



Índices fisiológicos associados com a “performance” aeróbia em corredores de “endurance”: efeitos da duração da prova

Benedito Sérgio Denadai¹, Marcelo Janini Ortiz¹ e Marco Túlio de Mello²

RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar a validade do consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2max}$), da velocidade correspondente ao $\dot{V}O_{2max}$ ($v\dot{V}O_{2max}$), do tempo de exaustão na $v\dot{V}O_{2max}$ ($Tlim$), da economia de corrida (EC) e do limiar anaeróbio (LAN) para a predição da *performance* de atletas de *endurance*. Quatorze corredores de *endurance* ($33,4 \pm 4,4$ anos; $62,7 \pm 4,3$ kg; $166,1 \pm 5,0$ cm; $\dot{V}O_{2max} = 60,4 \pm 5,9$ ml.kg⁻¹.min⁻¹) realizaram os seguintes testes: a) competição simulada nas distâncias de 1.500 e 5.000m. e; b) testes de laboratório para a determinação do $\dot{V}O_{2max}$, $v\dot{V}O_{2max}$, EC, LAN e $Tlim$ na intensidades de 100% $v\dot{V}O_{2max}$. As velocidades (km/h) da $v\dot{V}O_{2max}$ ($18,7 \pm 0,8$), LAN ($17,3 \pm 1,1$) v1.500m ($19,9 \pm 0,8$) e v5.000m ($17,9 \pm 0,9$) foram significativamente diferentes. A regressão múltipla *stepwise* revelou que o LAN foi o único preditor da *performance* da v5.000m, explicando 50% da variação desta *performance*. Para a v1.500m, o $Tlim$ e a $v\dot{V}O_{2max}$ explicaram 88% da variação da *performance*. Com base em nossos resultados, pode-se concluir que a validade dos índices fisiológicos ($\dot{V}O_{2max}$, $v\dot{V}O_{2max}$, $Tlim$, EC e LAN), para a predição da *performance* aeróbia de atletas de *endurance*, é dependente da distância da prova (1.500 x 5.000m) analisada.

RESUMEN

Índices fisiológicos asociados a la “performance” aerobia en competidores de “endurance”: efectos de la duración de la prueba

El objetivo de este estudio fue analizar la validez del consumo máximo de oxígeno ($\dot{V}O_{2max}$), de la velocidad correspondiente al $\dot{V}O_{2max}$ ($v\dot{V}O_{2max}$), del tiempo de exaustión en la $v\dot{V}O_{2max}$ ($Tlim$), de la economía de la carrera (EC) y del umbral anaeróbico (LAN) para predecir la *performance* de atletas de *endurance*. Catorce competidores de *endurance* ($33,4 \pm 4,4$ años; $62,7 \pm 4,3$ kg; $166,1 \pm 5,0$ cm; $\dot{V}O_{2max} = 60,4 \pm 5,9$ ml.kg⁻¹.min⁻¹) realizaron las siguientes pruebas: a) competición simulada en las distancias de 1.500 y 5.000m. e; b) pruebas de laboratorio para la determinación del $\dot{V}O_{2max}$, $v\dot{V}O_{2max}$, EC, LAN y $Tlim$ en la intensidad del 100% $v\dot{V}O_{2max}$. Las velocidades (km/h) de la $v\dot{V}O_{2max}$ ($18,7 \pm 0,8$), LAN ($17,3 \pm 1,1$) v1.500m ($19,9 \pm 0,8$) y v5.000m ($17,9 \pm 0,9$) fueron significativamente diferentes. La regresión múltiple *stepwise* mostró que el LAN fue el único elemento de predicción de la *performance* de la v5.000m, explicando el 50% de la variación de esta *performance*. Para la v1.500m, el $Tlim$ y la $v\dot{V}O_{2max}$ explicaron el 88% de la variación de la *performance*. Con base en nuestros resultados, se puede concluir que la validez de los índices fisiológicos

Palavras-chave: Consumo máximo de oxigênio. Limiar anaeróbio. Corrida. Performance aeróbia.

Palabras-clave: Consumo máximo de oxígeno. Limite anaerobio. Carrera. Performance aerobia.

cos ($\dot{V}O_{2max}$, $v\dot{V}O_{2max}$, $Tlim$, EC y LAN), para la predicción de la performance aerobia de atletas de endurance depende de la distancia de la prueba (1.500 x 5.000m) analizada.

INTRODUÇÃO

A identificação de índices fisiológicos que possam ser utilizados para a predição da *performance* tem pelo menos duas importantes aplicações dentro da área de avaliação e treinamento esportivo. A primeira delas, é que se podem selecionar indivíduos com determinadas características, que potencialmente poderão apresentar maior rendimento em determinados esportes. A outra, é que o treinamento físico no que diz respeito à aplicação da sobrecarga (intensidade x volume) poderá ser planejado e executado de acordo com as demandas do esporte, particularmente em relação aos seus aspectos metabólicos (potências e capacidades anaeróbia e aeróbia). Entre os índices mais estudados para a predição da *performance* aeróbia durante a corrida, temos o consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2max}$), a velocidade correspondente ao $\dot{V}O_{2max}$ ($v\dot{V}O_{2max}$), a economia de corrida (EC) e os índices associados à resposta do lactato durante o exercício submáximo [limiar de lactato (LL), limiar anaeróbio (LAN), intensidade de máxima fase estável de lactato (MLSS)]^(1,2).

O $\dot{V}O_{2max}$ é o índice fisiológico que melhor representa a potência aeróbia, ou seja, é uma medida da quantidade máxima de energia que pode ser produzida pelo metabolismo aeróbio em uma determinada unidade de tempo⁽³⁾. Entretanto, como a EC (custo de oxigênio para uma dada velocidade de corrida submáxima) pode variar em até 15%, mesmo entre corredores bem treinados, a $v\dot{V}O_{2max}$ pode ser bem diferente entre atletas que possuem valores similares de $\dot{V}O_{2max}$ ⁽⁴⁾. Já a capacidade aeróbia, que indica teoricamente a quantidade total de energia que pode ser fornecida pelo metabolismo aeróbio, pode ser bem estimada pelos índices associados à resposta do lactato durante o exercício submáximo^(3,5).

Na literatura, existem muitos estudos que analisaram a predição de *performance* aeróbia durante a corrida a partir dos índices fisiológicos citados anteriormente. Estes estudos, entretanto, utilizando modelos de regressão simples ou múltipla, analisaram, no mesmo grupo de atletas, as relações entre os índices fisiológicos e o desempenho aeróbio em uma única distância (frequentemente entre 1.500 e 10.000m)⁽⁶⁻⁸⁾. Com base nesses estudos, tem-se proposto que a distância da prova e, portanto, a intensidade do exercício, pode influenciar as relações entre os índices fisiológicos e o rendimento aeróbio. Apesar disso, não foram encontrados estudos que procuram relacionar a *performance* aeróbia obtida nos mesmos atletas, em diferentes distâncias com dois ou mais índices fisiológicos, particularmente utilizando a $v\dot{V}O_{2max}$ e o seu respectivo tempo de exaustão ($Tlim$). Como o percentual de contribuição aeróbia (85% x 95%) e a intensidade relativa à $v\dot{V}O_{2max}$ (~105% x 95%) são proporcionalmente bem diferentes entre as pro-

1. Laboratório de Avaliação da Performance Humana-Unesp – Rio Claro, SP.

2. Centro de Estudos em Psicobiologia e Exercício-EPM-Unifesp-SP.

Apoio: CNPq e Fapesp.

Recebido em 24/2/04. 2ª versão recebida em 11/8/04. Aceito em 14/8/04.

Endereço para correspondência: B.S. Denadai, Laboratório de Avaliação da Performance Humana, IB-Unesp, Av. 24A, 1.515, Bela Vista – 13506-900 – Rio Claro, SP, Brasil. E-mail: bdenadai@rc.unesp.br

vas de 1.500 e 5.000m⁽⁹⁾, respectivamente, nossa hipótese é que as relações entre os índices fisiológicos e a *performance* nestas distâncias possam ser diferentes. Desse modo, o objetivo deste estudo foi analisar a validade preditiva do $\dot{V}O_2\text{max}$, $v\dot{V}O_2\text{max}$, Tlim, EC e LAn para a *performance* de atletas de *endurance* nas distâncias de 1.500 e 5.000m.

MATERIAL E MÉTODOS

Sujeitos

Participaram deste estudo 14 corredores (33,4 ± 4,4 anos; 62,7 ± 4,3kg; 166,1 ± 5,0cm; 6,3 ± 2,9% gordura corporal e; 7,2 ± 4,9 anos de treinamento) bem treinados nas provas de fundo do atletismo. Todos os corredores treinavam seis dias por semana, com um volume semanal que oscilava entre 70 e 90km durante o período de preparação específica. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da instituição e todos os participantes conheceram os procedimentos do experimento e suas implicações (riscos e benefícios), através de um termo de consentimento escrito e explicado.

Delineamento experimental

No início do experimento, todos participantes estavam cumprindo a 4ª semana do período de preparação específica da periodização do treinamento.

Inicialmente, os atletas realizaram a competição simulada nas distâncias de 1.500 e 5.000m. Na semana seguinte, iniciaram-se os testes em laboratório, para a determinação do $\dot{V}O_2\text{max}$, $v\dot{V}O_2\text{max}$, LAn, EC e do Tlim realizado na $v\dot{V}O_2\text{max}$. Entre cada teste, foi respeitado um intervalo de no mínimo 48 horas, em que cada corredor foi instruído a realizar somente um treino de baixa intensidade por um período máximo de 30-40 minutos.

Medidas antropométricas

A massa corporal foi medida em uma balança com precisão de 0,1kg (*Filizola*, São Paulo, Brasil). A estatura foi medida em um estadiômetro localizado na própria balança, com precisão de 0,5cm. O percentual de gordura corporal foi estimado a partir das dobras cutâneas (tricipital, supra-iliaca e abdominal) medidas no lado direito do corpo (*Cescorf*, Porto Alegre, Brasil), conforme o descrito por Guedes⁽¹⁰⁾.

Determinação do $\dot{V}O_2\text{max}$, $v\dot{V}O_2\text{max}$ e LAn

O $\dot{V}O_2\text{max}$, $v\dot{V}O_2\text{max}$ e o LAn foram determinados a partir de um teste incremental em uma esteira rolante (*Life Fitness 9800*, Schiller Park, IL, USA), com velocidade inicial de 12km/h e incrementos de 1km/h a cada três minutos até a exaustão voluntária. Entre cada estágio houve uma pausa de 30 segundos para a coleta de 25µl de sangue do lóbulo da orelha. A inclinação da esteira foi mantida fixa em 1%, já que esta condição reflete mais precisamente o custo energético da corrida em ambientes abertos⁽¹¹⁾.

Durante os testes, os gases expirados foram avaliados no modo respiração-respiração (*Sensor Medics* – MMC, Anaheim, CA, USA), com registros a cada 10 segundos. À maior média de dois valores consecutivos registrados a cada 10s chamamos de $\dot{V}O_2\text{max}$. A $v\dot{V}O_2\text{max}$ foi a menor velocidade em que o $\dot{V}O_2\text{max}$ foi alcançado e mantido por ao menos 1min. Se o $\dot{V}O_2\text{max}$ fosse alcançado durante um estágio não sustentado por 1min, a velocidade do estágio anterior foi assumida como a $v\dot{V}O_2\text{max}$ ⁽¹²⁾.

O lactato sanguíneo foi determinado por um método eletroquímico (*YSI 2300 STAT*, Yellow Springs, OH, USA), e o LAn foi identificado como a velocidade correspondente a uma concentração fixa de 3,5mM⁽¹³⁾.

Teste para determinar a economia de corrida (EC) e o tempo de exaustão (Tlim)

Os corredores realizaram um aquecimento por 7min a 12km/h, seguido por um descanso de 3min e, posteriormente, correram

por mais 8min a 14km/h. O consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$) foi medido entre o 6º e 7º min a 14km/h, servindo como referência para a EC do atleta, que foi definida como a relação entre o $\dot{V}O_2$ e a velocidade de corrida⁽¹⁴⁾.

Imediatamente após o 8º min de corrida submáxima, num prazo de 30 a 45 segundos, a velocidade da esteira foi ajustada à intensidade correspondente a 100% $v\dot{V}O_2\text{max}$, iniciando-se a corrida até a exaustão voluntária (Tlim). Estudos têm mostrado a validade do Tlim para a avaliação da capacidade anaeróbia⁽¹⁵⁾.

Análise estatística

Os dados estão expressos com média ± desvio padrão (DP). A correlação entre o tempo de prova nos 1.500 e 5.000m e o $\dot{V}O_2\text{max}$, $v\dot{V}O_2\text{max}$, Tlim, LAn e EC foi realizada pela análise de regressão múltipla *stepwise*. Em todos os testes foi adotado um nível de significância de $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

Os valores de $\dot{V}O_2\text{max}$, $v\dot{V}O_2\text{max}$, LAn, Tlim e EC dos corredores de *endurance* estão expressos na tabela 1. A tabela 2 mostra as velocidades médias mantidas nos 1.500 e 5.000m, expressas em valores absolutos (km/h) e como percentual da $v\dot{V}O_2\text{max}$ (% $v\dot{V}O_2\text{max}$) e do LAn (%LAn). A velocidade nos 1.500m (19,9 ± 0,8km/h) foi acima do LAn (17,3 ± 1,1km/h) e da $v\dot{V}O_2\text{max}$ (18,70 ± 0,8km/h), correspondendo em média a 115,4 ± 5,8% e 106,7 ± 3,21% destas velocidades, respectivamente. Nos 5.000m, a velocidade média foi entre o LAn (103,6 ± 3,6%) e a $v\dot{V}O_2\text{max}$ (95,9 ± 3,6%).

TABELA 1

Valores médios ± DP do consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_2\text{max}$), da velocidade mínima em que ocorreu o $\dot{V}O_2\text{max}$ ($v\dot{V}O_2\text{max}$) e do seu respectivo tempo de exaustão (Tlim), limiar anaeróbio (LAn), economia de corrida (EC) e do tempo obtido nos 1.500m e 5.000m. N = 14

	$\dot{V}O_2\text{max}$ (ml/kg/min)	$v\dot{V}O_2\text{max}$ (km/h)	Tlim (s)	EC (ml/kg/min)	LAn (km/h)	1.500 (s)	5.000 (s)
X	60,4	18,70	381,7	37,4	17,3	270,9	1.006,1
DP	5,9	0,8	152,6	3,0	1,1	11,0	54,0

TABELA 2

Valores médios ± DP da velocidade mínima em que ocorreu o $\dot{V}O_2\text{max}$ ($v\dot{V}O_2\text{max}$), limiar anaeróbio (LAn), velocidade média mantida nos 1.500 e 5.000m, expressos em valores absolutos e como percentual da $v\dot{V}O_2\text{max}$ (% $v\dot{V}O_2\text{max}$) e do LAn (%LAn). N = 14

	km/h	% $v\dot{V}O_2\text{max}$	%LAn
$v\dot{V}O_2\text{max}$	18,70 ± 0,8	–	–
LAn	17,3 ± 1,1	92,6 ± 4,1	–
1.500m	19,9 ± 0,8	106,7 ± 3,21	115,4 ± 5,8
5.000m	17,9 ± 0,9	95,9 ± 3,6	103,6 ± 3,6

O único preditor da *performance* nos 5.000m selecionado pela análise de regressão múltipla *stepwise* foi o LAn ($R^2 = 0,50$, $p < 0,05$). Para os 1.500m, o Tlim e a $v\dot{V}O_2\text{max}$ explicaram 88% da variação da *performance* (tabela 3).

TABELA 3

Coefficientes de correlação múltipla dos índices fisiológicos com o tempo de prova nas distâncias de 1.500 e 5.000. N = 14

Distância	Variáveis independentes	R ²
1.500m	$\dot{V}O_2\text{max}$	0,64
	Tlim	0,88
5.000m	LAn	0,50

$v\dot{V}O_2\text{max}$ = velocidade correspondente ao consumo máximo de oxigênio; Tlim – tempo de exaustão na $v\dot{V}O_2\text{max}$; LAn – limiar anaeróbio.

DISCUSSÃO

O principal achado deste estudo foi que a predição da *performance* de atletas de *endurance* a partir do $\dot{V}O_2\text{max}$, $v\dot{V}O_2\text{max}$, Tlim, EC e LAN é dependente da distância da prova (1.500 x 5.000m), embora o metabolismo aeróbio seja predominante nestas provas. Nossos resultados estão de acordo com Billat *et al.*⁽⁸⁾, que verificaram que o Tlim e a $v\dot{V}O_2\text{max}$ explicaram 95% da variação da *performance* nos 1.500m, e com os dados de Grant *et al.*⁽¹⁶⁾, que encontraram que a resposta de lactato (LL) foi o único preditor da *performance* nos 3.000m.

Um primeiro aspecto que deve ser mencionado, antes da discussão do significado dos nossos resultados, é sobre a contribuição relativa dos sistemas aeróbio e anaeróbio nas distâncias que foram analisadas neste estudo. Embora existam críticas sobre a validade dos métodos que estimam a contribuição dos diferentes sistemas energéticos durante o exercício máximo e supramáximo (> $v\dot{V}O_2\text{max}$), estudos recentes têm verificado que a contribuição aeróbia nos 1.500m é superior a 84%⁽¹⁷⁾, ultrapassando 95% na distância de 5.000m⁽⁹⁾. Mesmo não sendo desprezível a contribuição anaeróbia nos 1.500m, verifica-se amplo predomínio aeróbio nas distâncias que foram analisadas em nosso estudo. Outro aspecto a ser considerado é sobre as proporções entre a velocidade média das provas e as intensidades correspondentes ao $\dot{V}O_2\text{max}$ e ao LAN. Nossos resultados estão de acordo com a relação hiperbólica existente entre a velocidade de corrida e o seu respectivo tempo de exaustão (Tlim), descrito por vários estudos^(18,19). Por exemplo, a velocidade média nos 1.500m (19,9km/h – tempo de esforço de 4,5min) é maior (106%) do que a $v\dot{V}O_2\text{max}$ (18,7km/h – Tlim de 6,3min). Já a velocidade média dos 5.000m (17,9km/h – tempo de esforço de 16,7min) é menor do que a $v\dot{V}O_2\text{max}$ (95%) e maior do que a do LAN (103%). Em nosso estudo, o Tlim na velocidade do LAN não foi determinado, mas bem recentemente, Billat *et al.*⁽²⁰⁾ verificaram um Tlim de 44min na intensidade de MLSS, que é bem semelhante ao LAN.

Embora o $\dot{V}O_2\text{max}$ em corredores (60 a 85ml.kg⁻¹.min⁻¹) possa ser de 1,5 a 2,0 vezes maior do que em indivíduos aparentemente saudáveis, este índice não se tem mostrado bom preditor da *performance*, quando se analisam grupos homogêneos de atletas⁽¹⁾. Este comportamento também foi observado em nosso estudo, em que o $\dot{V}O_2\text{max}$ não explicou de modo significante a variação da *performance* em nenhuma das distâncias analisadas. Inicialmente, a baixa correlação do $\dot{V}O_2\text{max}$ e a *performance* aeróbia pode ser explicada pela pequena sensibilidade do $\dot{V}O_2\text{max}$, em atletas treinados, aos efeitos do treinamento. Nesses indivíduos, embora continuem existindo importantes adaptações (metabólicas e neuromusculares) que podem determinar melhoras na *performance* aeróbia, a oferta central de oxigênio, ou, mais particularmente, o débito cardíaco máximo, não permite que o $\dot{V}O_2\text{max}$ continue aumentando em função das adaptações provocadas pelo treinamento. Nestas condições, tanto a resposta de lactato ao exercício como a EC podem, dependendo do tipo de treinamento, ser melhoradas sem nenhuma modificação do $\dot{V}O_2\text{max}$ ^(12,21). Esta hipótese é fundamentada em estudos que verificaram aumento⁽²²⁾ ou diminuição da *performance* aeróbia⁽²³⁾, sem modificações do $\dot{V}O_2\text{max}$.

Baseado em estudos que analisaram a predição da *performance* aeróbia a partir de modelos de regressão simples ou múltipla, tem-se hipotetizado que a distância da prova e, portanto, a intensidade do exercício, pode influenciar as relações entre os índices fisiológicos e o rendimento. Os dados do nosso estudo dão suporte a essa hipótese. Nos 1.500m, o Tlim (um indicador da capacidade anaeróbia)⁽¹⁵⁾ e a $v\dot{V}O_2\text{max}$ explicaram 88% da variação da *performance*. Do mesmo modo, Billat *et al.*⁽⁸⁾ verificaram que o Tlim e a $v\dot{V}O_2\text{max}$ explicaram 95% da variação da *performance* nos 1.500m em um grupo de corredores e corredoras de elite de meia-distância. Verifica-se, desse modo, que a *performance* nos 1.500m parece depender principalmente da capacidade anaeróbia (Tlim) e da potência

aeróbia, só que esta última, associada a EC, i.e., da $v\dot{V}O_2\text{max}$. Sugere-se, assim, que a avaliação visando a seleção e/ou o acompanhamento dos efeitos do treinamento de atletas de meia-distância (800, 1.500m) incluam a determinação do Tlim e da $v\dot{V}O_2\text{max}$. Em relação ao tipo de treinamento, recomenda-se a inclusão de uma a duas sessões semanais de treino intervalado aeróbio de alta intensidade (100-110% $v\dot{V}O_2\text{max}$)⁽²¹⁾ ou duas sessões de treino resistido⁽²⁴⁾, que, embora não modifiquem o $\dot{V}O_2\text{max}$ de atletas, aumentam a $v\dot{V}O_2\text{max}$, através da melhora da EC.

Para os 5.000m, o único preditor selecionado pela análise de regressão múltipla foi o LAN, explicando 50% da *performance*. Estes dados são semelhantes aos obtidos por Grant *et al.*⁽¹⁶⁾, que encontraram que a resposta de lactato (LL) foi o único preditor da *performance* nos 3.000m (87% de explicação) em um grupo de corredores de meia e longa distância. Embora no estudo de Grant *et al.*⁽¹⁶⁾ a distância tenha sido menor, a velocidade média da prova foi também abaixo (95%) da $v\dot{V}O_2\text{max}$ dos seus atletas. Assim, quando a duração da prova determina uma intensidade abaixo da $v\dot{V}O_2\text{max}$, a *performance* parece depender mais da capacidade aeróbia (resposta de lactato), do que da potência aeróbia, mesmo quando associada a EC ($v\dot{V}O_2\text{max}$). Ressalta-se entretanto, em nosso estudo, que o coeficiente de explicação foi menor do que aquele observado no estudo de Grant *et al.*⁽¹⁶⁾. Parte dessa diferença, pode ser explicada pela maior homogeneidade da *performance* nos 5.000m do nosso grupo (coeficiente de variação = 5%), em relação ao estudo anterior, em que a variação da *performance* nos 3.000m foi maior (coeficiente de variação = 8%). Deve-se assumir, ainda, a limitação em nosso estudo da utilização de uma concentração fixa para determinar a resposta de lactato. É possível que a determinação direta da MLSS pudesse apresentar maiores níveis de explicação da *performance*, já que sua identificação leva em consideração a cinética individual de lactato de cada atleta. A MLSS tem sido considerada o método padrão para a determinação da resposta de lactato e, conseqüentemente, da capacidade aeróbia⁽²⁵⁾. A desvantagem é que a sua determinação necessita de três a quatro sessões de exercício de carga constante, com duração aproximada de 30min, realizados preferencialmente em diferentes dias. Portanto, a avaliação visando a seleção e/ou o acompanhamento dos efeitos do treinamento de atletas de fundo deveria incluir a determinação da resposta de lactato, dando-se preferência para a MLSS. Em relação ao tipo de treinamento, recomenda-se, particularmente no período específico, a inclusão de uma a duas sessões semanais de treino aeróbio contínuo (95-100% MLSS) ou intervalado (100-105% MLSS)⁽⁹⁾.

Com base em nossos resultados, pode-se concluir que a predição da *performance* aeróbia de atletas de *endurance*, a partir do $\dot{V}O_2\text{max}$, $v\dot{V}O_2\text{max}$, Tlim, EC e LAN, é dependente da distância da prova (1.500 x 5.000m) analisada. Recomenda-se, entretanto, a realização de estudos que possam determinar diretamente a MLSS e também analisar atletas especialistas em provas de meia-distância, para verificar-se as possíveis influências destes fatores nos dados obtidos em nosso estudo.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

1. Denadai BS. Índices fisiológicos de avaliação aeróbia: conceitos e aplicações. Ribeirão Preto: BSD, 1999.
2. Caputo F, De Lucas RD, Mancini E, Denadai BS. Comparação de diferentes índices obtidos em testes de campo para predição da *performance* aeróbia de curta duração no ciclismo. Rev Bras Ciênc Mov 2001;9:13-7.
3. Denadai BS. Avaliação aeróbia: consumo máximo de oxigênio ou resposta do lactato sanguíneo? In: Denadai BS, editor. Avaliação aeróbia: determinação indireta da resposta do lactato sanguíneo. Rio Claro: Motrix, 2000;3-24.
4. Daniels JA. A physiologist's view of running economy. Med Sci Sports Exerc 1985;17:332-8.

5. Kiss MAPM. Potência e capacidade aeróbias: importância relativa em esporte, saúde e qualidade de vida. In: Amadio AC, Barbanti VJ, editores. A biodinâmica do movimento humano e suas relações interdisciplinares. São Paulo: Estação Liberdade, 2000;175-84.
6. Tanaka K, Matsuura Y, Matsuzaka A, Hirakoba K, Kumagai S, Sun SO, et al. A longitudinal assessment of anaerobic threshold and distance running performance. *Med Sci Sports Exerc* 1984;16:278-82.
7. Conley DL, Krahenbuhl GS. Running economy and distance running performance of highly trained athletes. *Med Sci Sports Exerc* 1980;12:357-60.
8. Billat V, Beillot J, Jan J, Rochcongar P, Carre F. Gender effect on the relationship of time limit at 100% $\dot{V}O_2$ max with other bioenergetic characteristics. *Med Sci Sports Exerc* 1996;28:1049-55.
9. Billat V. Interval training for performance: a scientific and empirical practice special recommendations for middle- and long-distance running. Part I: Aerobic interval training. *Sports Med* 2001;31:13-31.
10. Guedes DP. Controle do peso corporal: composição corporal, atividade física e nutrição. Londrina: Midiograf, 1998.
11. Jones AM, Doust JH. A 1% treadmill grade most accurately reflects the energetic cost of outdoor running. *J Sport Sci* 1996;14:321-7.
12. Billat V, Flechet B, Petit B, Muriaux G, Koralsztein JP. Interval training at $\dot{V}O_2$ max: effects on aerobic performance and overtraining markers. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:156-63.
13. 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;6:117-30.
14. Daniels J, Daniels N. Running economy of elite male and elite female runners. *Med Sci Sports Exerc* 1992;24:483-9.
15. Faina M, Billat V, Squadrone R, De Angelis M, Koralsztein J.P, Dalmonte A. Anaerobic contribution to the time to exhaustion at minimal exercise intensity at which maximal oxygen uptake occurs in elite cyclists, kayakers and swimmers. *Eur J Appl Physiol* 1997;76:13-20.
16. Grant S, Craig I, Wilson J, Aitchison T. The relationship between 3 km running performance and selected physiological variables. *J Sports Sci* 1997;15:403-10.
17. Spencer MR, Gastin PB. Energy system contribution during 200- to 1500-m running in highly trained athletes. *Medi Sci Sports Exerc* 2001;33:157-62.
18. Billat V, Pinoteau J, Petit B, Renoux JC, Koralsztein P. Time to exhaustion at 100% of velocity at $\dot{V}O_2$ max and modeling of the relation time-limit/velocity in elite long distance runners. *Eur J Appl Physiol* 1994;69:271-3.
19. Billat VL, Morton RH, Blondel N, Berthoin S, Bocquet V, Koralsztein JP, et al. Oxygen kinetics and modeling of time to exhaustion whilst running at various velocities at maximal oxygen uptake *Eur J Appl Physiol* 2000;82:178-87.
20. Billat V, Sirvent P, Lepretre PM, Koralsztein JP. Training effect on performance, substrate balance and blood lactate concentration at maximal lactate steady state in master endurance-runners. *Pflugers Arch* 2004;447:875-83.
21. Ortiz MJ, Stella S, Mello MT, Denadai BS. Efeitos do treinamento de alta intensidade sobre a economia de corrida em corredores de endurance. *Rev Bras Cienc Mov* 2003;11:53-6.
22. Kohrt WM, O'Connor JS, Skinner JS. Longitudinal assessment of responses by triathletes to swimming, cycling, and running. *Med Sci Sports Exerc* 1989;21:569-75.
23. Darrel PD, Costill DL, Fielding RA, Flynn MG, Kirwan JP. Effect of reduced training on muscular strength and endurance in competitive swimmers. *Med Sci Sports Exerc* 1987;21:569-75.
24. Paavolainen L, Hakkinen K, Hamalainen I, Nummela A, Rusko H. Explosive-strength training improves 5-km running time by improving running economy and muscular power. *J Appl Physiol* 1999;86:1527-33.
25. Jones AM, Doust JH. The validity of the lactate minimum test for determination of the maximal lactate steady state. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:1304-13.