
FATORES ASSOCIADOS AO DESEMPENHO EM UMA CORRIDA DE 10.000 METROS EM CORREDORES AMADORES

ASSOCIATED FACTORS AT PERFORMANCE IN RACE OF 10.000 METERS BY AMATEURS RUNNERS

Marcos André Moura dos Santos¹, Manoel da Cunha Costa¹, Jorge Luiz de Brito-Gomes², Raphael José Perrier-Melo¹, Saulo Fernandes Melo de Oliveira² e Breno Quintella Farah³

¹Universidade de Pernambuco, Recife-PE, Brasil.

²Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão-PE, Brasil.

³Centro Universitário Tabosa de Almeida, Caruaru-PE, Brasil

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi analisar o desempenho neuromuscular após a realização de uma corrida de 10.000 metros e examinar a relação entre a composição corporal e as variáveis neuromusculares com o desempenho em prova (*Pace* e tempo de prova) em corredores amadores. Para tanto, 19 militares (28,5±2,3 anos) fizeram avaliação neuromuscular (força estática de pernas e preensão manual; força explosiva e flexibilidade), antropométrica e composição corporal antes e após uma prova de 10.000 metros. Foram observadas redução na força estática de pernas (P=0,034) e aumento da força explosiva (P=0,002) e flexibilidade (P=0,004) após a prova. Na análise de regressão linear múltipla, o somatório de dobras cutâneas foi relacionado ao tempo de prova e o *Pace* (p<0,05). Os resultados deste estudo indicam que há alterações no desempenho neuromuscular após uma corrida de 10.000 metros e o desempenho da corrida está associado a composição corporal.

Palavras-chave: Aptidão física, Antropometria, Corridas, Desempenho atletico.

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze neuromuscular variables after conducting a race of 10,000 meters and examine the relationship between body composition and neuromuscular variables with the performance in race (*Pace* and run time) in amateur runners. For this, 19 military (28.5±2.3 years), performed neuromuscular (static leg strength and handgrip; power of lower limbs and flexibility), anthropometric and body composition evaluation before and after a race 10,000 meters. There was a reduction in static leg strength (P=0.034) and increase in explosive strength (P=0.002) and flexibility (P=0.004) after the test. In linear multiple regression analyses the Σ skinfolds was significantly related with *Pace* and run time (p<0.05). The results of this study indicate that there are changes in neuromuscular performance after a race of 10,000 meters and race performance is associated with body composition.

Keywords: Physical fitness, Anthropometry, Racing, *Pace*, Athletic performance.

Introdução

Tradicionalmente, as principais variáveis que estão associadas com a desempenho de corredores de resistência, são o consumo máximo de oxigênio, limiar de lactato, limiar anaeróbio e a economia de corrida^{1,2}. No entanto, dependendo das distâncias e a duração de uma corrida, o desempenho atlético parece ser influenciado pelas características fisiológicas^{1,2}, parâmetros antropométricos^{3,4}, estratégia de corrida^{5,6}, além de variáveis, como a idade⁷, sexo^{4,7} e nutrição⁸.

Neste contexto, durante as corridas, os corredores de resistência geralmente adotam uma estratégia de corrida com uma distribuição de velocidade constituída por três fases distintas. Estas fases são caracterizadas por um início rápido, seguido de um período de velocidade mais lenta durante o meio da corrida, e um aumento significativo na fase final da corrida^{9,10}. Estudos recentes têm demonstrado que a intensidade da corrida varia consideravelmente durante os eventos de média e longa distância e está associada com a

interação entre diferentes sistemas de energia¹¹. Desta forma, ao considerar as altas velocidades alcançadas durante a fase inicial e final da corrida, parece plausível supor que as variáveis neuromusculares podem ser consideradas determinantes importantes da estratégia de corrida em provas de longa distância^{9,12}.

Ademais, algumas variáveis antropométricas e de composição corporal têm sido relacionadas ao desempenho em corridas, como o índice de massa corporal (IMC)¹³, o percentual de gordura corporal¹⁴ e a circunferência do braço¹⁵. No entanto, o percentual de gordura corporal e algumas dobras de adiposidade parecem ser os melhores preditores do desempenho em corridas de meia e longa distância (*i.e.*: maratonas, ultra-maratona)^{3,7,14}. Neste contexto, considerando-se a antropometria como uma variável de previsão, a associação de algumas dobras cutâneas com o desempenho em corridas tem sido investigada intensivamente^{3,16,17}.

Além da análise dos fatores associados ao desempenho da corrida, alguns estudos têm analisado o impacto das corridas de meia e longa duração em variáveis neuromusculares^{18,19}. De fato, estudos têm demonstrado que após uma corrida de 30.000 metros a força muscular sofre redução, o que, naturalmente, prejudicaria na realização de outras atividades físicas realizadas em sequência. No entanto, essas respostas não são universais e depende da variável neuromuscular em análise. Ademais, os estudos foram realizados analisando corridas, cujo número de praticantes é baixo, como é o caso das maratonas e ultra-maratonas. Diferentemente, das corridas de 10.000 metros, cuja procura por essa prova vem crescendo nos últimos anos²⁰.

Nesse sentido, informações sobre fatores associados ao desempenho em provas de 10.000 metros, bem como os efeitos dela em variáveis neuromusculares (força estática de membros superiores e inferiores, força explosiva e flexibilidade) são necessárias. Deste modo, este estudo tem por objetivos: a) analisar as variáveis neuromusculares após a realização de uma corrida de 10.000 metros e b) examinar a relação entre a composição corporal e as variáveis neuromusculares com o desempenho em prova (*Pace* e tempo de prova).

Métodos

Desenho do estudo

Todas as coletas foram realizadas em um único momento, durante a corrida homologada pela Federação Pernambucana de Atletismo (FPA) e ocorreu no mesmo período do dia, com variação aproximada de uma hora e trinta minutos (corrida de 10.000 metros). Todos os procedimentos foram realizados em um local específico devidamente estruturado para as coletas, dadas as seguintes condições: $29,0 \pm 2^{\circ}\text{C}$ de temperatura ambiente, 56% de umidade relativa do ar e pressão atmosférica de 760 mmHg (Barigo, Alemanha). A hidratação foi permitida *ad libitum* durante a realização da corrida. Os sujeitos foram submetidos a avaliações antropométricas (massa corporal, estatura e circunferências), composição corporal (dobras de adiposidade) e testes neuromotores (handgrip; força estática de pernas, impulso horizontal e flexibilidade). Os voluntários foram devidamente instruídos a comparecer ao local de coletas com antecedência previa de 1h, de modo que fossem realizados todos os procedimentos e avaliações antes do início da prova. Todos os protocolos utilizados para avaliação dos sujeitos foram realizados por uma equipe de avaliadores devidamente treinada.

Amostra

A amostra foi composta por 19 militares do sexo masculino, praticantes de exercícios físicos, recrutados nas Unidades da Polícia Militar de Pernambuco, 1^a Companhia

Independente de Operações Especiais (CIOE) e do Batalhão de Policiamento de Choque (BPChoque). As características gerais dos sujeitos estão descritas na Tabela 1.

Cada indivíduo foi convidado pessoalmente a participar de forma voluntária do experimento, sem nenhum vínculo obrigatório e foram devidamente esclarecidos sobre todos os procedimentos aos quais seriam submetidos. Para inclusão no estudo, os sujeitos deveriam apresentar baixa estratificação de risco cardiovascular segundo o *American College of Sports Medicine*²¹. Nenhum dos voluntários submetidos ao experimento e testes foi excluído do estudo. Todos os participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Os procedimentos adotados neste estudo atenderam às normas da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde para pesquisas em seres humanos. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Pernambuco (Protocolo: 1.050.136).

Tabela 1. Características gerais da amostra.

Variáveis	Média ± DP	IC95%
Idade (anos)	28,5 ± 2,3	27,3 a 29,6
Antropometria e composição corporal		
Massa corporal (kg)	73,3 ± 5,6	70,5 a 76,2
Estatura (cm)	174,7 ± 3,9	172,7 a 176,7
Índice de massa corporal (kg/m ²)	24,1 ± 2,2	23,0 a 25,2
Σ Tr+ Pt+ Cx (mm)	25,9 ± 7,0	22,3 a 29,3
Gordura relativa (%)	9,3 ± 2,7	7,9 a 10,7
Massa livre de gordura (kg)	66,5 ± 4,9	64,0 a 68,9
Aptidão neuromuscular		
Força de preensão manual (kgf)	40,8 ± 3,5	39,1 a 42,6
Força de pernas (kgf)	121 ± 25	108 a 133
Impulsão horizontal (cm)	204 ± 20	194 a 214
Flexibilidade (cm)	30,4 ± 10,4	25,1 a 35,7
Desempenho de prova		
Pace (min/km)	3,3 ± 0,4	3,1 a 3,5
Tempo de prova (min)	50,4 ± 6,4	47,6 a 54,1

Dp – desvio-padrão; IC95% - intervalo de confiança de 95%.

Fonte: Os autores

Antropometria e Composição Corporal

Para determinação da massa corporal e estatura foram utilizados uma balança portátil (Tanita, Brasil) e um estadiômetro (Welmy, Brasil). Ambas as medidas foram realizadas seguindo procedimentos descritos previamente²². Foram mensuradas as dobras cutâneas do tríceps, peitoral e coxa (Lange, Cambridge Scientific Instruments, Cambridge, Maryland), sendo coletadas por único avaliador, em triplicata e adotou-se como valor a mediana. Para estimativa da densidade corporal, foi utilizada a equação proposta por Jackson e Pollock²³. Em seguida, recorreu-se ao modelo matemático proposto por Siri²⁴, para estimar a gordura corporal relativa. Para todas as medidas foi utilizada a padronização da *Internacional Society for Advancement for Kinanthropometry* - ISAK (2012)²⁵. O Erro Técnico de Medida (ETM) foi utilizado para verificar a confiabilidade intra-avaliador. ETM para medidas antropométricas foi 5,7% para massa corporal, 2,5 % para estatura, 6,2 %, 8,4 % e 4,3% para tríceps, peitoral e coxa, respectivamente.

Testes neuromusculares

Os testes neuromusculares foram coletados mediante a administração de quatro testes conhecidos e padronizados, obedecendo a seguinte sequência: flexibilidade (sentar e alcançar), força de pressão (dinamometria), força estática de perna (dinamometria), força explosiva de membros inferiores (impulsão horizontal)²⁶.

Flexibilidade: Os participantes descalços sentaram com os pés embaixo da escala de medição da caixa, com os joelhos completamente estendidos. O avaliador segurou os joelhos para assegurar que os mesmos permaneçam estendidos. Os braços foram estendidos para frente com uma mão sobre a outra para realizar o teste. O avaliado com as palmas das mãos para baixo, procura alcançar o máximo de distância com as mãos ao longo da escala de medição. O procedimento foi repetido duas vezes

Força de preensão manual: A força de preensão manual foi obtida por meio do dinamômetro hidráulico (Saehan, Flintvile, Estados Unidos) ajustável e calibrado com escala de 0 a 100 kg/f. O participante foi posicionado em pé, com o braço estendido ao longo do corpo (posição anatômica). A articulação interfalangeana proximal da mão foi ajustada sob a barra que era então apertada entre os dedos e a região tenar. Durante a preensão manual, o braço permanecia estendido e imóvel, havendo somente a flexão das articulações interfalangeanas e metacarpofalangeana. O dinamômetro foi posicionado na mão direita do avaliado que realizou uma força máxima durante cinco segundos. Como nenhum dos sujeitos avaliados tinha familiaridade com o instrumento utilizado, o teste foi realizado em duas medições com intervalo de um minuto entre cada execução, sendo utilizado para a análise dos dados apenas o maior valor encontrado.

Força estática de pernas: O aparelho calibrado e zerado, foi solicitado que o avaliado posicione-se na base do aparelho com os joelhos fletidos a aproximadamente 120 graus e tronco ereto. A barra de tração foi colocada em uma posição em que a mesma fique à altura da prega inguinal. Foi realizada a extensão dos joelhos sem flexionar o tronco.

Força explosiva de membros inferiores (impulsão horizontal): O avaliado se coloca com os pés paralelos no ponto de partida (linha zero da fita métrica fixada ao solo). Através de um comando de voz o avaliado executou o salto no sentido horizontal, com impulsão simultânea das pernas, objetivando atingir o ponto mais distante da fita métrica. Foi permitida a movimentação livre de braços e tronco.

Os testes avaliações foram realizados no primeiro momento uma hora antes da realização da prova e imediatamente ao final da corrida²⁷

Pace (min/km) e tempo de prova

Para mensurar o ritmo médio da corrida, foi utilizada a razão entre o tempo de prova e a distância total percorrida ($pace = \text{tempo de prova, minutos} / \text{distância, km}$). Com isso, pode-se verificar o tempo médio para cada quilômetro percorrido. O tempo da prova foi fornecido pela organização da prova.

Análise Estatística

Previamente, os dados foram testados quanto a sua normalidade pelo teste de *Shapiro-Wilk*. As variáveis analisadas foram apresentadas pela média \pm desvio padrão. Devido ao tamanho da amostra, foi apresentado à estimativa do intervalo de confiança de 95%. Para comparação entre o momento inicial e final da realização da corrida nas variáveis neuromusculares foi utilizado teste de *t-student* para amostra pareadas. O Coeficiente de Correlação de Pearson foi adotado para verificar a relação entre as variáveis de desempenho (Tempo de Prova (min) e Pace (min/km)) com os componentes da aptidão neuromuscular (força de preensão manual e de pernas, impulsão vertical e flexibilidade) e antropométricas

(massa corporal, somatório de dobras, área muscular da coxa e de composição corporal (percentual de gordura, massa muscular livre de gordura e massa muscular total).

A análise de regressão linear múltipla foi utilizada para verificar quais dos componentes neuromotores, antropométricos e de composição corporal apresentam maior relação com as variáveis de desempenho na prova, ajustando pela idade dos indivíduos. Análise de colinearidade foi testada, utilizando-se como critério *variance inflation factors* - $VIF < 5$ e tolerância abaixo de 0,20. Para todos os testes foi utilizado o software *SPSS* versão 17.0 (SPSS, Inc.,USA). Os dados são apresentados como média \pm desvio padrão e o nível de significância adotado em todas as análises foi de 5%.

Resultados

Na Figura 1 (painéis a,b,c,d), são apresentadas as variáveis neuromusculares no momento inicial e imediatamente após o término da corrida de 10.000 metros. Foram encontradas diferenças significantes na força estática de pernas ($P < 0,034$), força explosiva ($P < 0,002$) e flexibilidade ($P < 0,004$). Contudo, estas alterações ocorreram de forma distinta, uma vez que a força explosiva e a flexibilidade apresentaram maiores valores médios em relação ao momento inicial corrida. Não foram observadas diferenças significantes na força estática de membros superiores ($P > 0,05$).

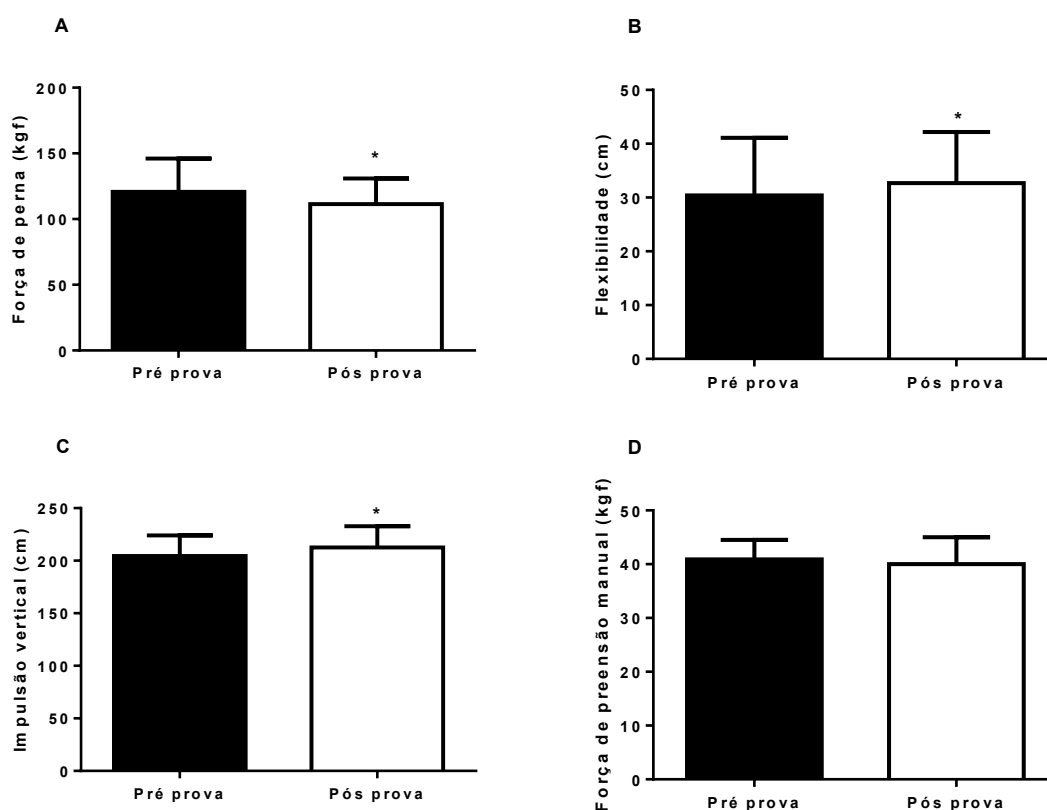


Figura 1. Análise comparativa das variáveis neuromusculares entre o momento e inicial e final após a realização da corrida.

Fonte: Os autores

A Tabela 2 apresenta os resultados da Correlação momento-produto de Person (r e p - valores). O tempo de prova (min) correlacionou-se positivamente com o $\sum Tr+Pt+Cx$ (mm) e

o Percentual de Gordura. Já o Pace apresentou uma correlação negativa significativa com estas variáveis. Não foram encontradas relações significativas entre as variáveis neuromotoras investigadas e o desempenho tanto expresso pelo tempo de prova e *pace*.

Tabela 2. Relação entre o desempenho da prova de 10.000 metros e as variáveis de aptidão neuromotora e de composição corporal.

Variáveis	Tempo de prova (min)		Pace (min/km)	
	r	p	r	p
Aptidão neuromotora				
Força de preensão manual (kgf)	-0,24	0,32	0,18	0,47
Força de pernas (kgf)	0,26	0,28	-0,36	0,13
Impulsão horizontal (cm)	-0,19	0,43	0,16	0,50
Flexibilidade (cm)	0,03	0,99	0,06	0,79
Composição corporal				
Massa corporal (kg)	0,26	0,28	-0,22	0,37
Σ Tr+ Pt+ Cx (mm)	0,66	0,03	-0,67	<0,001
Gordura relativa (%)	0,51	0,02	-0,50	0,03
Massa livre de gordura (kg)	0,07	0,78	-0,02	0,91
Massa muscular total (kg)	0,17	0,48	-0,13	0,59
Área muscular da coxa (cm ²)	0,18	0,45	-0,12	0,61

Tr: Dobra cutânea do Tríceps; Pt: Dobra cutânea do peitoral; Cx: Dobra cutânea da coxa

Fonte: Os autores

Devido à colinearidade existente entre o somatório de dobras cutâneas e o percentual de gordura, optou-se neste estudo, pela utilização do somatório, devido à sua maior aplicabilidade prática. Na Tabela 3, são apresentados os resultados da regressão linear múltipla. Foi observado que o somatório de dobras foi significativamente relacionado com as variáveis de desempenho. Todavia, quando ajustado por variáveis neuromotoras, o modelo não permaneceu significativo.

Tabela 3. Análise de regressão linear múltipla entre o desempenho na prova de 10.000 metros e as variáveis de aptidão neuromotora e de composição corporal.

	Tempo de prova (min)			Pace (min/km)		
	β (IC95%)	b	p	β (IC95%)	b	p
Modelo 1 ^{ab}						
Σ Tr+ Pt+ Cx (mm)	0,572(0,209;0,936)	0,62	0,004	-0,04(-0,063;-0,015)	-0,65	0,003
Modelo 2 ^{cd}						
Σ Tr+ Pt+ Cx (mm)	0,492(0,019;0,966)	0,53	0,043	-0,033(-0,063;-0,002)	-0,55	0,036
Força de PM(kgf)	0,019(-0,988;1,026)	0,10	0,968	-0,002(-0,066;0,062)	-0,02	0,947
Força de pernas (kgf)	0,079(-0,59;0,217)	0,31	0,234	-0,006(-0,015;0,003)	-0,37	0,159
Impulsão horizontal (cm)	-0,023(-0,243;0,197)	-0,07	0,823	0,001(-0,013;0,015)	0,04	0,894
Flexibilidade (cm)	0,057(-0,273;0,388)	0,09	0,711	0,001(-0,022;0,020)	-0,03	0,882

PM – preensão manual; Todos os modelos tiveram como ajuste a idade dos indivíduos. β – coeficiente de regressão; IC95% - intervalo de confiança de 95%; b – coeficiente de regressão padronizado

^a Modelo 1 para tempo de prova: R=0,713; r²=0,508; F=7,74; p=0,005

^b Modelo 1 para pace: R=0,694; r²=0,482; F=6,98; p=0,007

^c Modelo 2 para tempo de prova: R=0,760; r²=0,578; F=2,51; p=0,088

^d Modelo 2 para pace: R=0,764; r²=0,583; F=2,; p=0,083

Fonte: Os autores

Discussão

O objetivo deste estudo foi analisar as variáveis neuromusculares após a realização de uma corrida de 10.000 metros e examinar a associação entre a composição corporal e as variáveis neuromusculares com o desempenho em prova (*Pace* e tempo de prova). Inicialmente, foi observado que as variáveis neuromusculares foram afetadas de maneira distinta imediatamente após a realização da corrida, a qual a força dinâmica e a flexibilidade apresentaram maiores valores médios, enquanto que a força estática de pernas foi menor. Estas respostas parecem estar associadas ao papel das características neuromusculares relacionadas à ativação neural voluntária e reflexa, a força e elasticidade muscular, além da mecânica dos movimentos realizados durante a corrida^{6,9}.

O mecanismo subjacente, que parece explicar estas alterações sugerem que a estimulação dinâmica pode aumentar a temperatura do tecido muscular e desta forma elevar a eficácia da contração, a velocidade de transmissão de impulsos nervosos e o trabalho muscular²⁸⁻³⁰. Neste contexto, Millet et al. (2003)¹⁸ relatam que fatores como a fadiga central, propagação neuromuscular e fatores a nível muscular seriam os responsáveis por uma redução de 23,5 % na força produzida durante a contração voluntária máxima após uma corrida de longa duração^{18,19}.

Um aspecto que deve ser considerado no entendimento dos resultados encontrados no presente estudo se refere à estratégia de prova adotada pelos corredores durante a corrida (*Pace* e tempo de prova). Ao admitir-se que a velocidade média do limiar de 4mM de lactato de corredores amadores é de aproximadamente $14,3\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ³¹, e no presente estudo foi de $\cong 11,8\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$, pode-se pressupor que nas competições de meio-fundo e fundo, o *Pace* e o tempo de prova desses indivíduos é determinado principalmente pela capacidade aeróbia. Este fato parece explicar a inexistência de correlações entre o *Pace*, e o tempo de prova com as variáveis neuromusculares (força estática de pernas, força de preensão, força explosiva e flexibilidade).

Por outro lado, foi observado que tanto o *Pace* quanto o tempo de prova apresentaram relações com os componentes da composição corporal ($\sum\text{Tr}+\text{Pt}+\text{Cx}$ e % Gord) e explicaram o desempenho durante a corrida. De fato, no modelo 1 da regressão linear múltipla o somatório das dobras explicaram significativamente 46% da variância do *Pace* e 43% do tempo de prova. Porém, no modelo 2, com a inclusão das variáveis neuromusculares, conjuntamente, este modelo perde a sua significância. Contudo, nossos resultados encontram suporte na literatura tendo por base o que tem sido descrito em alguns estudos, onde foi demonstrado que a contribuição das variáveis neuromusculares em corridas predominantemente aeróbias é dependente da distância da prova analisada^{32,33}.

Em um estudo realizado por Spencer et al.³⁴, foi observado que a contribuição aeróbia nos 1.500m é superior a 84%³⁴. Em outro estudo, Billat et al.³⁵, verificou que esta contribuição ultrapassa 95% na distância de 5.000m. Desta forma, mesmo não sendo desprezível a contribuição anaeróbia, verifica-se um amplo predomínio aeróbio. Além disso, quando se avaliam corredores que apresentam desempenhos similares e baixa variabilidade no desempenho, pode-se encontrar dificuldades na associação entre diferentes variáveis. No presente estudo, nós verificamos que o coeficiente de variação (CV) para o *Pace* e o tempo de prova foram <12%, representando uma homogeneidade entre os sujeitos estudados. Por outro lado, as variáveis neuromusculares apresentaram um quadro distinto em relação ao CV (força de preensão: 8,8%; força de pernas: 20%; força explosiva: 9,3% e flexibilidade: 34%). Este espectro de variação torna o grupo muito heterogêneo, em relação às variáveis neuromusculares limitando a sua contribuição quando analisadas conjuntamente.

Contudo, no presente estudo, o somatório das dobras de adiposidade foi à única variável preditora do desempenho em corredores amadores. Estes resultados corroboram com os achados encontrados por Barandun et al.³⁶, no qual foi observado que a adiposidade subcutânea foi correlacionada com o tempo de corrida e explicaram de forma significativa ($R^2 = 0,44; P < 0,05$) o desempenho em corredores amadores. Neste contexto, um baixo percentual de gordura (13% a 17%), parece ser vantajoso, uma vez que o desempenho em corridas pode ser afetado pela composição corporal^{16,37}. Neste sentido, Arrese e Ostariz³, examinaram se as dobras de adiposidade e o somatório de algumas dobras poderiam estar relacionados com o desempenho (400m, 1.500m e 10.000m), em um grupo homogêneo de corredores (n=184; 130 homens). Os resultados demonstraram que as dobras cutâneas dos membros inferiores estão associadas com o tempo de prova, independente da distância da prova analisada, podendo ser considerada um preditor útil do desempenho atlético. Hetland et al.³⁸, demonstraram que a gordura corporal total e regional está inversamente relacionada com o desempenho em um teste incremental em corredores de longa distância³⁸. Eston et al.³⁹ confirmou que as menores dobras de adiposidade foram altamente correlacionadas com a porcentagem de gordura corporal em jovens corredores amadores³⁹. Contudo, não podemos deixar de considerar que outros fatores, como características fisiológicas (por exemplo, consumo máximo de oxigênio), nutrição, genética e estilo de vida, podem ter uma influência adicional no desempenho em corredores de longa distância^{14,40,41}.

Potenciais limitações deste estudo devem ser consideradas. Primeiramente, as variáveis foram determinadas por métodos indiretos e sendo utilizado o desempenho estimado baseado no *Pace* e tempo de prova. Contudo, apesar de não serem tão fidedignos quanto um método direto, torna-se de fácil determinação e menor custo, com possibilidade de maior aplicabilidade em contexto mercadológico, em que o acesso a equipamentos torna-se restrito. Neste sentido, Santos et al.⁴², destaca que o uso do método indireto aumenta a validade externa do estudo e suporta a utilização desta abordagem no acompanhamento de corredores amadores. Outro fator limitante é que no estudo foram incluídos apenas jovens militares do sexo masculino que de certo modo estão expostos a uma rotina de atividades diferentes da população em geral, o que requer cautela na extrapolação dos resultados para a população de corredores amadores com outras características. A ausência de controle de outros parâmetros como hidratação e dieta, bem como medidas de desempenho ao longo da prova pode limitar a extrapolação dos resultados do presente estudo. Finalmente, não foi possível ajustar as análises pelo tempo de envolvimento em provas de corrida dos participantes.

Conclusões

De acordo com os resultados encontrados no presente estudo, foi possível interpretar que as variáveis neuromusculares sofreram alterações distintas quando comparado o momento inicial e final de uma corrida de 10.000 metros. Além disso, o somatório das dobras de adiposidade foram os preditores significativos do *Pace* e tempo de prova em corredores moderadamente treinados. Diante desses achados é evidente a necessidade estudos similares na tentativa de esclarecer os mecanismos fisiológicos subjacentes que expliquem a inexistência de uma contribuição conjunta de diferentes variáveis neuromusculares no desempenho em uma corrida de 10.000 metros.

Referências

1. Faude O, Kindermann W, Meyer T. Lactate threshold concepts: how valid are they? Sports Med 2009;39(6):469-490.

2. Joyner MJ, Coyle EF. Endurance exercise performance: the physiology of champions. *The Journal of physiology* 2008;586(1):35-44.
3. Arrese AL, Ostariz ES. Skinfold thicknesses associated with distance running performance in highly trained runners. *J Sports Sci* 2006;24(1):69-76.
4. Legaz AA, Munguía ID, Serveto GJ. Physiological measures associated with marathon running performance in high-level male and female homogeneous groups. *Int J Sports Med* 2006;27(4):289-295.
5. Morales AP, Maciel RN, Jorge FS, Neto A, Terra N, Cordeiro DC, et al. Alterações dos níveis séricos de creatinina, ácido úrico, creatina kinase e da taxa de filtração glomerular em corredores. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2013;15(1):71-81.
6. Bertuzzi R, Lima-Silva AE, Pires FO, Damasceno MV, Bueno S, Pasqua LA, et al. Pacing strategy determinants during a 10-km running time trial: contributions of perceived effort, physiological, and muscular parameters. *J Strength Cond Res* 2014;28(6):1688-1696.
7. Knechtle B, Knechtle P, Rust CA, Rosemann T. Leg skinfold thicknesses and race performance in male 24-hour ultra-marathoners. *Proc Bayl Univ Med Cent* 2011;24(2):110-114.
8. Couto PG, Bertuzzi R, Souza CC, Lima HM, Kiss MA, de-Oliveira FR, et al. High Carbohydrate Diet Induces Faster Final Sprint and Overall 10,000-m Times of Young Runners. *Pediatr Exerc Sci* 2015;27(3):355-363.
9. Nummela AT, Paavolainen LM, Sharwood KA, Lambert MI, Noakes TD, Rusko HK. Neuromuscular factors determining 5 km running performance and running economy in well-trained athletes. *Eur J Appl Physiol* 2006;97(1):1-8.
10. Tucker R, Lambert MI, Noakes TD. An analysis of pacing strategies during men's world-record performances in track athletics. *Int J Sports Physiol Perform* 2006;1(3):233-245.
11. Thiel C, Foster C, Banzer W, De Koning J. Pacing in Olympic track races: competitive tactics versus best performance strategy. *J Sports Sci* 2012;30(11):1107-1115.
12. Lima-Silva AE, Bertuzzi RC, 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(5):1045-1053.
13. Hoffman MD, Lebus DK, Ganong AC, Casazza GA, Van Loan M. Body composition of 161-km ultramarathoners. *Int J Sports Med* 2010;31(2):106-109.
14. Rust CA, Knechtle B, Knechtle P, Barandun U, Lepers R, Rosemann T. Predictor variables for a half marathon race time in recreational male runners. *J Sports Med* 2011;2:113-119.
15. Knechtle B, Knechtle P, Schulze I, Kohler G. Upper arm circumference is associated with race performance in ultra-endurance runners. *Br J Sports Med* 2008;42(4):295-299.
16. Rüst CA, Knechtle B, Knechtle P, Barandun U, Lepers R, Rosemann T. Predictor variables for a half marathon race time in recreational male runners. *J Sports Med* 2011;2:113-119.
17. Legaz A, Eston R. Changes in performance, skinfold thicknesses, and fat patterning after three years of intense athletic conditioning in high level runners. *Br J Sports Med* 2005;39(11):851-856.
18. Millet GY, Martin V, Lattier G, Ballay Y. Mechanisms contributing to knee extensor strength loss after prolonged running exercise. *J Appl Physiol* 2003;94(1):193-198.
19. Millet GY, Lepers R. Alterations of neuromuscular function after prolonged running, cycling and skiing exercises. *Sports Med* 2004;34(2):105-116.
20. Junior LH, Costa LO, Carvalho AC, Lopes AD. Perfil das características do treinamento e associação com lesões musculoesqueléticas prévias em corredores recreacionais: um estudo transversal. *Braz J Phys Ther* 2012;16(1):46-53.
21. American College of Sports M, Armstrong LE, Casa DJ, Millard-Stafford M, Moran DS, Pyne SW, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exertional heat illness during training and competition. *Medicine and science in sports and exercise* 2007;39(3):556-572.
22. Lukaski HC. Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. *The American journal of clinical nutrition* 1987;46(4):537-556.
23. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr.* 1978;40(3):497-504.
24. Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. *Nutrition* 1993;9(5):480-491;
25. Marfell-Jones M, Stewart A, de Ridder J. International standards for anthropometric assessment. New Zealand: International Society for the Advancement of Kinanthropometry; 2012.
26. Safrit MJ, Stamm CL, Russell KR, Sloan MR. Effect of environment and order of testing on performance of a motor task. *Res Quart* 1977;48(2):376-381.
27. Safrit MJ, Stamm CL, Russell KR, Sloan MR. Effect of environment and order of testing on performance of a motor task. *Research Quarterly American Alliance Health, Physical Education and Recreation* 1977;48(2):376-381.

28. Needham RA, Morse CI, Degens H. The acute effect of different warm-up protocols on anaerobic performance in elite youth soccer players. *J Strength Cond Res* 2009;23(9):2614-2620.
29. Chaouachi A, Castagna C, Chtara M, Brughelli M, Turki O, Galy O, et al. Effect of warm-ups involving static or dynamic stretching on agility, sprinting, and jumping performance in trained individuals. *J Strength Cond Res* 2010;24(8):2001-2011.
30. Taylor KL, Sheppard JM, Lee H, Plummer N. Negative effect of static stretching restored when combined with a sport specific warm-up component. *J Sci Med Sport* 2009;12(6):657-661.
31. Zamparo P, Perini R, Peano C, Prampero PE. The self selected speed of running in recreational long distance runners. *Int J Sports Med* 2001;22(8):598-604.
32. Denadai BS, Ortiz MJ, Mello MD. Índices fisiológicos associados com a performance aeróbia em corredores de endurance: efeitos da duração da prova. *Rev Bras Med Esporte* 2004;10(5):401-404.
33. Souza KM, Vieira G, Baldi MF, Guglielmo LGA, Lucas RD, Denadai BS. Variáveis fisiológicas e neuromusculares associadas com a performance aeróbia em corredores de endurance: efeitos da distância da prova. *Rev Bras Med Esporte* 2011;17(1):40-44.
34. Spencer MR, Gatin PB. Energy system contribution during 200- to 1500-m running in highly trained athletes. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33(1):157-162.
35. Billat VL, Bocquet V, Slawinski J, Laffite L, Demarle A, Chassaing P, et al. Effect of a prior intermittent run at v_{VO2max} on oxygen kinetics during an all-out severe run in humans. *J Sports Med Phys Fitness* 2000;40(3):185-194.
36. Barandun U, Knechtle B, Knechtle P, Klipstein A, Rüst CA, Rosemann T, et al. Running speed during training and percent body fat predict race time in recreational male marathoners. *J Sports Med* 2012;3:51-58.
37. Knechtle B, Knechtle P, Rosemann T. Race performance in male mountain ultra-marathoners: anthropometry or training? *Percept Mot Skills*. 2010;110(3 Pt 1):721-735.
38. Hetland ML, Haarbo J, Christiansen C. Regional body composition determined by dual-energy X-ray absorptiometry. Relation to training, sex hormones, and serum lipids in male long-distance runners. *Scand J Med Sci Sports* 1998;8(2):102-108.
39. Eston RG, Rowlands AV, Charlesworth S, Davies A, Hoppitt T. Prediction of DXA-determined whole body fat from skinfolds: importance of including skinfolds from the thigh and calf in young, healthy men and women. *Eur J Clin Nutr* 2005;59(5):695-702.
40. Knechtle B, Knechtle P, Barandun U, Rosemann T, Lepers R. Predictor variables for half marathon race time in recreational female runners. *Clinics* 2011;66(2):287-291.
41. Knechtle B, Knechtle P, Barandun U, Rosemann T. Anthropometric and training variables related to half-marathon running performance in recreational female runners. *Phys Sportsmed* 2011;39(2):158-166.
42. Santos TM, Rodrigues AI, Greco CC, Marques AL, Terra BS, Oliveira BRR. $VO2max$ estimado e sua velocidade correspondente predizem o desempenho de corredores amadores. *Rev. bras. cineantropom. desempenho hum* 2012;14(2):192-201.

Recebido em 28/12/16.

Revisado em 25/03/17.

Aceito em 17/04/17.

Endereço para correspondência: Marcos André Moura dos Santos. Escola Superior de Educação Física- (ESEF/UPE). Rua Arnóbio Marques, 310 – Santo Amaro, Recife- PE. CEP: 50.100.130. Campus Universitário HUOC – ESEF. Telefone/Fax: 81-31833373. E-mail: mmoura23@gmail.com