

# Relação Entre a Cinética do Consumo de Oxigênio e a Estratégia de Corrida em uma Prova de 10km



*Relationship Between Oxygen Uptake Kinetics and the Running Strategy on a 10 Km Race*

Mayara Vieira Damasceno<sup>1</sup>  
Rômulo Cássio de Moraes Bertuzzi<sup>2</sup>  
Flavio de Oliveira Pires<sup>2</sup>  
Carlos Rafaell Correia de Oliveira<sup>1</sup>  
Ronaldo Vilela Barros<sup>2</sup>  
João Fernando Laurito Gagliardi<sup>2</sup>  
Thays de Ataíde e Silva<sup>1</sup>  
Maria Augusta Peduti Dal Molin Kiss<sup>2</sup>  
Adriano Eduardo Lima-Silva<sup>1</sup>

1. Grupo de Pesquisa em Ciências do Esporte. Faculdade de Nutrição, Universidade Federal de Alagoas – Maceió, AL.

2. Laboratório de Determinantes Energéticos do Desempenho Esportivo. Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo – São Paulo, SP.

## Correspondência:

Faculdade de Nutrição –  
Universidade Federal de Alagoas (UFAL)  
Avenida Lorival Melo Mota, S/N –  
Campus A.C. Simões, Tabuleiro do  
Martins – 57072-970 – Maceió, AL,  
Brasil.  
E-mail: may\_hand@hotmail.com

## RESUMO

Este estudo examinou a influência da cinética *on* do consumo de oxigênio ( $\dot{V}O_2$ ) sobre a estratégia de corrida adotada durante uma corrida de 10km em corredores com diferentes níveis de desempenho. Vinte e um corredores (28,5 ± 5,3 anos; 172,6 ± 7,3cm; 66,3 ± 9,3kg) realizaram: 1) um teste com incrementos de 1,2km.h<sup>-1</sup> a cada três min até a exaustão; 2) um teste de seis minutos de velocidade constante a 9km.h<sup>-1</sup> para identificar a cinética do  $\dot{V}O_2$ ; e 3) uma simulação de prova de 10km. Os sujeitos foram divididos em moderada (MP) e baixa (BP) *performance* de acordo com o tempo gasto para completar a prova de 10km. A velocidade média (MP = 16,9 ± 0,8 vs. BP = 14,9 ± 1km.h<sup>-1</sup>) na prova de 10km diferenciou significativamente ( $p < 0,05$ ) entre os grupos. Não foram encontradas diferenças ( $p > 0,05$ ) entre os grupos em nenhum dos parâmetros cinéticos analisados. Entretanto, a amplitude de aumento do  $\dot{V}O_2$  (parâmetro A1) foi inversamente correlacionado com a velocidade média ( $r = -0,48, p < 0,05$ ) e com as parciais de velocidade na prova ( $r$  entre -0,44 e -0,48,  $p < 0,05$ ), exceto no último trecho ( $r = -0,19, p > 0,05$ ). Em conclusão, a cinética do  $\dot{V}O_2$  parece não interferir na estratégia de corrida adotada em grupos de corredores com diferentes níveis de *performance*. Contudo, a correlação do parâmetro A1 com as parciais de velocidade sugere uma influência da economia de corrida sobre a estratégia adotada durante a prova de 10km.

**Palavras-chave:** *performance* atlética, trocas gasosas pulmonares, esforço físico.

## ABSTRACT

This study examined the influence of the  $\dot{V}O_2$  kinetics on the running strategy adopted during a 10km running race in runners with different performance levels. Twenty-one runners (28.5 ± 5.3 years; 176.6 ± 7.3 cm; 66.3 ± 9.3 kg) performed 1) a test with increments of 1.2 km.h<sup>-1</sup> every 3 min until exhaustion; 2) one 6-min test of constant velocity at 9 km.h<sup>-1</sup> for determination of  $\dot{V}O_2$  kinetics and; 3) a 10 km time trial simulation. The subjects were divided into two groups, Moderated Performance (MP) and Low Performance (LP), based on the 10-km running performance. Mean velocity (MP= 16.9 ± 0.8 vs BP= 14.9 ± 1 km.h<sup>-1</sup>) on the 10km race was significantly different ( $p < 0.05$ ) between groups. There were no differences ( $p > 0.05$ ) between groups in any kinetics parameters analyzed. However, the  $\dot{V}O_2$  increase amplitude (A1 parameter) was inversely correlated with mean velocity ( $r = -0.48, p < 0.05$ ) and with the partial velocities on time trial ( $r$  between -0.44 and -0.48,  $p < 0.05$ ), except for the last session ( $r = -0.19, p > 0.05$ ). In conclusion, the correlation of A1 parameter with the partial velocities suggests an influence of running economy on the strategy adopted during the 10 km time trial.

**Keywords:** athletic performance, pulmonary gas exchange, physical exertion.

## INTRODUÇÃO

Em eventos de média e longa duração<sup>(1-5)</sup>, a estratégia de prova geralmente adotada pelos atletas se baseia em uma saída mais rápida, seguida de uma queda gradual no trecho médio da prova, e uma aceleração ao final. Acredita-se que esta saída rápida possa favorecer o desempenho aeróbico no decorrer da prova, devido a uma aceleração na cinética do consumo de oxigênio ( $\dot{V}O_2$ ). Draper *et al.*<sup>(6)</sup> mostraram que, em diferentes situações de estratégia de corrida, a que atingia maiores percentuais do  $\dot{V}O_{2\text{máx}}$  era a estratégia que possuía uma saída mais rápida nos primeiros 200m. Kilding *et al.*<sup>(7)</sup> mostraram que menores valores da constante de tempo ( $\tau$ ), que é o parâmetro que descreve o tempo de resposta do  $\dot{V}O_2$  frente a um determinado exercício, foram negativamente correlacionadas com as velocidades iniciais de provas de 800, 1.500 e 3.000m. De fato, Bishop *et al.*<sup>(8)</sup> demonstraram que forçar o atleta a executar uma saída rápida produz maiores valores de

$\dot{V}O_2$  nos instantes iniciais de um teste de dois minutos em ergômetro de caiaque, quando comparada a uma estratégia na qual se mantém a velocidade constante desde o começo da prova (*even pacing*). Esses pesquisadores<sup>(7,8)</sup> sugeriram que este maior consumo após uma saída rápida estaria ligado a maiores taxas de quebra de fosfocreatina no início da prova.

De forma similar, outros estudos<sup>(1,9,10)</sup> observaram que o  $\dot{V}O_2$  aumenta mais rapidamente no início do teste na condição de saída rápida quando comparado ao *even pacing*. Ao compararem a resposta do  $\dot{V}O_2$  em provas de corrida com diferentes durações, Duffield *et al.*<sup>(10)</sup> observaram que a velocidade de saída mais rápida estaria correlacionada com os menores valores de  $\tau$ . Esses achados confirmam a hipótese de que uma saída mais rápida estaria diretamente relacionada à resposta temporal do  $\dot{V}O_2$ . Adicionalmente, alguns autores<sup>(9,10)</sup> sugerem que

esta saída rápida pode favorecer o desempenho tanto em atividades de alta intensidade e curta duração<sup>(9)</sup> quanto em provas de meia distância<sup>(10)</sup>.

Entre os principais fatores que afetam a cinética do  $\dot{V}O_2$ , destaca-se o estado de treinamento<sup>(7,11,12)</sup>. Em um estudo, Phillips *et al.*<sup>(11)</sup> demonstraram que, logo após 30 dias de treinamento aeróbio, os indivíduos apresentaram uma diminuição na  $\tau$ , menores concentrações de lactato sanguíneo, maior potencial mitocondrial e maior  $\dot{V}O_{2,pico}$ . Dessa forma, pode-se supor que atletas com maior nível de *performance*, por terem menor tempo de resposta do  $\dot{V}O_2$ , seriam capazes de impor um ritmo mais rápido no início da prova, quando comparados aos menos treinados.

De fato, Lima-Silva *et al.*<sup>(3)</sup> demonstraram que corredores com nível mais elevado de desempenho adotavam estratégia de corrida com uma saída mais rápida em prova de 10km, atingindo as mais altas velocidades logo no início da corrida (*fast-start*), enquanto corredores de menor nível adotavam estratégia mais conservadora, com um aumento inicial discreto e não diferente das velocidades subsequentes da prova. Desse modo, considerando a relação destacada anteriormente entre a cinética do  $\dot{V}O_2$  e a estratégia de corrida, parece razoável supor que o grupo mais treinado tenha conseguido atingir velocidades mais elevadas no início da prova devido a uma menor  $\tau$ . Todavia, até o presente momento, nenhum estudo analisou a relação entre a resposta temporal do  $\dot{V}O_2$  e a saída mais rápida durante uma prova de 10km.

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi examinar a relação entre a resposta cinética *on* do  $\dot{V}O_2$  e a estratégia de corrida adotada em uma prova de 10km por corredores com diferentes níveis de desempenho. A hipótese do presente estudo é que, em corredores mais treinados, a  $\tau$  seria menor, o que poderia estar diretamente relacionado com uma maior velocidade de saída em uma prova de 10km.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Sujeitos

Vinte e um corredores de provas de fundo ( $28,5 \pm 5,3$  anos;  $172,6 \pm 7,3$ cm;  $66,3 \pm 9,3$ kg;  $62,1 \pm 6,4$ ml/kg/min), de nível regional e nacional, participaram voluntariamente deste estudo. Os sujeitos foram divididos em dois grupos: moderada *performance* (MP,  $n = 11$ ) e baixa *performance* (BP,  $n = 10$ ). Os atletas que tiveram um tempo de prova inferior à média do grupo (37,8 minutos) foram considerados de MP, enquanto os atletas com tempo superior, BP. Todos os voluntários assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, contendo a descrição de todos os riscos e benefícios dos procedimentos experimentais. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo (USP).

### Desenho experimental

Os participantes estiveram no laboratório em três diferentes ocasiões, sendo cada sessão separada por, no mínimo, 48 horas. Cada participante completou: 1) um teste incremental máximo para determinação do  $\dot{V}O_{2,máx}$  e da velocidade de pico; 2) um teste constante submáximo em pista de atletismo, em velocidade de  $9\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ , para a determinação da cinética do  $\dot{V}O_2$ ; e 3) uma simulação de prova de 10km em pista de atletismo para análise da estratégia de corrida. Os testes realizados na pista foram conduzidos no mesmo período do dia, com condições similares de vento e temperatura ( $19$  a  $22^\circ\text{C}$ ).

### Teste incremental

Após aquecimento de três minutos em  $6\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ , a velocidade foi aumentada em  $1,2\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$  a cada três minutos, até a exaustão voluntária<sup>(13)</sup>.

A esteira foi mantida com 1% de inclinação para simular a corrida em pista<sup>(14)</sup>. O  $\dot{V}O_2$  foi mensurado respiração a respiração durante todo o teste (K4b<sup>2</sup>, Cosmed, Roma, Itália). O analisador de gases foi calibrado antes de cada teste de acordo com as especificações do fabricante (manual de instruções do K4b<sup>2</sup>). A frequência cardíaca (FC) foi mensurada continuamente utilizando um cardiofrequencímetro (Polar Vantage NV, Kempele, Finlândia).

O  $\dot{V}O_{2,máx}$  foi identificado como o maior valor alcançado durante o último estágio do teste incremental<sup>(3)</sup>. A maior velocidade alcançada durante um estágio completo no teste foi registrada como o pico de velocidade (PV)<sup>(15)</sup>. A  $FC_{máx}$  foi determinada como o maior valor registrado ao final do último estágio do teste incremental. O limiar de lactato (LL) foi determinado para cada sujeito como a velocidade de corrida associada com o primeiro aumento no lactato sanguíneo acima de  $1\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ <sup>(16)</sup>.

### Teste de velocidade constante

O teste de velocidade constante compreendeu um período de seis minutos de corrida a  $9\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Esta velocidade foi escolhida por representar o domínio moderado para todos os sujeitos, visto que ela está abaixo do limiar de lactato<sup>(17)</sup>.

Para manter a velocidade constante, os sujeitos recebiam sinais sonoros por um sistema de amplificação de som. Estes sinais determinavam o ritmo necessário para percorrer trechos de 20 metros. As trocas gasosas foram medidas respiração a respiração em todo o teste (Cosmed K4b<sup>2</sup>, Roma, Itália).

### Teste de corrida de 10km

Durante a simulação da prova de 10km, a água foi oferecida *ad libitum*. Os sujeitos foram instruídos a completar a prova o mais rápido possível, como se estivessem em um evento competitivo. Estímulos verbais foram dados durante todo o evento. Os tempos foram registrados a cada 400 metros e a média de velocidade de cada um desses trechos foi calculada.

### Análise dos dados

A prova foi dividida em três fases: 1) inicial (0-1.200m); 2) intermediária (1.200-9.200m); e 3) final (9.200-10.000m). A média de velocidade destes trechos foi calculada e comparada entre os grupos, assim como dentro do mesmo grupo.

Para análise da cinética do  $\dot{V}O_2$ , os valores de  $\dot{V}O_2$  do teste de carga constante foram interpolados a cada 5s, conforme utilizado por Slawinski *et al.*<sup>(18)</sup>, e a curva ajustada monoexponencialmente pela equação abaixo:

$$\dot{V}O_{2(t)} = A_0 + A1 + (1 - e^{-(t-\delta)/\tau})$$

Onde  $\dot{V}O_2(t)$  é o consumo de oxigênio em um dado tempo ( $t$ );  $A_0$  é o consumo de oxigênio da linha de base (repouso);  $A1$  é a amplitude de aumento do  $\dot{V}O_2$ ;  $\delta$  é o tempo de atraso; e  $\tau$  é a constante de tempo.

O ajuste monoexponencial foi escolhido devido ao fato de o teste de carga constante ter sido realizado abaixo do limiar de lactato ( $9\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) para todos os sujeitos de ambos os grupos, conforme sugestão de Özyener *et al.*<sup>(19)</sup>.

### ANÁLISE ESTATÍSTICA

A distribuição dos dados foi verificada pelo teste de *Shapiro-Wilk*. O teste *t* de Student para medidas independentes foi usado para comparar as variáveis descritivas, fisiológicas e de desempenho entre os dois grupos. Para análise da estratégia de corrida foi utilizada ANOVA fatorial (grupo x distância), com medidas repetidas no segundo fator. Posteriormente, o efeito isolado da distância foi investigado separada-

mente dentro de cada grupo utilizando ANOVA de medidas repetidas, seguido pelo teste *post-hoc* de Bonferroni. O coeficiente de correlação de Pearson foi calculado para determinar as possíveis associações entre as parciais da velocidade de corrida e os parâmetros cinéticos. Os dados foram apresentados como média e desvio padrão e o nível de significância adotado foi 5% ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS

As características dos grupos estão apresentadas na tabela 1. Não houve diferenças significativas entre os grupos para as variáveis idade, estatura e peso, como também para FC<sub>máx</sub>,  $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ ,  $\dot{V}O_{2\text{máx}}$  relativo e PV ( $P > 0,05$ ). Entretanto, o LL foi significativamente maior no grupo MP do que no grupo BP ( $P < 0,05$ ).

**Tabela 1.** Características descritivas e fisiológicas dos grupos de alta e baixa performance.

	MP (n = 11)	BP (n = 10)	P
Idade (anos)	27,6 ± 5,0	29,5 ± 5,6	0,43
Estatura (cm)	170,0 ± 6,0	175,6 ± 7,9	0,80
Peso (kg)	63,4 ± 5,1	69,5 ± 11,9	0,16
FC <sub>máx</sub> (bpm)	192 ± 5	189 ± 6	0,17
$\dot{V}O_{2\text{máx}}$ (L.min <sup>-1</sup> )	4,0 ± 0,6	4,2 ± 0,6	0,30
$\dot{V}O_{2\text{máx}}$ (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	62,9 ± 7,5	61,3 ± 5,2	0,60
PV (km.h <sup>-1</sup> )	17,3 ± 1,3	16,8 ± 1,0	0,30
LL (km.h <sup>-1</sup> )	12,3 ± 1,2	10,5 ± 1,4	0,01

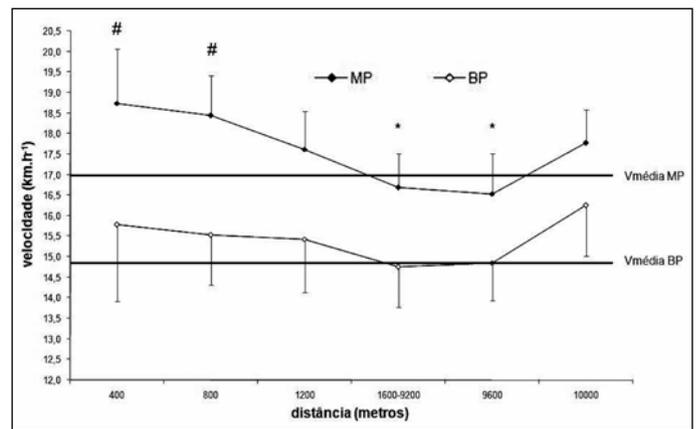
MP: moderada performance; BP: baixa performance; FC<sub>máx</sub>: frequência cardíaca máxima;  $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ : consumo máximo de oxigênio; PV: maior velocidade alcançada durante o teste incremental; LL: limiar de lactato.

A velocidade média e o tempo na prova de 10km foram significativamente diferentes entre os grupos ( $p < 0,001$ ). A velocidade média do grupo MP foi de 16,9 ± 0,8km.h<sup>-1</sup>, enquanto a do grupo BP foi de 14,9 ± 1,0km.h<sup>-1</sup>. Consequentemente, o tempo gasto para completar a prova de 10km no grupo MP foi 35,5 ± 1,6 min, enquanto no grupo BP foi 40,4 ± 2,8 min.

Um significativo efeito da distância sobre a velocidade de corrida foi observado ( $P < 0,05$ ), porém sem efeitos de interação com os grupos ( $P > 0,05$ ). Analisando os grupos separadamente, percebe-se que o grupo MP iniciou a prova com uma velocidade maior do que a velocidade média de corrida (primeiros 400m: 18,7 ± 1,3 e 800m: 18,4 ± 1 km.h<sup>-1</sup>), diminuindo gradativamente no trecho intermediário da prova (1.600-9.200m: 16,7 ± 0,8km.h<sup>-1</sup> e 9.600m: 16,5 ± 1 km.h<sup>-1</sup>) (Figura 1). Nos últimos 400m, houve novamente uma aceleração (17,8 ± 0,8km.h<sup>-1</sup>), mas que não foi significativamente diferente das velocidades anteriores ( $p > 0,05$ ).

Entretanto, a velocidade média do BP na fase inicial não foi significativamente diferente da velocidade média da corrida (primeiros 400m: 15,8 ± 1,9 e 800m: 15,5 ± 1,2km.h<sup>-1</sup>) ( $p > 0,05$ ), mostrando uma estratégia diferente quando comparado ao grupo AP. A velocidade média do trecho intermediário de prova foi muito próxima da velocidade média de prova (1.600-9.200m: 14,8 ± 1 km.h<sup>-1</sup>). No trecho final, embora seja possível observar visualmente um aumento (Figura 1) na velocidade nos últimos 400m (16,3 ± 1,2km.h<sup>-1</sup>), não houve diferenças significativas quando comparada à velocidade média ( $p > 0,05$ ).

Com relação à resposta temporal do  $\dot{V}O_2$  no teste de carga constante, os valores estão dispostos na tabela 2. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos em nenhuma das variáveis cinéticas ( $A_0$ ,  $\delta$ ,  $\tau$  e A1;  $p > 0,05$ ).



**Figura 1.** Estratégia de corrida adotada pelos grupos.

\*Diferença significativa dos 400 e 800m ( $p < 0,05$ ); # diferença significativa da velocidade média da corrida ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 2.** Parâmetros cinéticos do consumo de oxigênio identificados durante o teste de velocidade constante.

	MP (n = 11)	BP (n = 10)	P
$A_0$ (ml.min <sup>-1</sup> )	498,2 ± 196,5	544,4 ± 94,5	0,50
$\tau^M$ (s)	2,5 ± 7,7	4,6 ± 5,5	0,50
I (s)	24,7 ± 6,4	26,9 ± 7,8	0,40
A1 (ml.min <sup>-1</sup> )	1386,4 ± 148,6	1682,1 ± 491,3	0,07

MP: moderada performance; BP: baixa performance;  $A_0$ :  $\dot{V}O_2$  de linha de base;  $\tau^M$ : tempo de atraso; I: constante de tempo; A1: amplitude de aumento do  $\dot{V}O_2$ .

No que se refere às correlações entre as variáveis, nem o  $\dot{V}O_2$  da linha de base ( $A_0$ ), nem o tempo de atraso ( $\delta$ ) ou a constante de tempo ( $\tau$ ) foram correlacionados com a velocidade média total ou com a velocidade das parciais da prova de 10km. Entretanto, a amplitude de aumento do  $\dot{V}O_2$  (A1) foi diretamente correlacionada com o tempo total para completar os 10km e inversamente correlacionada com a velocidade média total de prova. Da mesma forma, A1 também foi associado à velocidade média em cada parcial na prova de 10km, com exceção do trecho final de 400m (entre 9.600m e 1.000m) (tabela 3).

**Tabela 3.** Coeficiente de correlação entre as seções de velocidade de corrida e os parâmetros cinéticos durante a prova de 10km.

	$A_0$	$\tau^M$	I	A1
Vel. média 10km	-0,30	-0,08	-0,26	-0,48*
Vel. 400m	-0,27	-0,03	-0,18	-0,46*
Vel. 800m	-0,22	-0,02	-0,12	-0,44*
Vel. 1.200m	-0,23	-0,07	-0,18	-0,47*
Vel. 1.200-9.200m	-0,32	-0,09	-0,28	-0,48*
Vel. 9.200m	-0,45*	-0,09	-0,25	-0,46*
Vel. 9.600m	-0,08	0,04	-0,11	-0,19

$A_0$ :  $\dot{V}O_2$  de linha de base;  $\tau^M$ : tempo de atraso; I: constante de tempo; A1: amplitude de aumento do  $\dot{V}O_2$ ; Vel.: velocidade; \* $P < 0,05$

## DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi analisar a relação entre a estratégia adotada durante uma prova simulada de 10km e a cinética *on* do  $\dot{V}O_2$ . Um dos principais achados deste estudo foi que o grupo de corredores MP largou com uma velocidade maior do que a velocidade média da corrida. Por sua vez, o grupo BP adotou uma estratégia mais conservadora, mantendo a velocidade constante durante toda a prova. Contudo, os parâmetros cinéticos analisados não foram di-

ferentes entre os grupos, apesar das diferenças dos valores de A1 entre os grupos se aproximar da significância estatística ( $p = 0,07$ ). Por fim, os valores de A1 foram significativamente correlacionados com as velocidades médias total e parciais, exceto a do último trecho.

Os dois grupos MP e BP adotaram diferentes perfis de estratégia e diferentes tempos para completar a prova. Mesmo assim, não houve diferenças significativas entre os grupos nas variáveis fisiológicas medidas no teste incremental máximo, como o  $\dot{V}O_2$  máx e o PV. Em um estudo feito por Morgan *et al.*<sup>(20)</sup> com sujeitos treinados em corrida de 10km e com similares valores de  $\dot{V}O_2$  máx, foi encontrada correlação significativa apenas entre o tempo de corrida e a velocidade de corrida em que se atinge o  $\dot{V}O_2$  máx. Essa correlação foi explicada principalmente pela economia de corrida, que pode ser definida como o  $\dot{V}O_2$  para uma dada velocidade de corrida<sup>(21)</sup>, mostrando que sujeitos mais econômicos, mesmo com  $\dot{V}O_2$  máx similares, poderiam ter melhores desempenhos em relação aos menos econômicos. Dessa forma, o fato de não terem sido encontradas diferenças significantes entre os grupos no  $\dot{V}O_2$  máx e o PV sugere que, provavelmente, outras variáveis fisiológicas, que não essas, seriam mais sensíveis para discriminar o desempenho entre os grupos.

O único parâmetro cinético que apresentou correlação com as parciais de velocidade de corrida durante a prova de 10km foi a amplitude de aumento do  $\dot{V}O_2$ . Isso mostra que os sujeitos que possuem uma menor amplitude, atingem maiores velocidades durante todas as sessões da prova, quando comparados àqueles de maior amplitude. A menor amplitude para uma mesma velocidade fixa de corrida ( $9\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) sugere que os sujeitos de MP eram econômicos, ou seja, realizam uma mesma tarefa consumindo menor quantidade de oxigênio. Realmente, a partir dos valores médios de A1 (Tabela 2), pode-se imaginar que o grupo MP consumiu aproximadamente  $300\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$  de oxigênio a menos do que o grupo BP para realizar a mesma tarefa. Todavia, essa colocação deve ser vista com cautela, pois apesar das correlações entre a amplitude de aumento do  $\dot{V}O_2$  e as parciais de velocidade terem sido significativas, esta metodologia não tem sido considerada padrão para esta medida.

Mesmo com essa limitação, a menor A1 no grupo MP poderia estar relacionada diretamente com a escolha da estratégia, o que corrobora outros achados da literatura<sup>(3)</sup>. Lima-Silva *et al.*<sup>(3)</sup>, analisando corredores de 10km, encontraram correlações negativas entre economia de corrida medida em  $9$  e  $12\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$  e todas as parciais de velocidades de uma prova de 10km, mostrando assim que, quanto mais econômicos forem os atletas, maior será a velocidade alcançada durante a prova. Isto poderia explicar também porque o grupo MP adotou uma saída mais rápida, enquanto o grupo BP, uma estratégia mais conservadora. A lógica para os sujeitos mais econômicos

largarem mais rápido não é muito clara, mas consumindo menos oxigênio, os indivíduos do grupo MP poderiam preservar mais energia, evitando a instalação precoce dos processos de fadiga e, com isso, aumentar a velocidade inicial de corrida.

Diversos estudos<sup>(11,21,22)</sup> mostraram uma melhora da cinética do  $\dot{V}O_2$  com o treinamento. Hagberg *et al.*<sup>(21)</sup> demonstraram que, em sujeitos treinados aerobiamente, o tempo de resposta do  $\dot{V}O_2$  pode ser reduzido. De forma similar, Phillips *et al.*<sup>(11)</sup> observaram uma diminuição do tempo de resposta do  $\dot{V}O_2$  após quatro dias de treinamento, quando comparados aos valores iniciais pré-treinamento. Todavia, apesar de no presente estudo os grupos terem níveis diferentes de desempenho, o tempo de resposta do  $\dot{V}O_2$  não apresentou diferenças. A explicação para esses resultados não é simples, uma vez que ambos os grupos possuíam o mesmo tempo de treinamento, a mesma quantidade de provas realizadas e  $\dot{V}O_2$  máx similares. Apesar de alguns estudos<sup>(7,8)</sup> mostrarem que uma saída rápida está associada com uma aceleração da cinética no início da prova e que este fato seria benéfico por aumentar a participação aeróbia, essas diferenças podem não ter sido encontradas aqui por dois motivos. Estudos<sup>(1,10)</sup> que fizeram a relação da cinética do  $\dot{V}O_2$  com a velocidade de saída analisaram provas com distância inferior à medida no presente estudo ( $<5\text{km}$ ) ou, ainda, diferentemente deste, mediram a  $\tau$  durante a prova<sup>(1,17)</sup> e não em um teste de carga constante. Essas diferenças metodológicas poderiam explicar a discrepância entre os nossos resultados e os obtidos na literatura.

Em conclusão, em grupos de corredores com diferentes níveis de desempenho em prova de 10km, diferentes estratégias de corrida são adotadas. O grupo com melhor desempenho parece escolher uma saída mais rápida, seguida de redução na velocidade no trecho intermediário da prova, com aceleração no final, caracterizando um ritmo em forma de "U". Por outro lado, o grupo com o nível mais baixo adota uma estratégia diferente, com velocidades mais constantes que não diferem da velocidade média da corrida, apesar de também ser possível observar uma aceleração na última parte da prova. Essas diferentes estratégias podem ser atribuídas à economia de corrida, já que em todos os parâmetros cinéticos medidos, apenas a amplitude de aumento do  $\dot{V}O_2$  foi correlacionada com o desempenho na prova de 10km. No que se refere à constante de tempo, nossos resultados não corroboram a sugestão de que uma cinética do  $\dot{V}O_2$  mais rápida poderia estar relacionada à estratégia de corrida nos 10km ou, especificamente, à saída mais rápida.

---

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

---

## REFERÊNCIAS

- Hanon C, Leveque JM, Thomas C, Vivier L. Pacing strategy and  $\dot{V}O_2$  kinetics during a 1500m race. *Int J Sports Med* 2007;29:206-11.
- Noakes TD, Lambert MI, Haumara R. Which lap is the slowest? An analysis of 32 world mile record performances. *Br J Sports Med* 2009;43:760-4.
- Lima-Silva AE, Bertuzzi RCM, Pires FO, Barros RV, Gagliardi JF, Hammond J, et al. Effect of performance level on pacing strategy during a 10-km running race. *Eur J Appl Physiol* 2010;108:1045-53.
- Atkinson G, Brunsell A. Pacing strategies during a cycling time trial with simulated headwinds and tailwinds. *Ergonomics* 2000;43:1449-60.
- Garland SW. An analysis of the pacing strategy adopted by elite competitors in 2000 m rowing. *Br J Sports Med* 2005;39:39-42.
- Draper SB, Sanders LE, Wood DM, James DVB. Influence of pacing strategy on oxygen uptake during treadmill middle-distance running. *Int J Sports Med* 2006;27:37-42.
- Kilding AE, Winter EM, Fysh M. Moderate-domain pulmonary oxygen uptake kinetics and endurance running performance. *J Sports Sci* 2005;24:1013-22.
- Bishop D, Bonetti D, Dawson B. The influence of pacing strategy on  $\dot{V}O_2$  and supramaximal kayak performance. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34:1041-7.
- Jones AM, Wilkerson DP, Vanhatalo A, Burnley M. Influence of pacing strategy on  $\dot{V}O_2$  uptake and exercise tolerance. *Scand J Med Sci Sports* 2008;18:615-26.
- Duffield R, Bishop D, Dawson B. Comparison of the  $\dot{V}O_2$  response to 800m, 1500m and 3000m track running events. *J Sports Med Phys Fitness* 2006;46: 353-60.
- Phillips SM, Green H, MacDonald MJ, Hughson RL. Progressive effect of endurance training on  $\dot{V}O_2$  kinetics at the onset of submaximal exercise. *J Appl Physiol* 1995;79:1914-20.
- Whipp BJ, Wasserman K. Oxygen uptake kinetics for various intensities of constant-load work. *J Appl Physiol* 1972;33:351-6.
- 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.
- Jones AM, Doust JH. A 1% treadmill grade most accurately reflects the energetic cost of outdoor running. *J Sports Sci* 1996;14:321-7.
- Noakes TD, Myburgh KH, Schall R. Peak treadmill running velocity during the  $\dot{V}O_2$  max test predicts running performance. *J Sports Sci* 1990;8:35-45.
- Coyle EF, Coggan AR, Hopper MK, Walters TJ. Determinants of endurance in well-trained cyclists. *J Appl Physiol* 1988;64:2622-30.
- Hanon C, Thomas C, Perrey S, Le Chevalier JM, Couturier A, Vanderwalle H. Oxygen uptake response to an 800-m running race. *Int J Sports Med* 2004;26:268-73.
- Slawinski J, Demarle A, Koralsztein JP, Billat V. Effect of supra-lactate threshold training on the relationship between mechanical stride descriptors and aerobic energy cost in trained runners. *Arch Physiol Biochem* 2001;109:110-6.
- Özyener F, Rossiter HB, Ward SA, Whipp BJ. Influence of exercise intensity on the on- and off-transient kinetics of pulmonary oxygen uptake in humans. *J Physiol* 2001;533:891-902.
- Morgan DW, Baldini FD, Martin PE, Kohrt WM. Ten kilometer performance and predicted velocity at  $\dot{V}O_2$  max among well-trained male runners. *Med Sci Sports Exerc* 1989;21:78-83.
- Hagberg JM, RC Hickson, AA, Ehsani, JO Holloszy. Faster adjustment to and recovery from submaximal exercise in the trained state. *J Appl Physiol Respirat Environ Exerc Physiol* 1980;48:218-24.
- Whipp BJ. The slow component of  $\dot{V}O_2$  uptake kinetics during heavy exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1994;26:1319-26.