

A Velocidade Crítica Como Preditor de Desempenho na Marcha Atlética

HERIBERTO COLOMBO^{1,2}, GEORGE ANDRÉ CORDEIRO¹, KLEVERTON KRINSKI¹,
HASSAN MOHAMED ELSANGEDY¹, COSME FRANKLIM BUZZACHERA¹,
ITALO QUENNI ARAUJO DE VASCONCELOS¹, MARIA GISELE DOS SANTOS¹,
CLÁUDIO LUIS BERTOLINO³, IVO DA SILVA⁵, WAGNER DE CAMPOS¹,
ANTONIO CARLOS GOMES⁴, SERGIO GREGORIO DA SILVA¹

¹Centro de Pesquisa em Exercício e Esporte, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

²Centro Universitário Filadélfia – Unifil, Londrina, PR.

³Academia PSTC Clube, Londrina, PR.

⁴Clube Atlético Paranaense, Curitiba, PR.

⁵Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, SC.

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo comparar o tempo obtido nas provas de 5000 e 10000m marcha atlética com tempo predito pela velocidade crítica, e verificar a associação da velocidade crítica e a capacidade aeróbia ($VO_{2máx}$) com o desempenho aeróbio (tempo das provas de 5000 e 10000m). A amostra foi composta por 7 atletas do gênero masculino com idade entre 16-38 anos. A velocidade crítica foi calculada pelo modelo trabalho *versus* tempo em dois tiros de 1000m e 2000m em velocidade máxima. O $VO_{2máx}$ foi obtido através do teste de 2000m e cálculo indireto utilizando a velocidade média. O desempenho foi obtido utilizando o melhor tempo de competição da temporada 2007 nas provas de 5000 e 10000m. Utilizou-se a estatística descritiva, teste *t-student* e a correlação produto-momento de *Pearson*, adotando $p < 0,05$. O desempenho obtido e o predito pela velocidade crítica foram semelhantes (5000m: $23,50 \pm 1,29$ min. versus $24,58 \pm 0,96$ min., $p > 0,05$; 10000m: $48,14 \pm 2,02$ min. versus $49,17 \pm 1,92$ min., $p > 0,05$). Foram observadas correlações inversamente significativas entre velocidade crítica e desempenho aeróbio (5000m: $r = -0,84$, $p < 0,05$; 10000m: $r = -0,83$, $p < 0,05$), e entre o $VO_{2máx}$ e o desempenho aeróbio (5000m: $r = -0,86$, $p < 0,05$; 10000m: $r = -0,91$, $p < 0,01$). Os resultados deste estudo indicaram que a velocidade crítica é uma ótima ferramenta para controle do treinamento e predição do desempenho aeróbio em atletas de marcha atlética do gênero masculino.

Palavras chave: Velocidade crítica, desempenho aeróbio, marcha atlética.

ABSTRACT

The aim of present study was to compare achieved times in a 5000m and 10000m racewalk with predicted times from critical speed, and verify any association between critical speed and $VO_{2máx}$ with the aerobic performance (achieved time in 5000m and 10000m). The sample consisted of 7 male racewalkers, aged 16 to 38 years old. The critical speed was calculated using time versus work model, performed in the 1000m e 2000m maximum speed. The value of $VO_{2máx}$ measured using 2000m racewalk test and indirectly calculated using average speed. The performance was determined from best-achieved race time obtained in the season 2007 in the 5000m and 10000m. Statistical procedures used were descriptive analyses, Student's *t-tests* and *Pearson* moment correlation, with significance level set at $p < 0,05$. There were no significant differences in achieved times and predicted times by critical speed (5000m: 23.50 ± 1.29 min. versus 24.58 ± 0.96 min., $p > 0.05$; 10000m: 48.14 ± 2.02 min. versus 49.17 ± 1.92 min., $p > 0.05$). Inversely significant relationships were observed between critical speed and aerobic performance (5000m: $r = -0.84$, $p < 0.05$, 10000m: $r = -0.83$, $p < 0.05$), and between the value of $VO_{2máx}$ and aerobic performance (5000m: $r = -0.86$, $p < 0.05$, 10000m: $r = -0.91$, $p < 0.01$). The results indicate that critical speed is a great instrument to control of aerobic training and predictor aerobic performance in male racewalkers.

Keys Words: Critical speed, aerobic performance, racewalk.

INTRODUÇÃO

A marcha atlética é definida por Schmolinski¹ como uma progressão passo a passo, mantendo o contato ininterrupto de um dos pés com o solo e uma técnica de oscilação do quadril apurada. As provas oficiais variam entre 5 e 50 km e com duração média de 4 horas.

Atualmente existem diversos protocolos validados para predição do desempenho de corridas de longa duração^{2,3,4}. Todavia, nenhum destes foi elaborado levando em conta a especificidade da modalidade da marcha atlética. Dentre os preditores de desempenho mais utilizados estão o limiar anaeróbio^{5,6} e o consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$)⁷. Porém estes métodos de avaliação dependem de instrumentos sofisticados e de alto custo.

Neste sentido, com o objetivo de buscar um método simples de avaliação do desempenho aeróbio e prever o limiar anaeróbio Monod & Scherrer⁷, propuseram um protocolo para mensurar a velocidade crítica (VC), expresso em valores médios de velocidade em metros por segundo. Método este elaborado e validado a partir das associações encontradas entre as concentrações de lactato sanguíneo e limiar ventilatório^{5,8,9}. Dessa maneira, a VC apresenta-se como um indicador indireto eficiente para a determinação da intensidade de esforço que pode ser mantida por um tempo indeterminado, sem o aparecimento de fadiga, correspondendo ao máximo estado estável do lactato - MLSS^{10,11}, sem influência do nível de condicionamento e idade¹².

Portanto, a VC é um parâmetro que pode auxiliar os treinadores de marcha atlética a prescrever, avaliar e controlar o treinamento, possuindo facilidade de aplicação e baixo custo^{4,6,9}. Todavia, apesar da facilidade de utilização da VC como preditor do desempenho aeróbio, ainda não existem estudos relativos à marcha atlética. O presente estudo teve como objetivo comparar o tempo obtido nas provas de 5000 e 10000m marcha atlética com tempo predito pela VC, bem como verificar a associação da VC e a capacidade aeróbia ($VO_{2máx}$) com o desempenho aeróbio (tempo das provas de 5000 e 10000m) em atletas do gênero masculino com idade entre 16 e 38 anos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Delineamento da Pesquisa

O presente estudo teve um caráter quase-experimental *ex-post facto* comparativo correlacional segundo Thomas & Nelson¹³. Na primeira sessão foram conduzidas as medidas antropométricas e entrevista para identificar os fatores de inclusão; na segunda sessão foi realizado um teste 1000m e de 2000m para levantamento da velocidade crítica através da equação de Kranenburg & Smith³.

Neste delineamento a análise dos dados investigou as possíveis diferenças entre o tempo obtido em competição de marcha atlética nos 5000m e 10000m com o pre-

dito pela VC, e verificou a associação entre a variável independente VC e a variável dependente tempo obtido em competição e entre a variável independente ($VO_{2máx}$) e a variável dependente tempo obtido em competição de 5000m e 10000m.

Sujeitos

A seleção da amostra foi realizada de forma não-probabilística por conveniência, composta por 7 atletas de marcha atlética do gênero masculino, participantes regulares das competições nacionais. O recrutamento inicial dos participantes foi realizado através de convites pessoais. Todos os sujeitos foram informados sobre os procedimentos, benefícios e riscos atrelados à execução do estudo, condicionando posteriormente a sua participação de modo voluntário através da assinatura do termo de consentimento livre e informado. O protocolo de pesquisa foi delineado conforme as diretrizes propostas na Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisas envolvendo seres humanos¹⁴.

Os seguintes critérios de inclusão foram estabelecidos: (a) condição prévia de atleta federado na confederação brasileira de atletismo (Cbat); (b) auto-relato de nenhuma modificação ocorrida nos padrões de treinamento habitual durante os últimos seis meses antecedentes as avaliações; (c) auto-relato de nenhum tratamento medicamentoso e distúrbios de saúde ou músculo-esquelético nos últimos seis meses. Os critérios de exclusão foram estabelecidos da seguinte forma: os sujeitos que porventura não completassem uma das sessões dos testes.

Instrumentos e Procedimentos

Na primeira sessão foram conduzidas medidas antropométricas (peso e estatura) e entrevista para identificar os fatores de inclusão, orientando os sujeitos para evitar o uso de alguma forma de suplementação que pudesse vir a interferir no resultado dos testes por um período de 24 horas antecedentes. A segunda sessão foi realizada em uma pista de atletismo sintética de 400m. Onde após um aquecimento de 15 minutos, os sujeitos foram posicionados no ponto de largada para realização de um teste de 1000m, sendo orientados a completar a distância no menor tempo e na melhor técnica possível; e na seqüência o teste foi iniciado a partir de um sinal sonoro emitido pelo avaliador que incentivou o atleta durante todo o percurso, registrado o tempo através de um cronômetro digital com precisão de segundos, da marca Timex® Ironmam 584. Após 30 minutos de intervalo foi realizado um teste de 2000m, conforme procedimentos supracitados. Os tempos foram registrados para levantamento da velocidade crítica através da equação de Kranenburg & Smith³.

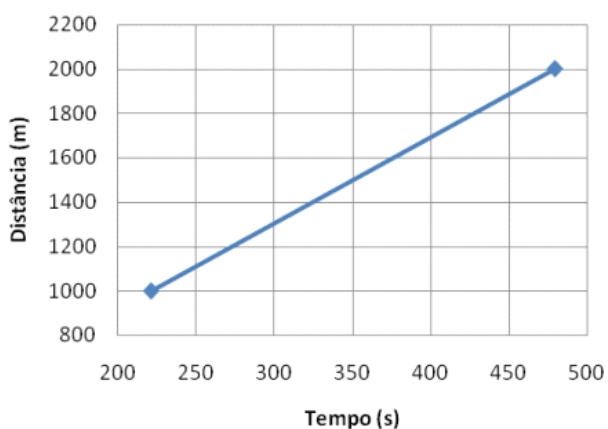
A determinação da VC é possível a partir de modelos matemáticos, como regressão linear entre as distâncias percorridas e seus respectivos tempos¹². Para isso são requeridos no mínimo dois testes máximos com suas respectivas durações, entre 1-3 minutos e 10-15 minutos¹⁵. Com relação à validade de predição, McDermoth

et al.² demonstraram que a VC determinada através dos tempos obtidos nas distâncias de 400, 800 e 1600m apresenta uma alta correlação com o desempenho dos 10000m ($r = -0,92$).

Baseado nestes estudos supracitados as distâncias de 1000m e 2000m foram escolhidas pelo fato do teste de 1000m possuir uma característica mista entre o componente anaeróbio e aeróbio e o de 2000m um predomínio maior do componente aeróbio, portanto, as diferenças de tempo e distância entre os dois permitem detectar a velocidade crítica em m/s^{-1} , sendo o ponto de transição aeróbio-anaeróbio.

A VC foi determinada através da inclinação da reta de regressão entre as duas coordenadas das distâncias e seus respectivos tempos³. Este modelo de regressão de duas coordenadas apresenta uma confiabilidade de $r = 0,98$ quando correlacionado com modelo de quatro coordenadas¹⁶. Nesta equação a inclinação da reta indica a intensidade de corrida correspondente à VC, onde a mesma pode ser obtida pela seguinte fórmula: $VC (m/s^{-1}) = (2^a \text{ distância} - 1^a \text{ distância}) / (2^o \text{ tempo} - 1^o \text{ tempo})$. No gráfico 1 é apresentado um exemplo onde a inclinação da reta representa a intensidade correspondente a VC.

Gráfico 1 - Determinação da velocidade crítica (VC), segundo Kranenburg e Smith (1996), para um indivíduo do gênero masculino. $VC = 3,88 \text{ m/s}$.



O consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$) foi determinado através do método proposto por Arcelli¹⁷, que desenvolveu uma equação para estimativa indireta específica para a marcha atlética, utilizando 8 atletas de elite internacional para elaboração, levando em consideração que esta atividade possui características específicas, diferenciando da caminhada e da corrida, onde o atleta é obrigado a manter um pé em contato com o solo durante toda a realização da prova, ficando em contanto em média 22-24 centésimos de segundo, e ocorrendo uma grande oscilação dos quadris, não podendo assim ser utilizado fórmulas desenvolvidas para caminhada e corrida. A equação foi desenvolvida utilizando a velocidade média (km/h^{-1}) do marchador para estimativa do seu $VO_{2máx}$ desenvolvido durante a prova:

$$VO_{2máx} = 5,12 \times V - 16,9$$

Utilizou-se um tiro de 2000m e seu respectivo tempo obtido para calcular a velocidade média em Km/h^{-1} para ser lançada na equação proposta e obter o consumo máximo de oxigênio de forma indireta.

Procedimentos Estatísticos

Foi empregado teste Kolmogorov-Smirnov para testar a normalidade da amostra. Os dados foram apresentados em média e desvio-padrão. Um teste *t-student* pareado para verificar possíveis diferenças entre o tempo predito e obtido. Uma correlação produto-momento de *Pearson* foi empregada para verificar possíveis associações entre as variáveis. O nível de significância assumido foi de $p < 0,05$. O programa estatístico utilizado foi *SPSS for Windows* versão 13.0.

RESULTADOS

Os dados seguiram um padrão de normalidade segundo o teste de Kolmogorov-Smirnov. Na tabela 1, é apresentado a caracterização dos sujeitos em média e desvio-padrão. Observa-se que apesar dos sujeitos apresentarem uma variabilidade na idade (16-38 anos), os valores da VC foram similares, obtendo uma média de $3,42 \pm 0,37 \text{ m/s}^{-1}$.

Tabela 1 - Média e desvio-padrão para idade, massa corporal, estatura, IMC, tempo predito e obtido nos 5000 e 10000m marcha atlética e $VO_{2máx}$.

Variáveis	Médias/DP	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	23,14±7,31	16	38
Massa Corporal (kg)	66±11,70	52,00	83,00
Estatura (cm)	174,5±7,77	165,00	186,00
IMC (kg/m^2)	21,59±2,83	18,69	25,80
VC (m/s^{-1})	3,42±0,37	3,03	4,03
Tempo Predito 5000m (min)	24,58±2,54	20,66	27,50
Tempo Obtido 5000m (min)	23,50±3,42	18,53	28,00
Tempo Predito 10000m (min)	49,17±5,08	41,30	55,00
Tempo Obtido 10000m (min)	48,14±5,36	41,00	57,00
$VO_{2máx}$ ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$)	50,87±8,88	39,04	65,02

Na tabela 2, são apresentados os valores do teste *t-student*, comparando as

médias em minutos do desempenho aeróbio obtido durante competição pelos atletas e o predito pela velocidade crítica.

Com relação à prova de 5000m marcha atlética, os tempos predito e obtido não foram estatisticamente diferentes, $p > 0,05$. Com relação à prova de 10000m, os tempos predito e obtido também não apresentaram diferenças significativas, $p > 0,05$. Com base nestes resultados observou-se que os tempos preditos pela VC e os obtidos foram semelhantes, não apresentando diferen-

Tabela 2 – Média e desvio-padrão em minutos do desempenho obtido na prova de 5000 e 10000m marcha atlética e desempenho predito pela VC (velocidade crítica).

Prova	Desempenho Obtido (min)	Desempenho Predito (VC)	t	p	df
5000m	23,50 ± 1,29	24,58 ± 0,96	1,487	0,188	6
10000m	48,14 ± 2,02	49,17 ± 1,92	0,905	0,400	6

p<0,05 = diferença dos tempos no mesmo grupo

ças significativas entre os mesmos, sugerindo que a VC é um ótimo preditor de desempenho para a prova de 5000 e 10000m marcha atlética para atletas do gênero masculino.

Na tabela 3, são apresentados os coeficientes de correlação da velocidade crítica (VC) e o consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$) com o desempenho obtido durante competição.

Tabela 3 – Coeficientes de Correlação de Pearson da VC e $VO_{2máx}$ com o tempo obtido nas provas de 5000 e 10000m marcha atlética.

Variáveis	Desempenho Obtido			
	5000m	p	10000m	p
VC	(r = - 0,846)*	0,016	(r = - 0,839)*	0,018
$VO_{2máx}$	(r = - 0,868)*	0,011	(r = - 0,919)**	0,003

*p<0,05, **p<0,01

O coeficiente de correlação de Pearson demonstrou que a VC foi fortemente correlacionada com o tempo obtido em competição de 5000m marcha atlética (r = - 0,846), p<0,05; e também com o tempo obtido em competição de 10000m (r = - 0,839), p<0,05. Demonstrando que a VC é um ótimo preditor de desempenho para as provas de 5000 e 10000m, alcançando resultados similares aos encontradas nas corridas de longa distância.

O $VO_{2máx}$ apresentou alta correlação com o tempo obtido em competição de 5000m (r = - 0,868), p<0,05; e com o tempo nos 10000m (r = - 0,919), p<0,01, confirmando sua elevada relação com o desempenho aeróbio.

As correlações inversamente significativas da VC com o desempenho em competição de 5000 e 10000m marcha atlética em atletas do gênero masculino, sugerem que quanto maior for a velocidade crítica, menor será o tempo obtido em competição e conseqüentemente maior o desempenho. O mesmo acontecendo com o $VO_{2máx}$, indicando que a melhora neste componente resulta num melhor desempenho em competição de características aeróbias.

DISCUSSÃO

Nos últimos anos o modelo de velocidade crítica vem sendo amplamente utilizado, tanto para predição de desempenho como para o controle do treinamento. To-

davia a utilização destas equações para modelar o desempenho aeróbio na modalidade da marcha atlética é singular e original. Portanto, a aferição da VC poderá trazer importantes considerações práticas para a avaliação da aptidão específica e controle do treinamento, além de predizer o seu desempenho.

Segundo Denadai et al.⁵ protocolos não invasivos e de fácil aplicação têm sido propostos, destacando-se a utilização de modelos matemáticos que possibilitam a identificação da VC a partir da relação distância-tempo em testes de desempenho realizados em corrida, natação e ciclismo. No presente estudo a VC foi utilizada para predição do tempo de competição nas provas de 5000 e 10000m marcha atlética, e para comparação com o tempo obtido. Verificou-se que a VC pode predizer os resultados obtidos em provas de 5000 e 10000m. Os resultados apresentaram que o tempo obtido por atletas do gênero masculino foram semelhantes aos preditos pela VC para 5000m (p>0,05) e para 10000m (p>0,05) conforme tabela 2.

A relação entre a velocidade e a duração do esforço até a exaustão tem sido amplamente investigada^{5,6,9}. Nesse sentido, o modelo de VC vem sendo um dos métodos mais utilizados, uma vez que descreve adequadamente a resposta dos sistemas, aeróbio e anaeróbio, ao exercício máximo exaustivo, além do que sua validade fisiológica tem sido atestada por diversos estudos^{12,18,19}.

Alguns estudos que mais se assemelham à marcha atlética, no caso a corrida de longa duração, verificaram que a VC é um bom preditor de desempenho^{3,20,21}, resultados estes semelhantes aos encontrados no presente estudo.

Segundo Bishop et al.²² os quais verificaram a combinação de cargas que permitiam tempo de exaustão entre 68 e 193 segundos determinando a VC em bicicleta ergométrica com maior eficiência do que cargas em que o tempo de exaustão entre 193 e 485 segundos. A determinação da distância a ser percorrida para se calcular a VC é um fator de grande relevância, visto que a influência da seleção das cargas para determinação da VC ocorre principalmente quando o tempo de exaustão permitido pela carga é inferior a três minutos²². Esse fenômeno ocorreria em função da "inércia aeróbia", pois durante o exercício o consumo de oxigênio aumenta de forma monoexponencial até atingir a fase estável após três a quatro minutos. No entanto quando a fase estável não é considerada, a relação entre a potência e o tempo é modificada²³. O mesmo deve acontecer para a determinação dos percursos para o cálculo da VC, onde são usadas distâncias fixas e não tempo de exaustão.

O metabolismo aeróbio está sujeito a certas características peculiares, através de métodos invasivos foi demonstrando que a VC pode ser compreendida como o MLSS (máximo estado estável de lactato), ocorrendo um predomínio da utilização do sistema oxidativo de fornecimento de energia, no qual a taxa de remoção do lactato sanguíneo é equivalente a produção, fazendo com que o indivíduo mantenha a intensidade de esforço constante sem o aparecimento da fadiga^{7,24}.

No entanto não existem registros da determinação da VC para a marcha atlética, Hughson et al.²⁰ investigando corrida em esteira, relataram uma correlação moderada ($r = -0,67$) com o desempenho na prova de 10000m. Kranenburg e Smith³ determinaram que a VC em teste de pista (distância x tempo) é válida, apresentando alta correlação com a VC determinada em esteira (velocidades pré-estabelecidas x tempo de exaustão). Estes resultados em relação à VC determinada em pista, também foram sugeridos por Hill²⁵ com duas distâncias (1500m e 5000m), sendo válida para determinar a VC obtida na esteira em corredores de endurance.

A correlação encontrada no presente estudo ($r = -0,846$) para a prova de 5000m ($r = -0,839$) e para os 10000m marcha atlética, sugere que para estas distâncias, a VC apresentou uma alta correlação com os tempos obtidos, sendo um ótimo preditor de desempenho. Correlacionando-se inversamente com o tempo obtido, ou seja, quanto maior a VC melhor o desempenho aeróbio, conforme tabela 3. Estes achados corroboram com os estudos de Vasconcelos et al.⁹ e Florence & Weir²⁶; que apresentaram correlações significativas da VC com o desempenho em competição de longa duração ($r = -0,52$, $r = -0,76$, respectivamente). Sendo que estes autores sugeriram que a VC pode ser utilizada como um método preciso de controle da capacidade aeróbia de atletas e que poderia manter esta intensidade por um tempo de aproximadamente 30 minutos, favorecendo o desempenho na prova.

Greco et al.⁶ em seu estudo sobre a validade da VC na natação concluíram que a VC depende da distância do percurso independente da idade cronológica, podendo provocar diferentes adaptações quando utilizada para prescrição de treinamento, afirmando que os resultados entre que a VC e o LAn (4mM) são dependentes da distância empregada na determinação da VC. Para os atletas de marcha atlética testados no presente estudo a idade cronológica (16-38 anos) não representou um fator determinante da VC como predição de resultado em competição e acompanhamento de treinamento, tendo em vista a variabilidade da idade da amostra, demonstrando que a VC pode ser utilizada como um preditor de desempenho independente da idade.

De acordo com Simões et al.²¹ a VC é um método válido e preciso para a avaliação e predição do desempenho para corredores de longa duração. No que se refere à marcha atlética, o modelo de VC utilizado no presente estudo indica que este é um poderoso instrumento para a prescrição e controle do treinamento aeróbio para o gênero masculino, possuindo uma alta precisão de trabalho. O consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$), apesar da limitação de sua mensuração através de um método indireto, apresentou uma alta correlação com o desempenho durante a competição de marcha atlética (5000m $r = -0,868$; 10000 m $r = -0,919$), sugerindo a sua eficiência na predição de desempenho. No entanto autores como Geithner et al.²⁷, Silva et al.²⁸, afirmam que o $VO_{2máx}$ possui uma influência genética, portanto, a modificação desta variável fisiológica pelo treinamento tem

um limite biológico, fator este não verificado para a VC, que demonstrou ser um método preciso para predição do desempenho.

Contudo, devemos destacar algumas limitações do presente estudo, como não ter sido feito controle de variáveis intervenientes como motivação, ansiedade, possíveis influências de fatores ambientais (temperatura e umidade relativa do ar); e aplicabilidade dos resultados somente para o gênero masculino. Neste sentido, futuros estudos devem ser conduzidos observando tais limitações e as controlando, além de aplicá-las no gênero feminino com intuito de verificar se o método da VC se comporta de forma semelhante.

CONCLUSÃO

Baseando-se nos resultados do presente estudo, pode-se afirmar que a velocidade crítica mensurada através das distâncias de 1000 e 2000m e seus respectivos tempos, apresentou-se como um ótimo preditor do desempenho nas provas de 5000 e 10000m marcha atlética para o gênero masculino, em virtude da não ocorrência de diferença significativa entre o desempenho predito com o obtido. Os coeficientes de correlação da VC com o desempenho aeróbio na marcha atlética indicaram que este método de avaliação pode ser utilizado como uma ferramenta para o controle nos treinamentos e também para predição do desempenho em competições, independente da faixa etária.

REFERÊNCIAS

1. Schmolinski G. Atletismo. Lisboa: Estampa, 1982.
2. McDermott KS, Forbes MR, Hill DW. Application of the critical Power concept to outdoor running. *Medicine and Science Sports and Exercise* 1993; 25(5):S109.
3. Kranenburg KJ & Smith DJ. Comparison of critical speed determined from track running and treadmill tests in elite runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1996; 28:614-618.
4. Denadai BS, Ortiz MJ, Stella S, Mello MT. Validade da velocidade crítica para determinação dos efeitos do treinamento no limiar anaeróbio em corredores de endurance. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto* 2003; 3(1):16-23.
5. Denadai BS. Avaliação aeróbia: determinação indireta da resposta do lactato sanguíneo. 1ª Ed. Rio Claro: Motriz, 2000.
6. Greco CC, Denadai BS, Pellegrinotti IL, Freitas A, Gomide E. Limiar anaeróbio e velocidade crítica determinada com diferentes distancias em nadadores de 10 a 15 anos: relação com a performance e a resposta do lactato sanguíneo em testes de endurance. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* 2003. 9(1):2-8.
7. Monod H & Scherrer J. The work capacity of a synergic muscular group. *Ergonomics* 1965; 8:329-338.

8. Billat V, Sirvent P, Leprete PM, Koralsztein JP. Training effect on performance, substrate balance and blood lactate concentration at maximal lactate steady state in máster endurance-runners. *Archives European Journal of Physiology* 2004; 447: 875-883.
9. Vasconcelos IQA, Mascarenhas LPG, Ulbrich AZ, Stabelin Neto A, Bozza R, Campos W. A velocidade crítica como preditor de desempenho aeróbio em crianças. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano* 2007; 9(1):44-49.
10. Hill DW, Ferguson A. physiological description of critical velocity. *European Journal Physiology* 1999; 79:290-293.
11. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Fisiologia do Exercício - Energia, Nutrição e Desempenho Humano*. 5ª ed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 2003.
12. Hill DW. The critical power concept. *Sports Medicine* 1993; 6:237-254.
13. Thomas JR & Nelson JK. *Métodos de Pesquisa em Atividade Física*. 5ª ed. Porto Alegre: Ed. Artmed, 2007.
14. Conselho Nacional de Saúde. *Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos*. Brasília: Ministério da Saúde, 1996.
15. Poole DC, Ward SA, Gardner GW, Whipp BJ. Metabolic and respiratory profile of the upper limit for prolonged exercise in man. *Ergonomics* 1988; 31: 1265-1279.
16. Housh DJ, Housh TJ, Bauge SM. A methodological consideration for determination of critical power and anaerobic work capacity. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 1990; 61(4): 406-409.
17. Arcelli E. Il Costo Energetico Della Marcia. In: *Le Gare Sulle Medie e Lunghe Distanze*. *Riviste Atletica Studi*, Federazione Italiana di Atletica Leggera 1996; Supl. 3-4:218-222.
18. Morton RH, Billat V. Maximal endurance time at VO₂max. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2000; 32:1496-1504.
19. Smith C, Jones A. The relationship between critical velocity, maximal lactate steady-state velocity and lactate turnpoint velocity in runners. *European Journal of Applied Physiology* 2004; 85:10-26.
20. Hughson RL, Orok CJ, Staudt LE. A high velocity treadmill running test to assess endurance running potential. *International Journal of Sports Medicine* 1984; 5:23-25.
21. Simões HG, Denadai BS, Baldissera V, Campebel CS, Hill DW. Relationships and significance of lactate minimum, critical velocity, heart rate deflection and 3000 m track-tests for running. *Dec; Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 2005. 45(4):441-451.
22. Bishop D, Jenkins DG, Howard, A. The critical power is dependent on the duration of the predictive exercise tests chosen. *International Journal Sports Medicine* 1998; 19: 125-129.
23. Vanderwalle H, Kapitaniak B, Grun S, Raveneau S, Monod H. Comparison between a 30-s-all-out test and a time-work test on a cycle ergometer. *European Journal of Applied Physiology* 1989; 58:375-38.
24. Hiyane WC, Simões HG, Campbell CG. Velocidade crítica como um método não invasivo para estimar a velocidade de lactato mínimo no ciclismo. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* 2006; 12(6):381-385.
25. Hill DW. Aerobic and anaerobic contributions in middle distance running events. *Motriz* 2001; 7: 63-67.
26. Florence SI, Weir JP. Relationship of critical velocity to marathon running performance. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 1997; 75: 274-278.
27. Geithner CA, Thomis MA, Vanden Eynde B, Maes HHM, Malina RM, Beunen GP, et al. Growth in Peak Aerobic Power during Adolescence. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2004; 36(9):1616-1624.
28. Silva LGM, Pacheco ME, Campbell CSG, Baldissera V, Simões HG. Comparação entre protocolos diretos e indiretos de avaliação da aptidão aeróbia em indivíduos fisicamente ativos. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* 2005; 11(4):1-4.

Endereço para correspondência:

Heriberto Colombo
 Fone: +55 (41) 3360-4331
 Fax: +55 (41) 3360-4336
 E-mail: herirun@yahoo.com.br