecarga anaeróbia em exercício intermitente.

Palavras-chave: Potência crítica. Capacidade de trabalho anaeróbio. Cicloergômetro.

Determining anaerobic workload during intermittent exercise using critical power model

Abstract: This study aimed to estimate the anaerobic workload during intermittent exercise, using critical power (CP) model and manipulating the work and rest periods (30s:30s e 60s:60s), while the work:rest ratio was unchanged. Participants (n=7) cycled exhaustively during four different sessions in order to estimate de CP and the anaerobic work capacity (AWC). The following two sessions, they performed 10 bouts using 30s:30s and five bouts using 60s:60s, with intensity 70% greater than CP. Thereafter, they performed another continuous bout until exhaustion the intensity with known duration to determine recovered and remaining AWC. Blood lactate concentration was also measured throughout intermittent exercise. The 60s:60s protocol induced greater anaerobic workload compared with 30s:30s one, due to there were lower exercise duration (59%), recovered AWC (84%) and remaining AWC (57%) on the former protocol. In addition, blood lactate (66%) and net AWC (38%) during 60s:60s protocol were greater than during the 30s:30s one. In addition, the anaerobic workload during intermittent exercise can be determined using the CP model.

Key Words: Critical power. Anaerobic work capacity. Cycle ergometer.

Introdução

O modelo de potência crítica pressupõe a existência de dois parâmetros bioenergéticos, a potência crítica (PC) e a capacidade de trabalho anaeróbio (CTA) (MONOD; SCHERRER, 1965). A PC equivale à máxima intensidade de exercício realizada predominantemente à custa do metabolismo aeróbio, na qual variáveis como lactato sanguíneo, consumo de oxigênio e percepção subjetiva de esforço estabilizam ao longo do exercício (POOLE et al.,

1988, HILL; SMITH, 1999, NAKAMURA et al., 2005a, NAKAMURA et al., 2005b, NAKAMURA et al., 2008a). Por outro lado, a CTA é representativa da glicólise anaeróbia e dos estoques intramusculares de fosfagênios (MORITANI et al., 1981), mostrando-se equivalente ao máximo déficit acumulado de oxigênio (CHATAGNON et al., 2005, HILL; SMITH, 1994, MIURA et al., 2002).

Em exercícios intermitentes realizados com intensidade acima da PC, espera-se que a potência mecânica (saída

energética) seja superior à PC (entrada energética a partir do metabolismo aeróbio), causando assim a utilização da CTA (compartimento anaeróbio). Isso se deve ao fato que a PC representa a maior intensidade onde não há utilização nem reposição da CTA (NAKAMURA et al., 2008b). No entanto, durante as pausas a entrada energética a partir do metabolismo aeróbio seria maior do que a saída, e isso permitiria uma recuperação parcial do compartimento anaeróbio, dependendo da duração da pausa. Assim, o esgotamento do compartimento anaeróbio pode ser postergado no trabalho intermitente em relação ao contínuo. Entretanto, sua finalização deve ocorrer no momento em que pausas acumuladas não permitirem restauração suficiente do compartimento anaeróbio, sendo a CTA totalmente depletada.

No estudo de Kachouri et al. (1996), foi verificado que o tempo limite (t_{lim}) alcançado durante cargas retangulares poderia ser aumentado em aproximadamente três vezes quando se permitia que os participantes realizassem períodos de esforços e pausas equivalentes à metade da duração do exercício contínuo. Uma vez que a recuperação foi realizada em intensidade menor que a PC, parte da CTA foi reposta, por isso a CTA foi superior no protocolo intermitente, quando comparado com o contínuo. Apesar desse estudo, ainda não há consenso na literatura sobre uma forma válida de se aplicar o modelo potência crítica aos dados de desempenho em protocolos intermitentes (MORTON; BILLAT, 2004). Por exemplo, não é conhecida a influência da manutenção da razão esforço:pausa (E:P) e concomitante manipulação da intensidade e duração dos esforços sobre a relação entre utilização e reposição da CTA em protocolos intermitentes de exercício. Ao assumir que a recuperação da CTA é constante durante as pausas, sendo essa proporcional à diferença entre a PC e a potência mecânica imposta durante a recuperação, exercícios de mesma intensidade e razão E:P porém com diferentes durações (ex.: 30 s : 30 s e 60 s : 60 s) não devem influenciar na sobrecarga anaeróbia. Assim, a hipótese é que a duração do exercício seja similar em exercícios intermitentes realizados com intensidade acima da PC, razão E:P similar, porém com períodos diferentes. Entretanto, caso essa hipótese seja rejeitada, e as durações sejam diferentes, significa que a taxa reposição do compartimento anaeróbio é dependente do período de pausa utilizado. Esses resultados podem trazer compreensões relevantes para a caracterização de exercícios intermitentes, nos quais em determinadas situações de treinamento a sobrecarga anaeróbia seria importante. Além disso, surge uma nova aplicabilidade do modelo de PC em determinar a utilização e reposição da CTA no exercício intermitente. Portanto, o objetivo do presente estudo foi

estimar a sobrecarga anaeróbia em exercício intermitente, por meio do modelo de PC, manipulando as durações absolutas de esforços e pausas (30 s : 30 s e 60 s : 60 s), porém com a razão E:P invariável.

Materiais e Métodos

Participantes

Participaram deste estudo sete estudantes universitários (21,7 ± 1,0 anos; 65,5 ± 13,8 kg; 171,5 ± 15,5 cm), que participavam regularmente de treinamentos em modalidades esportivas diversas. Foi permitido que os participantes mantivessem o nível atividade física e alimentação habitual, porém sem esforços máximos 24h antes de cada sessão experimental. Após os participantes receberem as instruções sobre os procedimentos experimentais e informações inerentes ao estudo, eles assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

Desenho experimental

Os indivíduos foram submetidos a seis sessões experimentais, num período de 10 dias. Nas primeiras quatro sessões, os participantes pedalarão em diferentes intensidades para a determinação de PC e CTA. Na 5ª e 6ª sessões, os participantes se exercitaram de forma intermitente, ora com 30 s : 30 s, e ora com 60 s : 60 s. Após cada protocolo intermitente, os participantes realizaram um esforço até a exaustão com intensidade igual àquela que eles se exercitaram por aproximadamente 300 s na determinação da PC. Esse esforço foi utilizado para verificar o efeito das durações dos esforços e pausas na utilização da reserva anaeróbia. A ordem das duas sessões intermitentes foi balanceada. Durante todas as sessões experimentais os participantes receberam incentivos verbais.

Determinação da PC e CTA

Após um breve período de aquecimento (5 min a 75 W) e descanso de mesma duração, os participantes pedalarão no cicloergômetro (Monark com frenagem mecânica) em uma das quatro cargas para estimar os parâmetros PC e CTA. Nessas sessões, os esforços duraram entre 1 e 10 minutos, conforme preconizado por Poole (1986). Os participantes eram instruídos a manter uma velocidade de aproximadamente 7,6 m/s (27,4 km/h) durante os testes. A informação sobre a velocidade era fornecida por um hodômetro digital instalado dentro do campo de visão tanto do indivíduo testado quanto do avaliador. O critério para a finalização do teste (exaustão) foi a incapacidade de manutenção da velocidade (por mais de cinco segundos) previamente estabelecida. Cada indivíduo teve seus valores

de potência gerada e duração do esforço aplicados na Equação 1 (MONOD; SCHERRER, 1965) para determinação da PC e CTA:

$$t_{lim} = CTA / (Potência - PC) \quad \{1\}$$

Protocolos intermitentes

Após aquecimento, os participantes realizaram 10 esforços intermitentes de 30 s : 30 s ou cinco esforços de 60 s : 60 s, para que o trabalho total entre os diferentes protocolos fossem iguais. Os indivíduos pedalarão com intensidade 70% superior à PC individual e velocidade constante (27,4 km/h). Ao final de cada protocolo intermitente, respeitando o último período de pausa referente ao regime de E:P testado (30 ou 60 s), os indivíduos foram submetidos a uma potência em que, durante os testes contínuos para determinação da PC e CTA, atingiram a exaustão em aproximadamente 300 s (P300). Essa potência foi mantida até a exaustão, tendo como objetivo a determinação da capacidade de trabalho anaeróbio remanescente ($\alpha_{remanescente}$). A $\alpha_{remanescente}$ foi considerada neste estudo como uma medida da “reserva” anaeróbia restante após a realização de cada um dos protocolos intermitentes. Foram coletadas amostras de sangue para análise da concentração do lactato sanguíneo (YSL 2300 STAT Yellow Spring Co., EUA) em quatro instantes: após o aquecimento, em 300 e 600 segundos de exercício de cada protocolo, e ao final da (P300).

O dispêndio anaeróbio total (α_{total}) dos protocolos intermitentes foi calculado a partir da equação:

$$\alpha_{total} = (potência - PC) * tempo \quad \{2\}$$

na qual o tempo equivale à somatória de duração de todos os esforços, e a potência (70 % superior à PC) e o tempo total dos esforços (300 s) para os dois regimes de exercício foram equivalentes. Dessa forma, individualmente, o α_{total} foi similar nos dois protocolos propostos.

Seguindo o mesmo raciocínio utilizado para determinar o α_{total} , a $\alpha_{remanescente}$ foi calculada a partir da equação:

$$\alpha_{remanescente} = (P300 - PC) * tempo \quad \{3\}$$

Sendo que, a capacidade para realização de trabalho anaeróbio reposta ($\alpha_{reposta}$) durante o somatório das pausas foi estimada pela equação:

$$\alpha_{reposta} = \alpha_{total} - (CTA - \alpha_{remanescente}) \quad \{4\}$$

Por fim, a diferença (CTA - $\alpha_{remanescente}$) corresponde ao dispêndio líquido anaeróbio ($\alpha_{liquido}$), assumindo que a exaustão ocorre devido à depleção total da CTA (MONOD; SCHERRER, 1965).

$$\alpha_{liquido} = \alpha_{total} - \alpha_{reposta} \quad \{5\}$$

Procedimento estatístico

Verificada a distribuição normal das variáveis dependentes, os valores médios de $\alpha_{liquido}$, $\alpha_{reposta}$ e $\alpha_{remanescente}$ obtidos nos dois protocolos intermitentes de trabalho foram comparados através de teste t de Student para amostras dependentes. Para comparar as concentrações de lactato sanguíneo medido nas duas situações experimentais, em diferentes instantes, foi utilizada a análise de variância a dois fatores (protocolos intermitentes e tempo) com medidas repetidas, seguida de teste *post hoc* de Scheffé quando necessário. O nível de significância para todas as análises foi pré-fixado em $p < 0,05$. Os dados são apresentados em média \pm desvio-padrão.

Resultados

Os parâmetros PC (181 ± 62 W) e CTA ($15.316 \pm 4.533,4$ J), obtidos através da equação, apresentaram baixos erros padrão de estimativa (PC = $2,0 \pm 2,0$ W; CTA = 1.238 ± 1.334 J) e elevados coeficientes de determinação ($0,98 \pm 0,1$).

A potência média de exercício imposta no protocolo intermitente foi de 300 ± 99 W, sendo que a P300 utilizada durante o teste exaustivo final, destinada à estimativa da $\alpha_{remanescente}$, foi de 233 ± 69 W. A duração do teste exaustivo (230 ± 7 s) após o protocolo de 30 s : 30 s foi maior ($p < 0,05$) que após o protocolo de 60 s : 60 s (135 ± 44 s). Além disso, a $\alpha_{remanescente}$ após a realização do protocolo 30 s : 30 s (12.085 ± 3.076 J) foi maior ($p < 0,05$) que a do protocolo 60 s : 60 s (6.912 ± 1.773 J). Da mesma forma, a $\alpha_{reposta}$ durante o somatório das pausas foi superior ($p < 0,05$) no regime 30 s : 30 s (32.687 ± 10.512 J) quando comparado com o regime 60 s : 60 s (27.515 ± 8.608 J).

O $\alpha_{liquido}$ estimado no protocolo 60 s : 60 s (8.404 ± 4.789 J) foi significativamente diferente daquele observado no protocolo 30 s : 30 s (3.231 ± 2.124 J). Em ambos os protocolos observaram-se um aumento significativo da concentração sanguínea de lactato em relação ao repouso (Figura 1). Em nenhum dos protocolos, o lactato apresentou estado estável durante a metade final do exercício, já que no instante 300 s as concentrações eram inferiores às obtidas nos 600 s, que correspondia ao término dos protocolos

intermitentes (Figura 1). Nos instantes 300 s e 600 s, o lactato no protocolo 60 s : 60 s era superior ($p < 0,05$) ao do 30 s : 30 s. Ao final do teste exaustivo contínuo, não houve diferenças

($p > 0,05$) nas concentrações de lactato entre os dois protocolos.

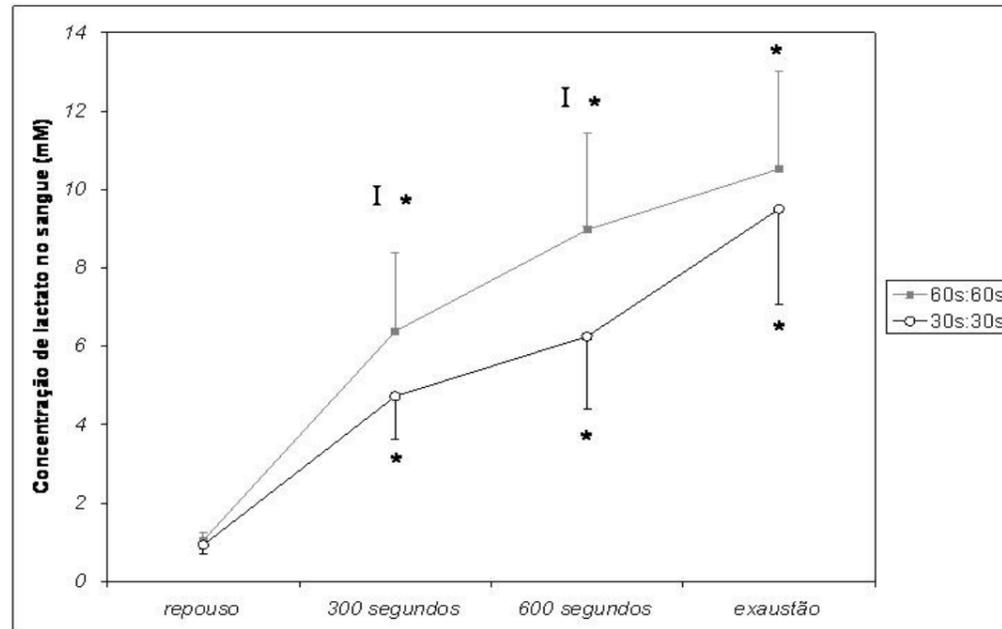


Figura 1. Médias e desvios-padrão das concentrações de lactato sanguíneo em diferentes instantes dos protocolos intermitentes com regimes de E:P distintos. (* diferente do valor anterior no mesmo protocolo ($p < 0,05$), I diferente do valor encontrado no mesmo instante no outro protocolo ($p < 0,05$)).

Discussão

O presente estudo teve como objetivo estimar a sobrecarga anaeróbia em exercício intermitente, através do modelo de PC, manipulando as durações absolutas de esforços e pausas (30 s : 30 s e 60 s : 60 s), porém com a razão E:P invariável. Os resultados indicaram que a sobrecarga anaeróbia no protocolo intermitente de 60 s : 60 s foi maior devido ao t_{lim} , $\alpha_{reposta}$, e $\alpha_{remanescente}$ serem menores do que no protocolo de 30 s : 30 s, além da concentração de lactato sanguíneo e $\alpha_{liquido}$ serem maiores no protocolo 60 s : 60 s.

Ressalta-se que os valores de erro padrão de estimativa associados às medidas de PC e CTA a partir dos testes contínuos foram baixos, e que o coeficiente de determinação foi bastante elevado. Isso significa que os participantes deste

estudo apresentaram desempenhos consistentes, sendo improvável a ocorrência de erros aleatórios no desempenho entre os diferentes dias de avaliação que comprometessem a acuidade das estimativas.

Comparativamente, o trabalho total realizado acima da PC em protocolos intermitentes ($\alpha_{total} = 35.919 \pm 22.650$ J) foi bastante superior ao realizado em testes contínuos convencionais (< 20.000 J). Isso confirma a hipótese de que protocolos intermitentes permitem a realização de mais trabalho do que protocolos contínuos de mesma intensidade (ASTRAND et al., 1960, CHRISTENSEN et al., 1960, SILVEIRA; DENADAI, 2002). Dessa forma, infere-se que existe realmente reposição do compartimento anaeróbio durante as pausas (NAKAMURA et al., 2008b).

Utilizando a cinética de recuperação do trabalho mecânico após diferentes períodos de pausa passiva, Moura et al. (2002) mostraram que a taxa de reposição do compartimento anaeróbio durante recuperação passiva obedece a um comportamento em que dois componentes, um rápido e outro lento, podem ser claramente distinguidos. Isso implica que, proporcionalmente, a taxa média de reposição do compartimento anaeróbio em períodos curtos seria maior do que em períodos mais longos. Esses resultados foram confirmados pelo presente estudo, pois a α_{reposta} durante o somatório das pausas de 30 s foi maior do que durante as pausas de 60 s. Com isso, ao final dos protocolos intermitentes, havia uma porção mais elevada da CTA disponível para o trabalho exaustivo subsequente ao regime 30 s : 30 s do que ao regime 60 s : 60 s. Isso se refletiu na $\alpha_{\text{remanescente}}$, que foi maior após o protocolo 30 s : 30 s.

O $\alpha_{\text{líquido}}$, que corresponde à diferença entre o α_{total} e a α_{reposta} durante o somatório das pausas, foi 75% maior no regime 60 s : 60 s do que em 30 s : 30 s. O comportamento do lactato sanguíneo durante esses protocolos mostrou-se compatível com esse resultado. As medidas de lactato feitas na metade (300 s) e ao final (600 s) dos diferentes protocolos intermitentes mostraram que as concentrações no regime 60 s : 60 s foram significativamente superiores às encontradas em 30 s : 30 s. Como durante períodos curtos de pausas a recuperação se deve à ressíntese de creatina fosfato (GLAISTER, 2005), a taxa de reposição do compartimento anaeróbio foi provavelmente maior no regime 30 s : 30 s, tendo assim uma maior α_{reposta} e menor sobrecarga anaeróbia ($\alpha_{\text{líquido}}$). Com isso, sugere-se que o prolongamento dos períodos de esforço e de pausa, com manutenção da relação E:P e da intensidade, eleva a solicitação anaeróbia láctica do exercício intermitente.

Astrand et al. (1960) demonstraram que indivíduos pedalando a uma intensidade bastante alta apresentavam estado estável de lactato em níveis próximos aos do repouso em regime de E:P de 10 s : 20 s, ao passo que em regime de 60 s : 120 s as concentrações eram elevadas continuamente até a exaustão. Eles concluíram que no regime 10 s : 20 s havia menor mobilização do metabolismo anaeróbio glicolítico durante os esforços do que no regime 60 s : 120 s, porque as pausas de 20 s seriam suficientes para que os estoques de oxigênio ligados à mioglobina fossem recarregados. Esses estoques seriam suficientes para suprir o déficit de oxigênio nos 10 s de esforço, prescindindo assim de uma mobilização significativa do sistema de produção de ácido láctico. Esse regime “alático” não seria possível no protocolo 60 s : 120 s, pois os estoques de creatina fosfato e

de oxigênio da mioglobina seriam insuficientes para sustentar a transferência de energia em 60 s de esforço. Assim, o déficit de oxigênio seria necessariamente associado ao metabolismo láctico.

Tabata et al. (1997) propuseram uma técnica original para estimar o α_{total} e o $\alpha_{\text{líquido}}$ de protocolos intermitentes de alta intensidade. Com essa técnica, pretendiam quantificar a sobrecarga anaeróbia (alática + láctica) nos treinos simulados em cicloergômetro para patinadores (esforços menores que um minuto). Dois protocolos exaustivos foram avaliados: IE1- esforços de 20 s a 170% do consumo máximo de oxigênio, com pausas de 10 s e; IE2- esforços de 30 s a 200% do consumo máximo de oxigênio, com pausas de 120 s. O α_{total} de cada protocolo foi determinado por meio da soma de todos os valores do déficit de oxigênio acumulados nos esforços (segundo proposto por MEDBO et al., 1988).

Já o $\alpha_{\text{líquido}}$ foi estimado a partir da diferença entre o α_{total} e a soma de todos os EPOC (consumo de oxigênio em excesso pós-exercício (GAESSER; BROOKS, 1984)) registrados nas pausas, os quais representariam, em tese, o montante do compartimento anaeróbio recuperado por meio de processos aeróbios. O α_{total} foi superior em IE2 (154 ml/kg) em relação a IE1 (99 ml/kg) porque a duração total de esforço de ambos os protocolos foi idêntica, mas a intensidade relativa de IE2 foi bastante superior. Por outro lado, o $\alpha_{\text{líquido}}$ de IE1 (69 ml/kg) foi maior que o de IE2 (46 ml/kg), pois as pausas curtas entre os tiros de IE1 possibilitavam uma recuperação (EPOC) muito reduzida do compartimento anaeróbio, se comparada com IE2.

De acordo com Medbo e Burgers (1990), o aumento da capacidade anaeróbia parece não depender do α_{total} acumulado nos treinos. Essa afirmação foi feita pelo fato do α_{total} (70,6 e 112,6 ml/kg) dos dois grupos treinados por eles ter sido diferente, porém ambos melhoraram a capacidade anaeróbia na mesma magnitude (~10%). Assim, há possibilidade de que o $\alpha_{\text{líquido}}$ seja um indicador mais relevante para o treinamento, no sentido de provocar adaptações nos mecanismos anaeróbios de transferência energética, do que o próprio α_{total} . Estudos longitudinais podem ser conduzidos para testar essa hipótese com a possibilidade de utilizar o método proposto no presente estudo.

Conclusões

A conclusão deste estudo é que o $\alpha_{\text{líquido}}$, estimado a partir da aplicação do modelo de PC pode fornecer informações relativas à sobrecarga anaeróbia de exercícios intermitentes. O prolongamento das durações dos esforços e das pausas, com manutenção do regime de E:P de 1:1, aumenta

significativamente essa sobrecarga. Aparentemente, as adoções dos pressupostos do modelo de PC se adequaram aos protocolos intermitentes, uma vez que suas previsões de sobrecarga anaeróbia foram corroboradas pelas respostas de lactato sanguíneo, as quais foram maiores no regime de 60 s : 60 s do que no regime de 30 s : 30 s. A menor taxa de recuperação durante o regime de 60 s : 60 s levou a uma maior solicitação das vias glicolíticas durante os esforços, aumentando a concentração de lactato. Estudos futuros podem determinar se a capacidade anaeróbia pode ser melhorada de forma mais acentuada em resposta a programas de treinamentos que induzam um grande $\alpha_{\text{líquido}}$ em relação a programas com menor imposição desse tipo de sobrecarga anaeróbia. Por fim, deve ser possível determinar a sobrecarga anaeróbia em outros tipos de exercício intermitente, como futebol e basquetebol, utilizando o modelo de PC.

Referências

- ASTRAND, I.; ASTRAND, P. O.; CHRISTENSEN, E. H.; HEDMAN, R. Intermittent muscular work. **Acta Physiologica Scandinavica**, Stockholm, v. 48, p. 448-53, 1960.
- CHATAGNON, M.; POUILLY, J. P.; THOMAS, V.; BUSSO, T. Comparison between maximal power in the power-endurance relationship and maximal instantaneous power. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 94, n. 5/6, p. 711-717, 2005. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-004-1287-y>
- CHRISTENSEN, E. H.; HEDMAN, R.; SALTIN, B. Intermittent and continuous running. (A further contribution to the physiology of intermittent work). **Acta Physiologica Scandinavica**, Stockholm, v. 50, p.269-86, 1960.
- GAESSER, G. A.; BROOKS, G. A. Metabolic bases of excess post-exercise oxygen consumption: a review. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Madison, v. 16, n. 1, p. 29-43, 1984. Disponível em: <http://www.acsm-msse.org/pt/re/msse/abstract.00005768-198401000-00008.htm;jsessionid=LyxKnnfvqvCHw29131nGp8L150np8bvLXgBTh6GQhYDThyqxsNvX!-607823098!181195629!8091!-1> Acesso em: 31 jan. 2007.
- GLAISTER, M. Multiple sprint work: Physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence of aerobic fitness. **Sports Medicine**, Auckland, v. 35, n. 9, p. 757-77, 2005. Disponível em: <http://sportsmedicine.adisonline.com/pt/re/spo/abstract.00007256-200535090-00003.htm;jsessionid=LvxvRqnFYd2rJnTkpLLtS9sQg2nbjxTmkKGg2HqSRWnVW9G2QFN!-607823098!181195629!8091!-1> Acesso em: 31 jan. 2007.
- HILL, D. W.; SMITH, J. C. A method to ensure the accuracy of estimates of anaerobic capacity derived using the critical power concept. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Turin, v. 34, p. 23-37, 1994.
- HILL, D. W.; SMITH, J. C. Determination of critical power by pulmonary gas exchange. **Canadian Journal of Applied Physiology**, Champaign, v. 24, p. 74-86, 1999.
- KACHOURI, M.; VANDEWALLE, H.; BILLAT, V.; HUET, M.; THOMAIDIS, M.; JOUSSELIN, E.; MONOD, H. Critical velocity of continuous and intermittent running exercise: an example of the limits of the critical power concept. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 73, p. 484-7, 1996.
- MEDBO, J. I.; BURGERS, S. Effect of training on the anaerobic capacity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 22, p. 501-7, 1990. Disponível em: <http://www.acsm-msse.org/pt/re/msse/abstract.00005768-199008000-00014.htm;jsessionid=LyzFbf4wPwQjPwTHywVsnvNK37hBw1B35kvZyXvpKhl7syyNnh4G!-607823098!181195629!8091!-1> Acesso em: 31 jan. 2007.
- MEDBO, J. I.; MOHN, A. C.; TABATA, I.;BAHR, R.; VAAGE, O.; SEJERSTED, O. M. Anaerobic capacity determined by maximal accumulated O2 deficit. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 64, n. 1, p. 50-60, 1988. Disponível em: <http://jap.physiology.org/cgi/content/abstract/64/1/50> Acesso em: 31 jan. 2007.
- MIURA, A.; ENDO, M.; SATO, H.; SATO, H.; BARSTOW, T. J.; FUKUBA, Y. Relationship between the curvature constant parameter of the power-duration curve and muscle cross-sectional area of the thigh for cycle ergometer in humans. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 87, n. 3, p. 238-44, 2002. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-002-0623-3>
- MONOD, H.; SCHERRER, J. The work capacity of a synergic muscular group. **Ergonomics**, London, v. 8, n. 3, p. 329-38, 1965. <http://dx.doi.org/10.1080/00140136508930810>
- MORITANI, T.; NAGATA, A.; DeVRIES, H. A.; MURO, M. Critical power as a measure of physical work capacity and anaerobic threshold. **Ergonomics**, London, v. 24, n. 5, p. 339-50, 1981. <http://dx.doi.org/10.1080/00140138108924856>
- MORTON, R. H.; BILLAT, L. V. The critical power model for intermittent exercise. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 91, p. 303-7, 2004. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-003-0987-z>
- MOURA, R. F.; OLIVEIRA, A. B.; NAKAMURA, F. Y.; KOKUBUN, E. Comportamento cinético da reposição da capacidade de trabalho anaeróbio. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Brasília, v. 10 (Edição Especial), p. 72, 2002.

NAKAMURA, F. Y.; GANCEDO, M. R.; SILVA, L. A.; LIMA, J. R. P.; KOKUBUN, E. Utilização do esforço percebido na determinação da velocidade crítica em corrida aquática. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 11, p. 1-5, 2005a. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbme/v11n1/24101.pdf> Acesso em: 31 jan. 2007.

NAKAMURA, F. Y.; BRUNETTO, A. F.; HIRAI, D. M.; ROSEGUINI, B. T.; KOKUBUN, E. O limiar de esforço percebido (LEP) corresponde à potência crítica e a um indicador de máximo estado estável de consumo de oxigênio. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 11, n. 3, p. 197-202, 2005b. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbme/v11n3/a09v11n3.pdf> Acesso em: 31 jan. 2007.

NAKAMURA, F. Y.; OKUNO, N. M.; PERANDINI, L. A. B.; CALDEIRA, S.; LÚCIO, F.; SIMÕES, H. G.; CARDOSO, J. R.; BISHOP, D. J. Critical power can be estimated from nonexhaustive tests based on rating of perceived exertion responses. **Journal of Strength & Conditioning Research**, Lawrence, v. 22, n. 3, p. 937-943, 2008a.

NAKAMURA, F. Y.; PEREIRA, G.; HILL, D. W.; BERTHOIN, S.; KOKUBUN, E. There is no anaerobic work capacity replenishment at critical power intensity: an indirect evidence. **Science & Sports**, 2008b (No prelo).

POOLE, D. C. Letter to the editor-in-chief. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Madison, v. 18, p. 703-4, 1986. Disponível em: <http://www.acsm-msse.org/pt/re/msse/toc.00005768-198612000-00000.htm;jsessionid=Ly5hy2xBwRFNdN42x8T1vCxXdFrvJJQt74JS5pBJL6N1K6W7dgHG!-607823098!181195629!8091!-1> Acesso em: 31 jan. 2007.

POOLE, D. C.; WARD, S. A.; GARDENR, G. W.; WHIPP, B. J. Metabolic and respiratory profile of the upper limit for prolonged exercise in man. **Ergonomics**, London, v. 31, p. 1265-79, 1988. <http://dx.doi.org/10.1080/0014013.8808966766>

SILVEIRA, L. R.; DENADAI, B. S. Efeito modulatório de diferentes intensidades de esforço sobre a via glicolítica durante o exercício contínuo e intermitente. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 186-97, 2002. Disponível em: <http://www.usp.br/eef/rpef/v16n22002/v16n2p186.pdf> Acesso em: 31 jan. 2007.

TABATA, I.; IRISAWA, K.; KOUZAKI, M.; NISHIMURA, K.; OGITA, F.; MIYACHI, M. Metabolic profile of high intensity intermittent exercises. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Madison, v. 29, n. 3, p. 390-5, 1997. Disponível em: <http://www.acsm-msse.org/pt/re/msse/abstract.00005768-1997.03000-00015.htm;jsessionid=Ly5hy2xBwRFNdN42x8T1vCxXdFrvJJQt74JS5pBJL6N1K6W7dgHG!-607823098!181195629!8091!-1> Acesso em: 31 jan. 2007.

Endereço:

Fábio Yuzo Nakamura
Grupo de Estudo das Adaptações Fisiológicas ao
Treinamento (GEAFIT)
Centro de Educação Física e Desportos UEL
Caixa Postal 6001
Londrina – PR
86051-990
Telefone: (43) 3371-4238/3323-2581
e-mail: fabioy_nakamura@yahoo.com.br

Recebido em: 03 de maio de 2008.

Aceito em: 10 de julho de 2008.