

ESTIMATIVA DA VELOCIDADE DE CONCENTRAÇÃO DE LACTATO DE 3,5MMOL X L⁻¹ A PARTIR DE VARIÁVEIS SUBMÁXIMAS EM ESTEIRA ROLANTE

Fernando Roberto de OLIVEIRA^{*}
 Karin Ayumi MATSUSHIGUE^{**}
 João Fernando Laurito GAGLIARDI^{***}
 Fermin Jacobo VÁZQUEZ^{****}
 Maria Augusta Peduti Dal'Molin KISS^{*****}

RESUMO

A identificação do limiar anaeróbio (LAn) é utilizada amplamente para diagnóstico da capacidade aeróbia, mas necessita de pessoal treinado e material sofisticado, justificando a procura de métodos alternativos para sua predição. O objetivo deste estudo foi verificar a validade da estimativa da velocidade correspondente à concentração de lactato ([La]) de 3,5mmol x l⁻¹ a partir de: 1) velocidade onde é observada a frequência cardíaca (FC) de 170 bat. x min⁻¹ (V₁₇₀) e 2) valor da FC em 12 km x h⁻¹ (FC₁₂). 41 atletas de esportes predominantemente aeróbios foram divididos em: a) grupo de validação (GV; n=25) e grupo de validação cruzada ("crossvalidation" GCV, n=16). Todos fizeram teste em esteira rolante conforme protocolo de Heck et alli, 1985. V_{3,5} e V₁₇₀ foram calculados por interpolação. O nível de associação entre V_{3,5}, V₁₇₀ e FC₁₂ foi analisado através de correlação múltipla (p < 0,05); a partir desses dados foram elaboradas as equações de regressão no GV: equações 1 e 2

$$V_{3,5,170} \text{ (km x h}^{-1}\text{)} = 3,39 + (0,78 \times V_{170} \text{ km x h}^{-1}\text{)} \quad (1)$$

$$r = 0,84 \quad \text{EPE} = 1,54 \text{ km x h}^{-1}$$

$$V_{3,5,12} \text{ (km x h}^{-1}\text{)} = 32 - (0,12 \times FC_{12} \text{ bat x min}^{-1}\text{)} \quad (2)$$

$$r = 0,80 \quad \text{EPE} = 1,2 \text{ km x h}^{-1}$$

No GCV os valores preditos de V_{3,5,170} não foram significativamente diferentes dos medidos (r = 0,88 EPE= 1,2 km x h⁻¹); nesse mesmo grupo V_{3,5,12} não diferiu significativamente de V_{3,5} e apresentou r = 0,83 e EPE = 1,4 km x h⁻¹. Dentro das limitações deste estudo conclui-se que V_{3,5} pode ser estimado satisfatoriamente a partir de V₁₇₀ e FC₁₂.

UNITERMOS: Limiar anaeróbio; Lactato; Avaliação funcional; Capacidade aeróbia.

^{*} Faculdade de Educação Física da Universidade Camilo Castelo Branco (São Paulo-SP) - Professor.

^{**} Escola de Educação Física da Universidade de São Paulo - Mestranda.

^{***} Faculdade de Educação Física da Universidade Ibirapuera (São Paulo-SP) - Professor.

^{****} Centro de Medicina Desportiva AXOLA, San Sebastian, Espanha.

^{*****} Escola de Educação Física da Universidade de São Paulo, Departamento de Esporte - Professor Titular.

INTRODUÇÃO

O estudo do conceito de limiar anaeróbio (LAn) tem sido, nas últimas décadas, um ponto de grande interesse para especialistas em fisiologia do exercício e treinamento desportivo. Isto advém da antiga atração por variáveis relacionadas à capacidade aeróbia, de importância tanto no treinamento relacionado à "performance" desportiva quanto no desenvolvimento da aptidão física relacionada a saúde. A identificação do LAn é fundamental para discriminar capacidade aeróbia, "performance", efeitos do treinamento aeróbio e prescrição do treinamento aeróbio (Chicarro & Arce, 1991, p.137).

O padrão para a identificação da maior intensidade de exercício que pode ser sustentada, sem aumento progressivo na concentração sanguínea de lactato [La], é a quantificação da carga máximo "steady-state" de lactato (MSSL) (Borch et alii, 1993; Bueno, 1990; Heck et alii, 1985; Urhausen et alii, 1993). Para isto, é necessária a aplicação de protocolos com cargas retangulares, crescentes, de 20-30 minutos de duração, com sucessivas coletas de sangue e exigindo diversas visitas ao laboratório. Com a intenção de atenuar os problemas de tempo e de custo que esta abordagem causa, foram desenvolvidos protocolos com cargas triangulares de curta duração, utilizando-se métodos invasivos e não-invasivos para a aproximação de MSSL (Heck et alii, 1985; Loat & Rhodes, 1993; Walsh & Banister, 1988); a denominação de limiar anaeróbio foi disseminada para a estimativa de MSSL através de testes progressivos por estágios, desde Wasserman & McIlroy (1964).

Apesar das facilidades encontradas nos protocolos de curta duração, estes ainda requerem equipamentos sofisticados e pessoal especializado, nem sempre disponíveis. Na tentativa de minimizar estas dificuldades, alguns autores propuseram modelos preditórios de LAn e da velocidade de máximo "steady-state" de lactato (MSSL) utilizando diversos métodos; alguns, através de testes de laboratório (Duggan & Tebbutt, 1990; Palka & Rogozinski, 1986; Snyder et alii, 1989) outros, de campo (Janssen, 1989, p.62; Tanaka et alii, 1986; Weltman et alii, 1987) ou de ambos (Tanaka et alii, 1985).

No estudo de Palka & Rogozinski (1986) encontramos a possibilidade de predição do LAn (limiar ventilatório, LV) em cicloergômetro, utilizando-se a carga correspondente a frequência cardíaca (FC) de 170 bat x min⁻¹ (denominado CT₁₇₀ ou PCW₁₇₀) sendo interessante a possibilidade de empregar tal abordagem em um estudo com corrida. Duggan & Tebbutt (1990), apresentaram modelo de predição da velocidade de [La] de 4 mmol x l⁻¹ (V4) através da medida da [La] na velocidade de 12 km x h⁻¹ e esta variável mostrou ser tão boa preditora de "performance" aeróbia (corrida de 4km) quanto V4. Neste ponto, uma alternativa a ser investigada é a substituição da medida de [La] em carga submáxima pela FC (FC_{sub}) pois, recentes resultados do Laboratório de Pesquisa Aplicada ao Esporte - LAPAE (Departamento de Esporte, Escola de Educação Física, Universidade de São Paulo) demonstraram que a FC_{sub} é altamente associada a V4 e "performance" de corrida de 30 min em atletas (Oliveira et alii, 1994a). Assim, o objetivo do presente estudo é investigar a validade da estimativa de variável referencial de MSSL a partir da medida, em esteira rolante, da velocidade de corrida com FC de 170 bat x min⁻¹ (V₁₇₀) bem como através do valor de FC na velocidade de 12 km x h⁻¹ (FC₁₂).

METODOLOGIA

Indivíduos estudados

A amostra constou de 41 atletas, praticantes de esportes predominantemente aeróbios, divididos em dois grupos distintos:

- Grupo de validação (GV): vinte e cinco atletas - 14 corredores de média e/ou longa distância de nível nacional, 4 corredores de média e/ou longa distância de nível internacional, 2 corredores de longa distância de nível regional, 4 jogadores de futebol de salão, 1 de futebol de campo (23,3 ± 4,8 anos; 62,1 ± 8,4 kg e 172 ± 5,9 cm).

- Grupo de Validação Cruzada (Cross-Validation, GCV): dezesseis atletas - 6 triatletas de nível regional e 10 basquetebolistas de nível nacional e/ou internacional ($25,4 \pm 4,2$ anos; $84,7 \pm 13,9$ kg e $186,3 \pm 9,6$ cm).

Protocolo e variáveis identificadas

Os atletas foram submetidos a um teste progressivo em esteira rolante Quinton®2472, com protocolo similar ao de Heck et alii (1985) - velocidade inicial entre 6,0 e 10,8 km x h⁻¹ (de acordo com o esporte praticado e histórico de avaliações e competições anteriores); incrementos de 1,2 km x h⁻¹ a cada 3 min. com parada de 30 s. entre cada estágio, para a coleta de 20µl de sangue arterializado no lóbulo da orelha (previamente hiperemiado com Finalgon®). As [La] no sangue total, desproteinizado com ácido perclórico, foram determinadas em espectrofotômetro Guilford®300N, de acordo com Mader (1976). A FC medida através de registro em eletrocardiograma Hewlett Packard®1500B, no final de cada estágio. A partir dos valores plotados de [La] e FC em relação a velocidade, foram obtidas, por interpolação ou pequena extrapolação (2 casos, máximo de 0,5 km x h⁻¹) as seguintes variáveis:

- A velocidade correspondente a [La] de 3,5 mmol x l⁻¹ (V_{3,5}) e o respectivo valor de FC (FC_{3,5}).
- A velocidade correspondente a FC de 170 bat x min⁻¹ (V₁₇₀) e a respectiva [La] (L₁₇₀).
- O valor de FC na velocidade de 12 km x h⁻¹ (FC₁₂) e respectiva [La] (L₁₂).

Análise estatística

Equações de regressão foram elaboradas, a partir da análise de correlação múltipla, para prever a V_{3,5} a partir de V₁₇₀ e FC₁₂ no GV ($p < 0,05$). Posteriormente, os valores medidos de V_{3,5} (V_{3,5m}) no GCV, foram comparados com os preditos (V_{3,5170} e V_{3,512}) pelas equações propostas, utilizando-se ANOVA para comparação das médias ($p < 0,05$) e correlação simples de Pearson para a verificação da associação entre os valores de V_{3,5m} com V_{3,5170} e com V_{3,512} ($p < 0,025$).

RESULTADOS

Na TABELA 1, estão apresentados os resultados das variáveis estudadas no GV e GCV.

TABELA 1 - Valores obtidos de V_{3,5}; FC_{3,5}; V₁₇₀; L₁₇₀; FC₁₂ e L₁₂ no grupo de validação (GV) e validação Cruzada (GCV) (média \pm desvio padrão).

Variável	GV (n = 25)	GCV (n = 16)
V _{3,5} (km x h ⁻¹)	15,8 \pm 2,8	14,0 \pm 2,4
FC _{3,5} (bat x min ⁻¹)	170 \pm 12	169 \pm 11
V ₁₇₀ (km x h ⁻¹)	15,8 \pm 2,8	13,6 \pm 2,1
L ₁₇₀ (mmol x l ⁻¹)	3,5 \pm 1,1	3,5 \pm 0,6
FC ₁₂ (bat x min ⁻¹)	145 \pm 18	157 \pm 16
L ₁₂ (mmol x l ⁻¹)	2,2 \pm 0,9	3,3 \pm 1,2

No GV, os níveis de correlação encontrados entre V_{3,5} e V₁₇₀ e entre V_{3,5} e FC₁₂, foram de 0,84 e 0,80 ($p < 0,05$), respectivamente. A partir destas análises, foram obtidas as seguintes equações de regressão para a predição de V_{3,5} a partir de V₁₇₀ (V_{3,5170}) e FC₁₂ (V_{3,512}):

$$V_{3,5_{170}} = 3,39 + (0,78 \times V_{170}, \text{ km x h}^{-1}) \quad (1)$$

erro padrão de estimativa (EPE) = 1,54 (9,7%)

$$V_{3,5_{12}} = 32 - (0,12 \times FC_{12}, \text{ bat x min}^{-1}) \quad (2)$$

erro padrão de estimativa (EPE) = 1,76 (11,3%)

Na TABELA 2, são mostrados os resultados de correlações e erro padrão de estimativa (EPE) dos valores medidos ($V_{3,5_m}$) e preditos de $V_{3,5}$ no GCV.

TABELA 2 - Valores de $V_{3,5_m}$; $V_{3,5_{170}}$; $V_{3,5_{12}}$; correlação (r) e EPE entre os valores medidos e preditos de $V_{3,5}$ no GCV (médias \pm desvio padrão).

variável	\bar{x}	s.d.	r	EPE
$V_{3,5_m}(\text{km x h}^{-1})$	14,0	2,4	-	-
$V_{3,5_{170}}(\text{km x h}^{-1})$	14,0	1,9	0,88*	1,2 (8,9%)
$V_{3,5_{12}}(\text{km x h}^{-1})$	13,2	1,7	0,83*	1,4 (9,6%)

* $p < 0,025$

Não foram encontradas diferenças significantes entre $V_{3,5_m}$, $V_{3,5_{170}}$ e $V_{3,5_{12}}$.

DISCUSSÃO

Em 1948, Wahlund, conceituou a capacidade de trabalho físico com frequência cardíaca de 170 bat x min^{-1} (CT_{170} ; denominado V_{170} no presente estudo) como o limite máximo que a maioria dos indivíduos conseguiria alcançar uma fase de equilíbrio metabólico ("steady-state"). Normalmente, esta variável é utilizada para a predição do consumo máximo de oxigênio, ($VO_2 \text{ max}$) (Kiss, 1972), sendo uma boa alternativa quando da falta de material sofisticado e pessoal especializado. Uma das vantagens na utilização do CT_{170} é podermos dispensar os testes máximos quando da avaliação de índices de aptidão física aeróbia. Na sua identificação, na maioria das vezes, utiliza-se um cicloergômetro, aplicando-se de 2 a 3 cargas de 5 a 6 min. de duração (Kiss, 1972); na presente investigação, foram utilizados estágios de 3 min. de duração. Linnarsson (1974) investigando a cinética de diversas variáveis, demonstrou que o tempo de meia - resposta (50% do tempo para alcançar o valor da variável para a carga) da FC é crescente com o aumento da intensidade de exercício, oscilando entre 15 a 40 s (resultados corroborados por Sady, 1981). Em média, na mesma intensidade, o valor da FC, em teste retangular, é 3 a 5 bat x min^{-1} maior que em teste triangular, assim, considerando-se como "steady-state" quando a FC não se modifica mais que 10 bat x min^{-1} entre o 2º e 6º min. de exercício (Sjöstrand, 1967, citado por Linnarsson, 1974) podemos aceitar o valor de FC obtido no 3º min. como representativo do valor de FC para a carga.

Mader et alii (1976) estabeleceram, empiricamente, a $[La]$ de 4 mmol x l^{-1} como referência de VMSSL. Heck et alii (1985) confirmaram esta sugestão, estudando um grupo heterogêneo de atletas.

Este autores, porém, verificaram que a utilização de concentrações fixas de lactato (CFL) é protocolo - dependente, devendo-se utilizar a $V_{3,5}$ com estágios de 3 min. A identificação da velocidade de $[La]$ de 4 mmol x l^{-1} (V_4) neste caso, levaria a uma superestimação da VMSSL, esta é uma das razões de utilizarmos, em nosso estudo, $V_{3,5}$ e não V_4 . A outra razão é que são necessárias aproximadamente sete cargas para o estabelecimento satisfatório da curva lactato - carga (Kiss¹) e a duração de estágios deve ser de 3 min. ao invés de 5 min. a fim de diminuir o tempo total de teste.

Os valores de $V_{3,5}$ encontrados nos dois grupos estudados nos mostram que GV e GCV estão dentro da faixa de $15,1 + 3,1 \text{ km x h}^{-1}$ observados por Heck et alii (1985), sugerindo a adequação da metodologia utilizada. Os maiores valores no GV são devidos ao grande número de corredores de meio - fundo e fundo nesse grupo.

A grande variedade de metodologias utilizadas para a medida do LAn, torna difícil a comparação dos resultados do presente estudo com os encontrados na literatura. Apesar disso, confrontados com critérios de LAn similares, os números de V3,5 são bastante inferiores aos de corredores de 400m a ultramaratonistas (16,4 a 19,8 km x h⁻¹) (Jacobs, 1986; Jousselin & Stephan, 1984; Oliveira et alii, 1994a; Padilla et alii, 1991; Pompeu et alii, 1994; Sjodin & Svedenhag, 1985) e similar ou superior a atletas de esportes coletivos (Molina & Kokubun, 1993; Pontaque et alii, 1990). Dentro do grupo heterogêneo estudado, temos que os corredores de meio fundo e fundo de alto nível, possuem V3,5 (média de 18,9 km x h⁻¹) em valores próximos aos que são descritos por outros autores (Jousselin & Stephan, 1984; Padilla et alii, 1991; Sjodin & Svehag, 1985).

Os valores de FC_{3,5} em GV e GCV (170 ± 12 e 169 ± 11 bat x min⁻¹) estão de acordo com os números encontrados por Oliveira et alii (1994b) em corredores de nível regional (172 ± 13 bat x min⁻¹), por Gilman & Wells (1993) em grupo heterogêneo de corredores de longa distância (173 ± 9 bat x min⁻¹), por Pontaque et alii (1990) com um grupo heterogêneo de atletas de vários esportes (173 ± 11 bat x min⁻¹) e são superiores aos achados por Carvalho et alii (1994) em não-atletas ativos (162 ± 14 bat x min⁻¹). Portanto, apesar da grande variação encontrada em FC_{3,5}, os valores parecem ser dependentes do nível de condicionamento aeróbio, sendo que atletas cujas modalidades são predominantemente aeróbias apresentam V3,5 em maiores valores de FC. Kindermann et alii (1979) constataram que na prática de exercícios acima de V4, temos, a FC acima de 170 bat x min⁻¹. A partir destas constatações, podemos retornar a antiga sugestão de Wahlund (1948) de utilizar (ao menos em corrida com atletas) a V₁₇₀ como limite superior de atividade aeróbia, sem aumento excessivo das [La].

Os valores de FC₁₂ no GV (145 ± 18 bat x min⁻¹) e no GCV (157 ± 16 bat x min⁻¹) são menores e maiores, respectivamente, daqueles relatados por Oliveira et alii (1994b) em um grupo de corredores de nível regional (151 ± 14 bat x min⁻¹); a explicação para tal fato está em que, relativo ao GV e GCV, os atletas do estudo citado estão em um nível intermediário de capacidade aeróbia (V4 em teste de campo = 15,0 ± 2,0 km x h⁻¹). Quanto a L₁₂, foram vistos, como esperado, um menor valor com aumento da capacidade aeróbia dos atletas (amplitude de 0,99 a 4,8 mmol x l⁻¹). O nível de L₁₂ no GV (2,2 ± 0,9 mmol x l⁻¹) e GCV (3,3 ± 1,2 mmol x l⁻¹) são menores e similares, respectivamente, aos de Duggan & Tebbutt (1990) em soldados ativos (3,3 ± 0,9 mmol x l⁻¹). Neste estudo, os autores concluíram que L₁₂ pode ser utilizada para a predição de V4 (n = 11, r = 0,95 e EPE = 0,42 km x h⁻¹; 4,2%). Porém, este método apesar de diminuir o número de coletas e ser menos traumatizante, ainda requer a medida de [La]. Além disso, os autores não verificaram a adequação da equação apresentada em um grupo de validação cruzada.

Os modelos preditórios propostos no presente estudo, são sustentados pelo seguinte princípio:

- Com a elevação da capacidade aeróbia, ocorre uma diminuição da FC em intensidades submáximas (Ekblom et alii, 1968), sendo que a medida de [La] nestas intensidades, também é largamente utilizada como índice de capacidade aeróbia (Föhrenbach et alii, 1987) portanto, era esperado que através do valor de FC_{sub}, fosse possível estimar velocidade de [La] submáxima ou variável a ela associada. Além disso, constatou-se que variáveis submáximas são mais suscetíveis a discriminar aptidão física aeróbia, "performance" e efeitos de treinamento que variáveis máximas, como o VO₂max, pois já foi demonstrado que aspectos submáximos têm menor dependência genotípica (Danis et alii, 1990). A base inicial para a criação deste estudo foi a análise do trabalho de Palka e Rogozinski (1986), que investigando 125 bombeiros jovens e ativos, propuseram equações (r = 0,52) para a predição de LAn (ventilatório) a partir de CT₁₇₀ em cicloergômetro, entretanto, os autores não aplicaram o modelo apresentado em um grupo externo ao de validação.

Os resultados obtidos em nosso estudo, demonstram a possibilidade da aproximação de V3, 5, a partir da medida de variáveis ligadas a capacidade submáxima de exercício. O melhor resultado alcançado através da utilização de V₁₇₀ do que FC₁₂ pode ter sido consequência de que na medida de V₁₂, tomamos como base apenas um valor de FC, enquanto que com V₁₇₀, precisamos de mais de um valor para a sua identificação, diminuindo então o erro; além de ser um valor que é encontrado em intensidades mais próximas ao critério V3, 5.

As equações obtidas para predição de V3,5 possuem EPE (V₁₇₀ = 9,7% e FC₁₂ = 11,3%) maiores que a maioria das previamente apresentadas. Porém, são necessários alguns comentários sobre este assunto. Weltmann et alii (1987), estudando corredores de nível médio, mostraram a possibilidade de predizer o limiar de lactato e velocidades de concentração fixa de lactato de 2,0, 2,5 e 4 mmol x l⁻¹ a partir da "performance" em corrida de 3200 m, com um EPE entre 4,1 e 6,1%. Porém, a metodologia empregada

pelos autores, medida de [La] no sangue venoso, pequenos incrementos de carga ($10 \text{ m} \times \text{min}^{-1}$), utilização de esteira horizontal, os valores relativo de FC, VO_2max e velocidade encontrados [La] de $4 \text{ mmol} \times \text{l}^{-1}$ (todos acima de 94%) e a própria utilização, em treinamento, dos valores preditos (Oliveira², e Ceddia³), sugeriram uma tendência a superestimação das velocidades; confirmada posteriormente por um estudo de Oliveira et alii (1994b). No estudo de Tanaka et alii (1985) para a predição do limiar de lactato, é necessária, além da "performance" em corrida de 1500 m (EPE 4,1%), a medida de VO_2max , inviabilizando o método.

A proposta apresentada no presente estudo, possui méritos e limitações. Os primeiros são:

- a utilização de um teste submáximo para a predição de V3,5.
- a utilização de uma variável simples de ser medida (a FC)
- a verificação da validade em um grupo distinto do GV e o menor EPE quando da aplicação

das equações no GCV ($V_{3,5_{170}} = 8,9\%$ e $V_{3,5_{12}} = 9,6\%$).

Quanto às limitações, temos:

- o pequeno número de indivíduos nos grupos estudados.
- a necessidade da utilização de uma esteira rolante, o que de certa forma dificulta a sua aplicação.
- o valor do EPE.

Porém, este método, apesar das limitações é de utilidade para identificação de referência de VMSSL em atletas de esportes coletivos ou outros, onde o nível de "performance" aeróbio não seja tão elevado e/ou o nível competitivo não seja a elite. Cabe neste ponto especular a possibilidade de simplesmente utilizarmos a V_{170} , sem a utilização de equação, para a estimativa da VMSSL em atletas. Restando em aberto, o estudo do uso da FC, obtida em teste de campo, para a predição de índices de LAn de forma diferente da apresentada por Conconi et alii (1982).

CONCLUSÕES

Dentro das limitações do presente estudo, verificou-se a validade da estimativa da velocidade correspondente a [La] de $3,5 \text{ mmol} \times \text{l}^{-1}$ a partir da medida, em esteira rolante, da velocidade de FC de 170 bat $\times \text{min}^{-1}$ e do valor de FC na velocidade de $12 \text{ km} \times \text{h}^{-1}$

ABSTRACT

LACTATE CONCENTRATION OF $3.5 \text{ MMOL} \times \text{L}^{-1}$ ESTIMATED FROM SUBMAXIMAL TREADMILL VARIABLES

Anaerobic threshold identification is largely utilized for aerobic diagnostic purpose, but trained staff and special equipment are necessary, justifying to search for alternative methods. The aim of this work was validate de prediction of velocity correspondent to lactate concentration of $3.5 \text{ mmol} \times \text{l}^{-1}$ ([La]) using: 1) velocity with heart rate (FC) of 170 bpm (V_{170}) and 2) FC during velocity of $12 \text{ km} \times \text{h}^{-1}$ (FC_{12}). 41 athletes from aerobic dominant sports were divided in a) validation group (GV; $n = 25$) and b) cross validation group (GCV; $n = 16$). They were submitted to treadmill tests, accord to Heck et alii 1985. $V_{3,5}$ and V_{170} were interpolated. Association between $V_{3,5}$, V_{170} and FC_{12} were studied with multiple correlation ($p < 0.05$) and regressions curves were determined in GV: equations 1 and 2.

$$V_{3,5_{170}} (\text{km} \times \text{h}^{-1}) = 3.39 + (0.78 \times V_{170} \text{ km} \times \text{h}^{-1}) \quad (1)$$

$$r = 0.84 \quad \text{SPE} = 1.54 \text{ km} \times \text{h}^{-1}$$

$$V_{3,5_{12}} (\text{km} \times \text{h}^{-1}) = 32 - (0.12 \times FC_{12}, \text{ bpm}) \quad (2)$$

$$r = 0.80 \quad \text{SPE} = 1.2 \text{ km} \times \text{h}^{-1}$$

Predicted values for $V_{3,5_{170}}$ in the GCV were not statistically different from measured values ($V_{3,5_m}$) ($r = 0.88$, $\text{SPE} = 1.2 \text{ km} \times \text{h}^{-1}$); in the same group the values for $V_{3,5_{12}}$ presented similar results,

with ($r = 0.83$ and $SPE = 1.4 \text{ km} \times \text{h}^{-1}$). Within the limitations of this work we conclude that $V_{3.5_m}$ could be satisfactory estimated by V_{170} and FC_{12} .

UNITERMS: Anaerobic threshold; Lactate; Functional evaluation; Aerobic capacity.

NOTAS

1. KISS, M.A.P.D.M. - dados do Laboratório de Pesquisa Aplicada ao Esporte, Departamento de Esporte, Escola de Educação Física da Universidade de São Paulo
2. OLIVEIRA, F.R. - idem.
3. CEDDIA, R.B. - comunicação pessoal, curso de Mestrado em Educação Física, Escola Superior de Educação Física e Desporto, Universidade Federal do Rio de Janeiro, julho, 1994.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORCH, K.W. et alii. Accumulation of blood lactate during graded exercise as a predictor of anaerobic threshold. *Journal of Sports Sciences*, v.11, p.49-55, 1993.
- BUENO, M. De l'euphorie à la crise de confiance face au... "seuil anaerobie" *Revue de L'AEFA*, n.113, p.20-3, 1990.
- CARVALHO, M.S. et alii. A CT170 estima a velocidade de referência de máximo steady-state em não-atletas? In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EEFF-USP, 1. *Anais*. São Paulo, 1994. p.28.
- CHICHARRO, J.L.; ARCE, J.C.L. *Umbral anaeróbico: bases fisiológicas y aplicacion*. Madrid, McGraw-Hill, Interamericana, 1991.
- DANIS, A. et alii. Genetic variation in the anaerobic threshold and running economy. In: WORLD CONGRESS OF SPORTS MEDICINE. *Annals*. Amsterdam, 1990. p.102.
- DUGGAN A., TEBBUT, S.D. Blood lactate at 12 km x h-1 and VOBLA as predictors of run performance in nonendurance athletes. *International Journal of Sports Medicine*, v.11, n.2, p.111-5, 1990.
- EKBLOM, B. et alii. Effect of training on circulatory response to exercise. *Journal of Applied Physiology*, v. 24, n.4, p.518-28, 1968.
- FOHRENBACH, R. et alii Determination of endurance capacity and prediction of exercise intensities for training and competition in marathon runners. *International Journal of Sports Medicine*, v.8, n.1, p.11-8, 1987.
- GILMAN, M.B.; WELLS, C.L. The use of heart rates to monitor exercise intensity in relation to metabolic variables. *International Journal of Sports Medicine*, v.14, n.6, p.339-44, 1993.
- HECK, H. et alii. Justification of 4 mmol x l-1 lactate threshold. *International Journal of Sports Medicine*, v. 6, p. 117-30. 1985.
- JACOBS, I. Blood lactate: implications for training and sports performance. *Sports Medicine*, v. 3, p. 10-25, 1986.
- JANSSEN, P.G.J.M. *Training lactate, pulse-rate*. Oulu, Finlândia, Polar Electro, 1989.
- JOUSSELIN, E.; STEPHAN, H. Le suivi médico-physiologique des coureurs de demi fond. *Revue de L'AEFA*, n.86, p.13-6, 1984.
- KINDERMANN, W. et alii. The significance of the aerobic-anaerobic transition determination of work load intensities during endurance training. *European Journal of Applied Physiology*, v.42, p.25-34, 1979.
- KISS, M.A. P.D.M. *Efeito do treinamento sobre a condição cardiovascular de atletas do sexo feminino com 13 a 15 anos de idade*. São Paulo, 1972. Tese (Doutorado) - Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo.
- LINNARSSON, D. Dynamics of pulmonary gas exchange and heart rate changes at start and end of exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*, v.415, 1974. Supplement.
- LOAT, C.E.R., RHODES, E.C. Relationship between the lactate and ventilatory thresholds during prolonged exercise. *Sports Medicine*, v.15, n.2, p.104-15, 1993.
- MADER, A. et alii Zur Beurteilung de sportartspeziifischen ausdauer Leistungsfähigkeit im Labor. *Sportarzt und Sportmedizin*, v.27, p.80-8, 109-12, 1976.
- MOLINA, R.; KOKUBUN. E. Condicionamento de jogadores e atividades típicas durante um jogo de futsal: estudo de atividades e deslocamentos através de VT e lactato. In: SIMPÓSIO PAULISTA DE EDUCAÇÃO FÍSICA. *Anais*. Rio Claro, 1993. p.75.

- OLIVEIRA, F.R. et alii. Reference velocity of (La) 4 mmol x l⁻¹ on track test.. **Revista Paulista de Medicina**, v. 111, n.5, p. 33, 1993.
- OLIVEIRA, F.R. et alii. Testes de corrida em pista como preditores da velocidade de referência de [La] de 4 mmol x l⁻¹ em corredores - um estudo piloto. **Jornal Informativo da Federação Internacional de Educação Física (FIEP- Brasil)**, v.5, n.2, p.8, 1994a.
- OLIVEIRA, F.R. et alii. Variáveis de frequência cardíaca submáxima: associação com a velocidade de referência de [La] de 4 mmol e rendimento em corrida aeróbia. **Jornal Informativo da Federação Internacional de Educação Física (FIEP-Brasil)**, v.5, n.2, p.8, 1994b.
- PADILLA, S. et alii. Capacidade aerobia y anaerobia en corredores de medio fondo: relaciones con la marca de 1500m em pista. **Archivos de Medicina del Deporte**, v.7, n.30, p.141-6, 1991.
- PALKA, M.J.; ROGOZINSKI, A. Standards and predicted values of anaerobic threshold. **European Journal of Applied Physiology**, v.54, p. 543-46, 1986.
- POMPEU, F.A.M.S. et alii. Estudo comparativo entre a velocidade de corrida no teste de 5000m e dados de teste de lactacidemia no laboratório. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS DO ESPORTE, 19. **Anais**. São Paulo, 1994. p.68.
- PONTAQUE, F.L. et alii. Distribucion por deportes de datos esgoespirométricos de referência. **Archivos de Medicina del Deporte**, v.7, n.28, p.339-43, 1990.
- SADY, S.P. Transient oxygen uptake and heart rate reponses at the onset of relative endurance exercise in prepubertal boys and adult men. **International Journal of Sports Medicine**, v.2, n.4, p.240-4, 1981
- SJODIN, B., SVEDENHAG J. Applied physiology of marathon running. **Sports Medicine**, v.2, n.1, p.83-99, 1985.
- SNYDER, A.C. et alii. Prediction of maximal lactate steady-state. **Medicine & Science in Sports and Exercise**, v.21, n.2, p.s22, 1989. Supplement.
- TANAKA, K. et alii. A prediction equation for indirect assesment of anaerobic threshold in male distance runners. **European Journal of Applied Physiology**, v.54, p.386-90. 1985.
- URHAUSEN, A. et alii. Individual anaerobic threshold and maximum lactate steady-state. **International Journal of Sports Medicine**, v.14, n.3, p. 134-139, 1993.
- WAHLUND, H. Determination of the physical capacity. **Acta Physiologica Scandinavica**, v.215, p.1-78, 1948. Supplement.
- WALSH, M.L.; BANISTER E.W. Possible mechanisms of the anaerobic threshold: a review. **Sports Medicine**, v.5, p.269-302, 1988.
- WASSERMAN, K.; McILROY M.B. Detecting the anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. **American Journal of Cardiology**, v.14, p. 844-52, 1964.

Recebido para publicação em: 02 nov. 1994

Trabalho realizado pelo Grupo de Estudo e Pesquisa de Avaliação Biológica do Esporte do Laboratório de Pesquisas Aplicadas ao Esporte (LAPAE), Departamento de Esporte da Escola de Educação Física da Universidade de São Paulo, com auxílio financeiro da CAPES e do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo.

Agradecemos ao Prof. Paulo Llanes Leite pelo auxílio nas dosagens de lactato, realizadas no Laboratório de Bioquímica, do Departamento de Biodinâmica do Movimento do Corpo Humano da Escola de Educação Física da Universidade de São Paulo.

ENDEREÇO: Fernando Roberto de Oliveira
Av. Prof. Mello Moraes, 65
CEP. 05508-900 - São Paulo - SP - BRASIL