

COMPORTAMENTO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA E DA PERCEPÇÃO SUBJETIVA DURANTE O EXERCÍCIO REALIZADO EM INTENSIDADES RELATIVAS AO LIMIAR ANAERÓBIO

HEART RATE AND RATING OF PERCEIVED EXERTION RESPONSES DURING EXERCISE PERFORMED AT INTENSITIES RELATIVE TO ANAEROBIC THRESHOLD

Rômulo Cássio de Moraes Bertuzzi^{*}
Eduardo Rumenig-Souza^{**}
Emerson Franchini^{***}
Fábio Yuzo Nakamura^{****}
Karin Ayumi Matsushigue^{*****}
Maria Augusta Peduti Dal'Molin Kiss^{***}

RESUMO

O objetivo do estudo foi descrever os ajustes da frequência cardíaca (FC) e percepção subjetiva de esforço (PSE) em função da intensidade do exercício e compará-los às respostas na potência do Lan (W_{LAN}). Sete sujeitos foram submetidos a um teste progressivo até a exaustão para a determinação do limiar anaeróbio. Subseqüentemente, exercitaram-se continuamente por trinta minutos em intensidades relativas a W_{LAN} . A análise de variância com medidas repetidas e o teste para comparações múltiplas de *Bonferroni* foram empregados nas comparações entre a potência no máximo estado estável da FC (WFC_{MEE}) e da PSE ($WPSE_{MEE}$) com as mesmas variáveis na W_{LAN} ($p < 0,05$). A WFC_{MEE} (51 ± 18 W) e a $WPSE_{MEE}$ (76 ± 37 W) foram estatisticamente inferiores a W_{LAN} (129 ± 4 W). Nesse sentido, a utilização da FC e da PSE no monitoramento dos esforços que possuem duração tipicamente empregada no treinamento aeróbio é limitada.

Palavras-chave: Metabolismo aeróbio. Exercício submáximo. Percepção subjetiva ao esforço.

INTRODUÇÃO

A determinação da intensidade ideal dos exercícios é fundamental para o sucesso dos programas de treinamento físico. Nesse sentido, tem-se sugerido que a prescrição das intensidades com base na determinação do limiar anaeróbio (Lan) é eficaz no sentido de promover ajustes fisiológicos relacionados ao metabolismo aeróbio (SJÖDIN; JACOBS; SVENDENHAG, 1982). Além disso, a aplicação do Lan também se demonstra apropriada na detecção das mudanças do estado de treinamento de atletas que praticam

modalidades com elevada contribuição aeróbia (EDWARDS; CLARK; MACFADYEB, 2003). Muitos esforços foram realizados na tentativa de compreender os eventos biológicos que envolvem esse índice fisiológico (SVEDAHL; MACINTOSH, 2003), porém, do ponto de vista conceitual, existe a concordância de que ele representa o máximo estado de equilíbrio entre a produção, o transporte e a oxidação do lactato (SJÖDIN; JACOBS; SVENDENHAG, 1982; DENADAI et al., 2004; LAJOIE; LAURENCELLE; TRUDEAU, 2000).

Por outro lado, a mensuração das concentrações sanguíneas de lactato ($[La^-]$)

* Professor do Curso de Educação Física da Universidade Presbiteriana Mackenzie.

** Professor do Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo.

*** Professor(a) da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

**** Professor do Centro de Educação Física e Esporte da Universidade Estadual de Londrina.

***** Professora do Departamento de Educação Física do Centro de Teologia e Ciências Humanas da Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

durante as sessões de treinamento é de difícil realização. De maneira alternativa, o *American College of Sports Medicine* tem recomendado a prescrição dos exercícios físicos predominantemente aeróbios por meio do monitoramento da frequência cardíaca (FC) ou da percepção subjetiva do esforço (PSE) (POLLOCK et al., 1998). A validade da utilização da FC e da PSE está baseada no comportamento linear comumente observado entre essas variáveis durante os testes ergométricos progressivos (GLASS; WHALEY; WEGNER, 1991). Isso se deve ao fato de a FC aumentar de forma proporcional ao consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$) (ACHTEN; JEUKENDRUP, 2003; KARVONEN; VUORIMAA, 1988), com o intuito de atender a demanda metabólica imposta pelos grupos musculares exercitados (HARMS, 2000). Concomitantemente, a PSE sofre modificações devido ao processamento das informações oriundas dos sistemas cardiovascular (PANDOLF, 1982) e neuromuscular (NOBLE et al., 1983).

Todavia, durante os exercícios submáximos e de cargas constantes realizados nas intensidades que elevam as $[La^-]$, é possível se observar um prolongado e contínuo aumento no $\dot{V}O_2$ (XU; RHODES, 1999). Esse fenômeno é comumente denominado de componente lento da cinética do $\dot{V}O_2$, o qual parece ser resultante de múltiplos eventos fisiológicos (GAESSER; POOLE, 1996). Portanto, baseando-se nas relações causais supracitadas entre o $\dot{V}O_2$, a FC e a PSE, pressupõe-se que o surgimento do componente lento poderia comprometer demasiadamente a utilização da FC e da PSE no controle da intensidade de exercícios com durações prolongadas. Em outras palavras, poderia haver a subestimação da carga de treinamento caso essas variáveis não se estabilizassem ao longo do tempo, pois seria necessário reduzi-la para manter os mesmos valores da FC e da PSE.

Além disso, nenhum estudo que seja de nosso conhecimento investigou a carga correspondente ao máximo estado estável da FC (WFC_{MEE}) e da PSE ($WPSE_{MEE}$) durante exercício contínuo com a duração tipicamente adotada no treinamento aeróbio (por exemplo, 30 min). Dessa forma, os objetivos do presente estudo foram: a) descrever os ajustes agudos

promovidos na FC e PSE durante o exercício realizado em intensidades relativas ao W_{LAN} ; b) detectar a WFC_{MEE} e a $WPSE_{MEE}$ e compará-las com a potência do W_{LAN} . A nossa hipótese é que os ajustes agudos promovidos tanto na FC como na PSE devem se tornar instáveis apenas nas intensidades superiores a W_{LAN} .

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Amostra e delineamento experimental

Sete indivíduos do gênero masculino e fisicamente ativos participaram voluntariamente desse estudo após a leitura e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido. O experimento foi desenvolvido em seis sessões com o intervalo mínimo de 72 horas e máximo de três semanas. Na primeira visita ao laboratório foram realizadas as medidas antropométricas empregadas na caracterização da amostra, bem como um teste progressivo até a exaustão voluntária. O teste progressivo foi aplicado em um cicloergômetro para a determinação da W_{LAN} e a potência aeróbia máxima (PAM). Nas sessões subseqüentes, os sujeitos se exercitaram por 30 minutos, ou até a exaustão voluntária, em cinco intensidades estabelecidas percentualmente a W_{LAN} . A ordem dessas sessões foi estabelecida aleatoriamente. Todos esses procedimentos foram previamente aprovados pelo Comitê de Ética local (2006/06).

Equipamentos

Os testes progressivos e com cargas constantes foram realizados em um cicloergômetro eletromagnético da marca Godart-Holland (Godart NV, Lannoy). A FC foi determinada um freqüencímetro cardíaco (Polar, modelo S810), ao passo que a PSE foi mensurada por meio da escala de 15 pontos de Borg (1982). Essa escala já teve a sua reprodutibilidade anteriormente demonstrada em testes progressivos e de cargas constantes (GARCIN et al., 1998). As análises das $[La^-]$ durante o teste progressivo até a exaustão foram realizadas no aparelho *Yellow Springs Sport* (modelo 1500), o qual foi calibrado previamente com uma concentração conhecida de lactato de $5 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$.

Antropometria

Todas as medidas antropométricas foram feitas por um mesmo avaliador que possuía experiência com essa técnica, de acordo com os procedimentos descritos anteriormente (NORTON et al, 1996). A massa corporal total foi mensurada por meio de uma balança digital com precisão de 0,1kg (Filizola, modelo ID 1500), ao passo que a estatura foi medida com um estadiômetro de madeira com precisão de 0,1cm. As dobras cutâneas foram medidas em três locais (tríceps, supra-ilíaca e abdome) com um compasso da marca Harpenden. A densidade corporal foi estimada por meio da equação de Guedes (1985) e o percentual de gordura corporal pela equação de Siri (1961).

Determinação do limiar anaeróbio e da potência aeróbia máxima

Inicialmente, os sujeitos realizaram um aquecimento de três minutos apenas com a resistência inercial do equipamento. Os demais estágios também tiveram a duração de três minutos, porém o primeiro incremento da intensidade foi de 70W, enquanto os demais foram de 30W até a incapacidade de manutenção do ritmo previamente estabelecido em 60 rpm. Ao final de cada estágio foram coletados 25 µl de sangue no lóbulo da orelha para a análise das [La⁻] até se detectar a W_{LAN} . Conforme sugerido em outro estudo (DENADAI et al., 2004), a potência externa gerada no momento em que se obteve a concentração de 3,5 mmol·l⁻¹ de lactato foi utilizada para representar a W_{LAN} . A PAM foi determinada a partir do último estágio em que os sujeitos conseguiram completá-la sem a redução do ritmo de 60 rpm (GARCIN et al., 1998). Adicionalmente, tanto a FC como a PSE foram mensuradas ao final de cada estágio.

Exercícios de cargas constantes

Nas cinco visitas subsequentes, os indivíduos se exercitaram continuamente em um ritmo de 60 rpm por trinta minutos, ou até a exaustão voluntária, nas intensidades que correspondiam a 25, 50, 75, 100 e 125% da W_{LAN} . Do ponto de vista absoluto, esses incrementos tiveram as variações máxima e mínima de 45 W e 21 W respectivamente, as quais foram similares às utilizadas no estudo de

Van Schuylenbergh et al. (2004). Tanto a FC como a PSE foram mensuradas a cada dois minutos.

A WFC_{MEE} foi detectada individualmente de forma similar ao estudo de Perry et al. (2001). Os valores da FC medidos nos quatro minutos iniciais foram excluídos e sobre os demais valores foi ajustada uma função linear, da qual o coeficiente de inclinação da reta foi utilizado como referência da estabilização dessa variável. A intensidade mais elevada, que gerou um coeficiente de inclinação igual ou inferior a 0,1 bpm·min⁻¹, foi utilizada para representar a WFC_{MEE} . A $WPSE_{MEE}$ foi estabelecida individualmente a partir da máxima intensidade que resultou na variação de até 2 escores, haja vista que essa é a magnitude adotada na mudança da classificação da percepção do esforço da escala utilizada no presente estudo (BORG, 1982). Além disso, a validade da fórmula apresentada por Borg (1982) para se estimar a FC mediante a PSE ($FC = PSE - 10$) também foi analisada nos testes de cargas constantes. Para isso foram descritas as diferenças entre os valores preditos por essa fórmula e os valores da FC mensurados (Δ_{PSE-FC}).

Análise estatística

Os dados foram analisados estatisticamente por meio do programa computadorizado SPSS® (versão 13.0) e apresentados em médias ± desvios-padrão. A análise de variância com medidas repetidas a um fator (intensidade) e o teste para comparações múltiplas de *Bonferroni* foram empregados nas comparações entre as WFC_{MEE} , a $WPSE_{MEE}$ e a W_{LAN} . O coeficiente de correlação produto-momento de *Pearson* foi utilizado para analisar os níveis das associações entre a FC e a PSE nos testes de cargas constantes. O nível de significância adotado foi de 5% ($p < 0,05$).

Esse estudo foi desenvolvido com o consentimento dos indivíduos envolvidos e para tanto os participantes foram esclarecidos sobre os riscos e o direito de desistir a qualquer momento. Além disso, obtivemos a aprovação de seus propósitos e procedimentos por parte do Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Biociências, UNESP, Campus de Rio Claro,

protocolo 2526, em reunião realizada em 08.08.2006.

RESULTADOS

As características dos sujeitos, bem como os índices obtidos no teste progressivo até a exaustão voluntária, estão presentes na Tabela 1. Os valores médios da FC, da PSE e da Δ_{PSE-FC} , bem como o nível de associação entre a FC e a PSE nos exercícios de cargas constantes, estão presentes na tabela 2.

Tabela 1 - Idade, variáveis antropométricas e os índices obtidos a partir do teste progressivo até a exaustão (n = 7).

Idade (anos)	24 ± 3
Estatura (cm)	175,1 ± 4,7
Massa corporal total (kg)	69,4 ± 6,6
Percentual de gordura corporal (%)	13,6 ± 4,0
Frequência cardíaca de pico (bpm)	197 ± 12
Potência aeróbia máxima (W)	231 ± 5
Limiar anaeróbio (% potência aeróbia máxima)	56 ± 11
Frequência cardíaca no limiar anaeróbio (bpm)	151 ± 21
Percepção subjetiva do esforço no limiar anaeróbio (escore)	13 ± 2

Os valores são médias ± desvios padrão.

Tabela 2 - Frequência cardíaca (FC) e da percepção subjetiva do esforço (PSE) durante os testes de cargas constantes (n = 7).

Intensidade	FC (bpm)	PSE (escore)	R	p	Δ_{PSE-FC} (bpm)
25% da W_{LAN}	94 ± 8	8 ± 1	-0,315	0,491	-15 ± 20
50% da W_{LAN}	112 ± 12	10 ± 2	-0,403	0,931	-15 ± 26
75% da W_{LAN}	142 ± 25	13 ± 1	-0,544	0,264	-10 ± 30
100% da W_{LAN}	162 ± 21	16 ± 1	0,307	0,554	20 ± 20
125% da W_{LAN}	168 ± 17	16 ± 2	0,344	0,450	17 ± 17

W_{LAN} = potência no limiar anaeróbio; r = coeficiente de correlação de Pearson; p = nível de significância; Δ_{PSE-FC} = diferença entre os valores da frequência cardíaca estimados pela equação apresentada por Borg (21) ($FC = PSE \cdot 10$) e o medido durante o exercício.

O comportamento da FC e da PSE ao longo do tempo estão graficamente representados nas figuras 1 e 2. Um sujeito não conseguiu completar o exercício na intensidade de 100% da W_{LAN} e quatro sujeitos não conseguiram completar o exercício na intensidade de 125% da W_{LAN} . Nas demais intensidades todos os indivíduos foram capazes de se exercitar por 30 minutos. Para todos os sujeitos, tanto a $W_{FC_{MEE}}$ (51 ± 18 W) como a

$WPSE_{MEE}$ (76 ± 37 W) eram estatisticamente inferiores a W_{LAN} ($p < 0,05$). Por outro lado, a diferença detectada entre $W_{FC_{MEE}}$ e $WPSE_{MEE}$ não era significativa ($p > 0,05$). Adicionalmente, os valores individuais correspondentes a $W_{FC_{MEE}}$ e da $WPSE_{MEE}$, os quais foram expressos percentualmente em relação à W_{LAN} , podem ser observados na tabela 3.

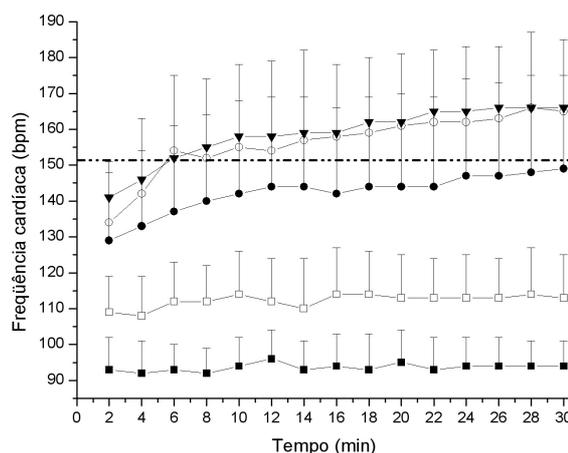


Figura 1 - Resposta da frequência cardíaca ao longo do tempo durante o exercício físico de cargas constantes (n = 7).

Os valores são médias ± desvios-padrão das intensidades referentes a 25% (■; n = 7), 50% (□; n = 7), 75% (●; n = 7), 100% (○; n = 6) e 125% (▼; n = 3) do limiar anaeróbio. A linha tracejada horizontal representa o valor médio da frequência cardíaca correspondente ao limiar anaeróbio.

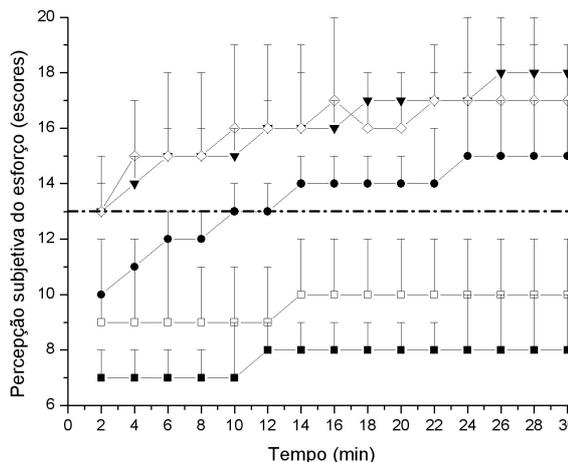


Figura 2 - Resposta da percepção subjetiva do esforço ao longo do tempo durante o exercício físico de cargas constantes (n = 7).

Os valores são médias ± desvios-padrão das intensidades referentes a 25% (■; n = 7), 50%

(□; n = 7), 75% (●; n = 7), 100% (○; n = 6) e 125% (▼; n = 3) do limiar anaeróbio. A linha tracejada horizontal representa o valor médio da percepção subjetiva do esforço correspondente ao limiar anaeróbio.

Tabela 3 - Valores individuais das intensidades correspondentes ao máximo estado estável da frequência cardíaca (WFC_{MEE}) e da percepção subjetiva do esforço ($WPSE_{MEE}$) (n = 7) expressas percentualmente ao limiar anaeróbio (W_{LAN}).

Sujeitos	WFC_{MEE}	$WPSE_{MEE}$	W_{LAN} (W)
1	50 %	50 %	100
2	25 %	75 %	180
3	50 %	75 %	85
4	25 %	50 %	140
5	25 %	75 %	145
6	75 %	25 %	90
7	50 %	50 %	165
Média ± desvio padrão	43 ± 19 %	57 ± 19 %	129 ± 38

DISCUSSÃO

O conceito do Lan foi desenvolvido para mensurar a intensidade do esforço na qual a energia fornecida pelo metabolismo aeróbio é complementada pelo metabolismo anaeróbio, resultando assim, no aumento das $[La^-]$ (WASSERMAN, 1987). Concomitantemente, surge o componente lento da cinética do $\dot{V}O_2$ (GAESSER; POOLE, 1996), o qual resulta no atraso de mais de três minutos na estabilização do $\dot{V}O_2$ nas intensidades até a W_{LAN} , enquanto nas cargas mais elevadas o $\dot{V}O_2$ aumenta até atingir o valor do consumo máximo de oxigênio (XU; RHODES, 1999).

Não obstante, independentemente da intensidade da tarefa adotada, o *American College of Sports Medicine* tem recomendado a utilização tanto da FC como da PSE na prescrição do exercício aeróbio (POLLOCK et al., 1998). A validade da utilização dessas variáveis está baseada nos seus respectivos comportamentos lineares com o incremento da carga em testes ergométricos (PANDOLF, 1982; NOBLE et al., 1983; BORG, 1982), os quais eram similares aos encontrados no presente estudo. Contudo, com base nos níveis de significância das correlações entre a FC e a PSE

nos exercícios de cargas constantes, pode-se deduzir que os ajustes agudos dessas variáveis no exercício prolongado não são dados por uma relação de causa e efeito. Em termos práticos, para se manterem os mesmos valores da FC e da PSE correspondentes a W_{LAN} , é necessário reduzir o esforço empregado no exercício de carga constante, o que resultaria na subestimação da intensidade real.

Além de apresentar uma elevada variabilidade, os resultados adquiridos a partir da fórmula descrita por Borg (1982) para se estimar a FC mediante a PSE apresentaram uma imprecisão média de -13 bpm nos exercícios até 75% da W_{LAN} , ao passo que nas intensidades mais elevadas esse erro foi, em média, de 19 bpm (Tabela 2). Esse achado é similar ao do estudo de Garcin et al. (1998), onde foram mensuradas a PSE geral e a PSE muscular durante o exercício contínuo realizado em cicloergômetro. Entre os principais resultados do trabalho em questão, foi observado que a PSE geral mantinha-se estável a 60% da PAM, ao passo que a PSE dos membros inferiores continuava aumentando ao longo do tempo. Nesse sentido, é atraente suspeitar que, ao se exercitar em cicloergômetro nas cargas equivalentes ou superiores a W_{LAN} , a elevação da PSE muscular resultaria no aumento da PSE geral, que por sua vez levaria a uma transição da subestimação (valores negativos da Δ_{PSE-FC}) para a superestimação (valores positivos da Δ_{PSE-FC}) do valor real da FC. Nesse sentido, além de a validade dessa fórmula ser questionável, a forma como se manifesta a sua imprecisão parece estar subordinada à intensidade do esforço.

Ao se considerar a relação causal já demonstrada entre a FC e o $\dot{V}O_2$ (ACHTEN; JEUKENDRUP, 2003; KARVONEN; VUORIMAA, 1988) e a forte associação da PSE com os indicadores funcionais do sistema cardiovascular (PANDOLF, 1982) e neuromuscular (NOBLE et al., 1983), poder-se-ia pressupor que a WFC_{MEE} e a $WPSE_{MEE}$ coincidiriam com a W_{LAN} . Contudo, diferentemente da nossa hipótese inicial, os resultados do presente estudo indicam que, durante o exercício físico dinâmico com duração de trinta minutos, tanto a WFC_{MEE} como a $WPSE_{MEE}$ foram inferiores a W_{LAN} . Esse achado é parcialmente similar ao de estudos prévios

(LAJOIE; LAURENCELLE; TRUDEAU, 2000; GARCIN et al., 1998). Supostamente, a desestabilização dessas variáveis deve-se ao aumento progressivo do recrutamento das fibras de contração rápida (tipo IIB), pois elas são consideradas menos eficientes que as de contração lenta (tipo I). Contudo, essas investigações não identificaram a intensidade máxima em que a FC e a PSE ainda se mantinham estáveis, ao passo que os nossos dados demonstram que a partir de 75% da W_{LAN} já não há estabilização dessas variáveis.

De forma similar, essa diferença detectada da WFC_{MEE} e da $WPSE_{MEE}$ com a W_{LAN} reforça a hipótese apresentada por Baron et al. (2003), a qual sugere que o Lan não representa um completo estado estável fisiológico. Entre outras variáveis mensuradas, Baron et al. (2003) constataram que a temperatura corporal aumentava significativamente durante os trinta minutos de exercício realizado na intensidade do máximo estado estável de lactato. Supostamente, a elevação da temperatura central tende a reduzir o volume sistólico e a pressão arterial média, levando a um acréscimo compensatório do tônus simpático (COYLE; GANZÁLEZ-ALONSO, 2001). O acréscimo do tônus simpático teria por objetivo aumentar a FC e, conseqüentemente, o débito cardíaco, no intuito de manter a oferta de oxigênio adequada para os músculos exercitados.

Desse modo, pode-se pressupor que, para todos os indivíduos do presente estudo, na

intensidade a 75% da W_{LAN} já não havia um completo estado estável fisiológico, pois a elevação da temperatura corporal e a modificação do balanço simpato-vagal estão associadas tanto ao aumento da FC (BARON et al., 2003) como da PSE (GARCIN et al., 1998). Além disso, Noakes et al. (2004) propuseram que o aumento da PSE também é modulado pelo grau de depleção do glicogênio muscular em atividades com intensidades constantes inferiores à W_{LAN} . Conseqüentemente, a estabilização da PSE *ad infinitum* é improvável, portanto a sua detecção pode ser dependente da janela de tempo analisada e do critério adotado para a definição da estabilização (figura 3).

CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo indicam que a utilização da FC e da PSE no monitoramento das intensidades dos exercícios que possuem a duração tipicamente empregada no treinamento aeróbio é limitada. Isso se deve ao fato de essas variáveis se estabilizarem apenas em intensidades baixas (aproximadamente 50% da W_{LAN}). Do ponto de vista prático, pode-se subestimar a intensidade real do exercício físico realizado próximo da W_{LAN} e, conseqüentemente, influenciar de forma negativa os objetivos estabelecidos para determinado programa de treinamento.

HEART RATE AND RATING OF PERCEIVED EXERTION RESPONSES DURING EXERCISE PERFORMED AT INTENSITIES RELATIVE TO ANAEROBIC THRESHOLD

ABSTRACT

The objectives of the study were to describe the responses promoted by intensity of the effort on the heart rate (HR) and rating of perceived exertion (RPE) and compare them with the responses of the power output of anaerobic threshold (W_{AT}). Seven subjects were submitted to a progressive exercise test until exhaustion to determine the anaerobic threshold. Subsequently, they exercised continuously during thirty minutes in intensities relative to the W_{AT} . An one-way analysis of variance with repeated measures and Bonferroni post-hoc test were used to the comparisons among the power output of the maximal HR stable state (WM_{HRSS}) and RPE (WM_{RPESS}) with the same parameters of the W_{AT} ($p < 0.05$). Both WM_{HRSS} (51 ± 18 W) and WM_{RPESS} (76 ± 37 W) were statically lower than W_{AT} (129 ± 4 W). Thus, the use of HR and RPE to monitor intensity in exercises that have the duration typically applied in aerobic training is limited.

Key words: Aerobic metabolism. Submaximal exercise. Rating of perceived exertion.

REFERÊNCIAS

ACHTEN, J.; JEUKENDRUP, A. E. Heart rate monitoring: applications and limitations. **Sports Medicine**, Auckland, v. 33, no. 7, p. 517-538, 2003.

BARON, B. et al. Maximal lactate steady state does not correspond to a complete physiological steady state. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 24, p. 582-587, 2003.

- BORG, G. A. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and exercise**, Madison, v. 14, p. 377-381, 1982.
- COYLE, E. F.; GONZÁLEZ-ALONSO, J. Cardiovascular drift during prolonged exercise: new perspectives. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, Hagerstown, v. 29, p.88-92, 2001.
- DENADAI, B. S. et al. Effect of the aerobic capacity on the validity of the anaerobic threshold for determination of the maximal lactate steady state in cycling. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, Ribeirão Preto, v. 37, p. 1551-1556, 2004.
- EDWARDS, A. M.; CLARK, N.; MACFADYEB, A. M. Lactate and ventilatory threshold reflect the training status of professional soccer players when maximum aerobic power is unchanged. **Journal of Science and Medicine in Sport**, Belconnen, v. 2, p. 23-29, 2003.
- GAESSER, A. G.; POOLE, D. C. The slow component of oxygen uptake kinetics in humans. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, Hagerstown, v. 24, p. 35-71, 1996.
- GARCIN, M. et al. Ratings of perceived exertion (RPE) during cycling exercises at constant power output. **Ergonomics**, London, v. 41, p. 1500-1509, 1998.
- GLASS, S. C.; WHALEY, M. H.; WEGNER, M. S. Ratings of perceived exertion among standard treadmill protocols and steady state running. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 12, p. 77-82, 1991.
- GUEDES, D. P. Estudo da gordura corporal através da mensuração dos valores de densidade corporal e da espessura de dobras cutâneas em universitários. **Kinesis**, Santa Maria, v. 2, p. 183-212, 1985.
- HARMS, C. A. Effect of skeletal muscle demand on cardiovascular function. **Medicine and Science in Sports and exercise**, Madison, v. 32, p. 94-99, 2000.
- KARVONEN, J.; VUORIMAA, T. Heart rate and exercise intensity during sports activities: practical application. **Sports Medicine**, Auckland, v. 5, p. 303-312, 1988.
- LAJOIE, C.; LAURENCELLE, L.; TRUDEAU, F. Physiological responses to cycling for 60 minutes at maximal lactate steady state. **Canadian Journal of Applied Physiology**, Champaign, v. 25, p. 250-261, 2000.
- NOAKES, T. D.; SNOW, R. J.; FEBBRAIO, M. A. Linear relationship between the perception of effort and the duration of constant load exercise that remains. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 96, p. 1571-1573, 2004.
- NOBLE, B.J. et al. A category-ratio perceived exertion scale: relationship to blood and muscle lactate and heart rate. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 15, p. 523-528, 1983.
- NORTON, K. et al. Measurement techniques in anthropometry. In: NORTON, K.; OLDS, T. **Anthropometrica**. Sidney: University of New South Wales Press, 1996. p. 25-76.
- PANDOLF, K. B. Differentiated ratings of perceived exertion during physical exercise. **Medicine and Science in Sports and exercise**, Madison, v. 14, p. 397-405, 1982.
- PERRY, S. R. et al. Heart rate and ratings of perceived exertion at the physical working capacity at the heart rate threshold. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Storrs, v. 15, p.225-229, 2001.
- POLLOCK, M. L. et al. ACSM Position stand: the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 30, p. 975-991, 1998.
- SIRI, W. E. Body composition from fluids spaces and density: analysis of two methods. In: Brozek J, Henschel A. (Ed.). **Techniques for Measuring Body Composition**. Washington: National Academy of Sciences-National Research Council, 1961. p. 223-244.
- SJÖDIN, B.; JACOBS, I.; SVENDENHAG, J. Changes in onset of blood lactate accumulation (OBLA) and muscle enzymes after training at OBLA. **European Journal of Applied Physiology**, Heidelberg, v. 49, p. 45-57, 1982.
- SVEDAHL, K.; MACINTOSH, B.R. Anaerobic threshold: the concept and methods of measurement. **Canadian Journal of Applied Physiology**, Champaign, v. 28, p. 299-323, 2003.
- VAN SCHUYLENBERGH, R.; VANDEN EYNDE, B.; HESPEL, P. Correlations between lactate and ventilatory threshold and the maximal lactate steady state in elite cyclist. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 25, p. 403-408, 2004.
- WASSERMAN, K. Determinants and detection of anaerobic threshold and consequences of exercise above it. **Circulation**, Baltimore, v. 6, p. 29-39, 1987.
- XU, F.; RHODES, E. C. Oxygen uptake kinetics during exercise. **Sports Medicine**, Auckland, v. 27, p. 313-327, 1999.

Recebido em 14/01/08
Revisado em 28/03/08
Aceito em 30/04/08

Endereço para correspondência: Rômulo Cássio de Moraes Bertuzzi. Rua Clorindo de Oliveira Cajé, 91, CEP 05371-140, Butantã, São Paulo-SP. E-mail: bertuzzi@usp.br