

Efeitos de um exercício prévio de força muscular sobre as respostas psicofisiológicas durante exercício aeróbico

Effects of a prior strength exercise on psychophysiological responses during aerobic exercise

SILVA-JUNIOR, F L; PINHEIRO, F A; SOUZA, E O; UGRINOWITSCH, C; PIRES, F O. Efeitos de um exercício prévio de força muscular sobre as respostas psicofisiológicas durante exercício aeróbico. **R. bras. Ci. e Mov** 2014;22(4):107-115.

RESUMO: O objetivo deste estudo foi verificar se a taxa de elevação (*slope*) da percepção subjetiva de esforço (PSE) poderia ser dissociada da taxa de modificação de variáveis cardiopulmonares e nas concentrações de lactato sanguíneo (Lac) durante exercício aeróbico realizado após a execução de um exercício prévio de força muscular. Onze homens ($23,1 \pm 0,9$ anos, $174,5 \pm 7,1$ cm, $70,5 \pm 8,8$ kg, $58,8 \pm 8,3$ ml.min⁻¹.kg⁻¹) foram submetidos a duas sessões de testes (controle e experimental), de forma aleatória. Em ambas as condições os sujeitos realizaram uma corrida aeróbia constante, de cinco quilômetros (5-km), com intensidade igual a 50% da diferença entre o primeiro e segundo limiares de lactato ($\Delta 50\%_{LT1-LT2}$). Na condição experimental os sujeitos realizaram um exercício prévio de resistência muscular (ERM), constituído de duas séries de 15 repetições máximas (15RM). Parâmetros cardiopulmonares, as Lac e a PSE foram medidos em intervalos regulares de distância. Antes do início da corrida de 5-km, as Lac foram $0,5 \pm 0,2$ e $3,1 \pm 0,9$ mmol.L⁻¹, na condição controle e experimental, respectivamente ($p = 0,001$). Apesar do menor *slope* das Lac ($p = 0,001$), e maiores *slopes* do volume de dióxido de carbono (VCO_2) ($p = 0,037$) e quociente respiratório (QR) ($p = 0,001$) na condição experimental, não foi observada diferença no *slope* da PSE entre as duas condições ($p = 0,905$). Correlações significantes foram observadas entre os *slopes* da PSE e do QR ($r = 0,66$, $p = 0,026$) na condição controle, e entre os *slopes* da PSE e da frequência respiratória (FR) ($r = 0,65$; $p = 0,028$) na condição experimental. Os resultados do presente estudo mostram que um ERM prévio não afeta o *slope* da PSE durante corrida aeróbia, apesar das alterações nos *slopes* de variáveis cardiopulmonares e das Lac.

Palavras-chave: Lactato; Sistema Nervoso Central; Treinamento; Exercício Aeróbico; Esforço Percebido.

ABSTRACT: The objective of this study was to verify if rate of increase (*slopes*) in the ratings of perceived exertion (RPE) could be dissociated from the rate of change in cardiopulmonary variables and blood lactate concentrations (Lac) during aerobic exercise performed after a prior strength exercise. Eleven man (23.1 ± 0.9 years, 174.5 ± 7.1 cm, 70.5 ± 8.8 kg, 58.8 ± 8.3 ml.min⁻¹.kg⁻¹) underwent two different test sessions, control and experimental. In both the conditions the subjects performed a 5-km constant running bout set at 50% of the difference between the first and second lactate threshold ($\Delta 50\%_{LT1-LT2}$). In the experimental condition the subjects performed a strength endurance exercise (ERM) consisted of two sets of 15 repetitions maximum (15RM) prior to the running bout. Cardiopulmonary parameters, Lac and RPE were measured at regular intervals of distance. Before the beginning of the 5-km running the Lac were 0.5 ± 0.2 and 3.1 ± 0.9 mmol.L⁻¹ in the control and experimental condition ($p = 0.001$), respectively. Although the lower *slope* of Lac ($p = 0.001$) and greater *slopes* of carbon dioxide volume (VCO_2) ($p = 0.037$) and respiratory rate (RR) ($p = 0.001$), there was no difference in slope of RPE between conditions ($p = 0.905$). Significant correlations were observed between RPE_{SLOPE} and RR_{SLOPE} ($r = 0.66$, $p = 0.026$) in control condition, and between RPE and respiratory frequency (RF) *slopes* in ERM condition ($r = 0.65$, $p = 0.028$). The results of the present study showed that a prior ERM did not alter the slope of RPE during aerobic running bout, although the alterations in *slopes* of cardiopulmonary variables and Lac.

Key Words: Lactate; Central Nervous System; Training; Aerobic Exercise; Perceived Exertion.

Fernando Lopes e Silva-Junior^{1,2}
Fabiano Aparecido Pinheiro^{3,4}
Eduardo Oliveira De Souza^{3,4}
Carlos Ugrinowitsch³
Flávio de Oliveira Pires^{2,4}

¹Universidade Católica de Brasília

²Escola de Medicina, Universidade Federal do Piauí

³Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo

⁴Grupo de Estudos em Psicofisiologia do Exercício (GEPsE), Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo

Contato: Fernando Lopes e Silva-Junior - floressjunior@gmail.com

Introdução

A percepção subjetiva de esforço (PSE) é sugerida como uma variável psicofisiológica, pois reflete as alterações nas respostas psicológicas e fisiológicas durante a realização do exercício físico. Tradicionalmente quantificada por meio das escalas sugeridas por Borg¹, a PSE tem sido uma ferramenta importante para a quantificação da intensidade de diferentes modelos de exercício, assim como para a prescrição e monitoramento das cargas internas de treinamento físico. Em adição, a resposta da PSE tem sido um meio eficaz de estimar o desempenho em exercícios fechados por um ponto final previamente determinado², ou o tempo de exaustão num exercício aberto, sem ponto final previamente estabelecido³. Neste caso particular, a característica de integração entre componentes fisiológicos e psicológicos reforçar a sugestão de que a PSE é uma ferramenta robusta para o controle da intensidade do exercício.

Quando considerados apenas componentes fisiológicos, sugere-se que alterações nas concentrações de lactato sanguíneo (Lac)^{4,5}, frequência respiratória (FR), ventilação pulmonar (VE), consumo de oxigênio (VO₂) e frequência cardíaca (FC), estejam associadas ao aumento da PSE durante o exercício⁶⁻⁹. Por exemplo, Demura e Nagasawa⁹ analisaram a relação entre a PSE e as respostas da VE, VO₂ e FC, durante um teste incremental máximo e verificaram correlações significantes entre a PSE e as respostas destas variáveis ao longo do teste. Esses resultados indicaram que a elevação da PSE durante teste de cargas incrementais está associada ao aumento das respostas cardiopulmonares durante o exercício. Corroborando estes resultados obtidos em testes incrementais, Pires *et al.*³, investigaram as respostas cardiopulmonares e Lac em exercícios de sobrecargas constantes, e observaram que as taxas de elevação nessas variáveis também estavam correlacionadas à taxa de elevação na PSE.

Apesar da tradicional associação entre PSE e respostas cardiopulmonares, recente estudo de Yunoki *et al.*¹⁰ indicou que a resposta da PSE durante teste incremental poderia ser dissociada das respostas cardiopulmonares, mas não das Lac, quando o teste era

precedido por exercícios de resistência muscular (ERM). Quando as respostas das Lac e PSE foram comparadas no seu ponto de exaustão do teste incremental, nenhuma diferença foi observada. Entretanto, as respostas da VE em intensidades submáximas foram maiores quando houve execução prévia do ERM, mesmo quando este foi realizado 24 horas antes do teste incremental. Em adição, outras variáveis cardiopulmonares tenderam ao mesmo comportamento da VE. Ainda que estes resultados possam sugerir que as respostas da PSE durante teste incremental realizado após a execução de ERM estejam dissociadas das respostas cardiopulmonares, essa interpretação deve ser considerada com cautela, pois o estudo de Yunoki *et al.*¹⁰ não foi desenhado para responder esta questão.

Outro ponto relevante no estudo de Yunoki *et al.*¹⁰ foi o intervalo utilizado entre os exercícios, os autores utilizaram um intervalo de 24 horas entre o ERM e o exercício aeróbio incremental. Entretanto, na prescrição de exercícios para a promoção da aptidão física e saúde é comum a execução de ERM e exercícios aeróbios na mesma sessão de treino¹¹. Por exemplo, exercícios de força muscular e exercícios aeróbios são geralmente prescritos em associação, na mesma sessão de treino, em clubes e academias. Desta forma, considerando que a PSE é uma ferramenta utilizada para a prescrição e monitoramento desses exercícios, o objetivo do presente estudo foi verificar se logo após a execução de um ERM, a taxa de elevação (*slopes*) da PSE poderia ser dissociada da taxa de modificação de variáveis cardiopulmonares e nas Lac durante um exercício aeróbio comumente realizado em clubes e academias. A hipótese foi que o ERM elevaria as respostas cardiopulmonares e as Lac ao início do exercício aeróbio, causando uma alteração na taxa de incremento da PSE durante o exercício.

Materiais e Métodos

Procedimentos Gerais e Amostra

Onze sujeitos do sexo masculino (23,1 ± 0,9 anos, 174,5 ± 7,1 cm, 70,5 ± 8,8 kg; 58,8 ± 8,3 ml.min⁻¹.kg⁻¹), acostumados à prática regular de exercícios aeróbios e

ERM, há pelo menos um ano, foram selecionados. Todos foram orientados a não ingerir bebidas contendo cafeína ou álcool, e a não realizar exercício físico nas 24 horas que antecederam as sessões de testes físicos. Os sujeitos não apresentavam qualquer limitação osteoarticular, metabólica ou cardiopulmonar na época em que o estudo foi conduzido, e foram informados sobre os riscos e benefícios do estudo antes de assinar o termo de consentimento livre e esclarecido (aprovação do Comitê de Ética institucional, protocolo 2007/25).

Os sujeitos realizaram seis sessões preliminares e duas sessões experimentais, separados por intervalos ≥ 72 horas a sete dias. A primeira e a segunda sessões preliminares foram utilizadas para a familiarização com o

ERM e com o exercício aeróbio. As três sessões preliminares seguintes foram utilizadas para a determinação da sobrecarga do ERM, enquanto a sexta sessão preliminar foi utilizada para a determinação da velocidade correspondente ao $\text{VO}_{2\text{PICO}}$ no teste incremental máximo. Nas sessões experimentais os participantes realizaram um exercício aeróbio de sobrecarga constante, uma corrida de 5-km em velocidade fixa, sem execução prévia de ERM (condição controle - CON) e após uma sessão de ERM (condição ERM). As sessões CON e ERM foram executadas de forma balanceada, após designação aleatória na sessão experimental inicial (Figura 1).

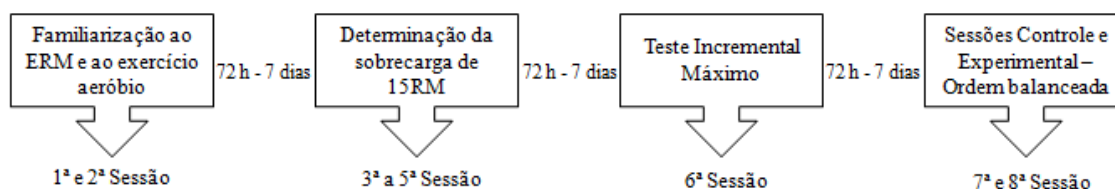


Figura 1. Descrição do desenho experimental utilizado.

Determinação da sobrecarga de 15RM

Inicialmente, foi adotada uma rotina de aquecimento antes de cada sessão com ERM, a qual envolveu cinco minutos de corrida a 9 km/h (*Sper ATL, Inbrasport®*, Porto Alegre, Brasil), e duas séries de cinco repetições máximas (RM) de flexão/extensão de joelhos e de quadril em aparelho *leg press 45°* (*Nakagin®*, São Paulo, Brasil). Posteriormente, na terceira e quarta sessões, os participantes executaram quatro séries do mesmo exercício, com três minutos de intervalo entre as séries, para obter a estimativa inicial da carga (kg) relativa a 15RM. Na quinta sessão as cargas de 15RM foram obtidas ($258,0 \pm 14,6$ kg). A confiança do teste de 15RM usado para determinar a carga, acessada por meio de coeficiente de variação $[(\text{DP}/\text{Média}) \times 100]$, foi 3,8%. Além disso, testes de 15RM realizados em nosso laboratório têm apresentado altos níveis de coeficiente de correlação intraclassa ($\text{ICC} = 0,99$). Incentivo verbal foi provido durante todos os testes de 15RM para assegurar valores máximos.

Teste incremental máximo

Um teste incremental máximo foi realizado na sexta sessão preliminar para a determinação do $\text{VO}_{2\text{PICO}}$, assim como para a determinação da intensidade a ser utilizada no exercício aeróbio de final conhecido (uma corrida de 5-km com intensidade igual a 50% da diferença entre o primeiro e segundo limiares de lactato ($\Delta 50\%_{\text{L1-L2}}$)). Após três minutos de aquecimento a 6 km/h o teste incremental máximo foi iniciado com incrementos de 1,2 km/h a cada três minutos, até a exaustão¹². Incentivo verbal foi provido durante todo o protocolo para assegurar o alcance de esforço máximo. Os sujeitos utilizaram uma máscara conectada a um analisador de gases (*Quarkb2, Cosmed®*, Roma, Itália) durante todo o teste, para o registro das trocas gasosas. A calibração do equipamento foi feita antes de cada teste com o uso de ar ambiente, gases com concentração conhecida de O_2 e CO_2 (20,9% e 5%, respectivamente) e seringa de 3L (*Quinton Instrumentos, Seattle, WA, EUA*). Os dados foram coletados respiração a respiração e posteriormente convertidos para médias de 10 segundos. O $\text{VO}_{2\text{PICO}}$ foi

obtido na média dos três maiores valores de VO_2 obtidos nos últimos 60 segundos do teste¹².

Identificação dos limiares (LL1 e LL2)

Para mensuração das Lac (*Yellow Springs 1500 Sport, Yellow Springs®*, EUA), amostras de sangue arterializado (25µl) foram extraídas do lóbulo da orelha durante os 30 segundos finais de cada estágio do teste incremental. Para identificação do primeiro (LL1) e segundo (LL2) limiares de lactato as Lac foram plotadas em função da sobrecarga de trabalho, e os pontos de intersecção foram determinados por um ajuste linear de três segmentos. Os pontos de intersecção das curvas, inicialmente desconhecidos, foram obtidos visualmente por dois avaliadores, assumindo-se como primeiro ponto (LL1) a primeira inflexão da curva, com aumento das Lac em relação aos valores de repouso. Como segundo ponto (LL2) foi assumida a segunda inflexão da curva com aumento contínuo e progressivo das Lac¹³. Os testes foram desenvolvidos em ambiente laboratorial controlado (20-24°C), no mesmo período do dia, duas horas após a última refeição.

Sessões experimentais

Um exercício aeróbio com ponto final determinado, uma corrida de 5-km em velocidade fixada a $\Delta 50\%_{\text{LL1-LL2}}$, foi utilizado para a investigação das respostas da PSE e das variáveis cardiopulmonares e Lac durante o exercício. Imediatamente após dez minutos de repouso (CON), ou dez minutos após a realização do ERM, os participantes iniciaram a corrida de 5-km em intensidade correspondente a $\Delta 50\%_{\text{LL1-LL2}}$. Em ambas as condições CON e ERM os dados das variáveis cardiopulmonares foram obtidos continuamente, durante todo o período de corrida. Em adição, 25µl de sangue arterializado foram coletados imediatamente antes do início da corrida, e a cada quilômetro percorrido, para determinação das Lac. A PSE foi medida através da escala de Borg (15 pontos) a cada quilômetro percorrido.

Análise dos dados

Valores individuais de cada variável dependente foram regredidos em função da distância total do exercício, para o cálculo do coeficiente angular (*slope*) da equação linear. Desta forma, os dados de PSE e das Lac, obtidos a cada quilômetro, e os dados derivados das variáveis cardiopulmonares tais como VE, VO_2 , VCO_2 , QR, FR e FC foram plotados em função da distância total do exercício. Os coeficientes angulares (*slopes*), derivados de ajuste linear sobre os dados de PSE, Lac, VE, VO_2 , VCO_2 , QR, FR e FC, foram utilizados para indicar a taxa de elevação de cada variável dependente.

Tratamento estatístico

A distribuição normal dos dados foi confirmada pelo teste de *Shapiro-Wilk*. Os dados estão apresentados em média $\pm$ desvio padrão. Para verificar os efeitos do ERM sobre as Lac de repouso, assim como sobre os *slopes* da PSE ($\text{PSE}_{\text{SLOPE}}$), FR (FR_{SLOPE}), VE (VE_{SLOPE}), VO_2 ($\text{VO}_{2\text{SLOPE}}$), VCO_2 ($\text{VCO}_{2\text{SLOPE}}$), QR (QR_{SLOPE}), FC (FC_{SLOPE}), e Lac ($\text{Lac}_{\text{SLOPE}}$), entre as condições CON e ERM, foi utilizado o teste *t* de *Student* para amostras dependentes. Para verificar a correlação entre o *slope* da PSE e os *slopes* das variáveis cardiopulmonares e Lac foi utilizado o teste de correlação produto-momento de *Pearson*. O nível de significância adotado em todas as análises foi de 5% ($p < 0,05$). As análises estatísticas foram desenvolvidas utilizando o programa IBM SPSS para Windows versão 19.0.

Resultados

Diferença significativa ($p = 0,001$) foi observada na Lac de repouso entre a condição CON ($0,5 \pm 0,2 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$) e ERM ($3,1 \pm 0,9 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$). Não houve diferença significativa ($p = 0,285$) no tempo gasto para completar os 5-km entre as condições CON ($25,5 \pm 3,1 \text{ min}$) e ERM ($26,3 \pm 2,5 \text{ min}$).

A execução prévia do ERM gerou efeitos sobre os *slopes* de algumas variáveis fisiológicas como, por exemplo, nas Lac. Dessa forma, uma redução gradual e significativa ($p = 0,001$) foi observada nas Lac, indicada pelos valores negativos do $\text{Lac}_{\text{SLOPE}}$ (Figura 2). Esta

redução no *slope* das Lac foi acompanhada por maior elevação no VCO_{2SLOPE} ($p = 0,037$) (Figura 3). Ademais, houve uma maior QR_{SLOPE} ($p = 0,001$) na condição ERM (Figura 4). Nenhuma outra variável cardiopulmonar apresentou diferença na taxa de modificação durante a

corrida de 5-km nas condições CON e ERM ($p > 0,05$). Também, nenhuma diferença significativa foi observada no PSE_{SLOPE} entre as condições CON e ERM ($p = 0,905$) (Figura 5).

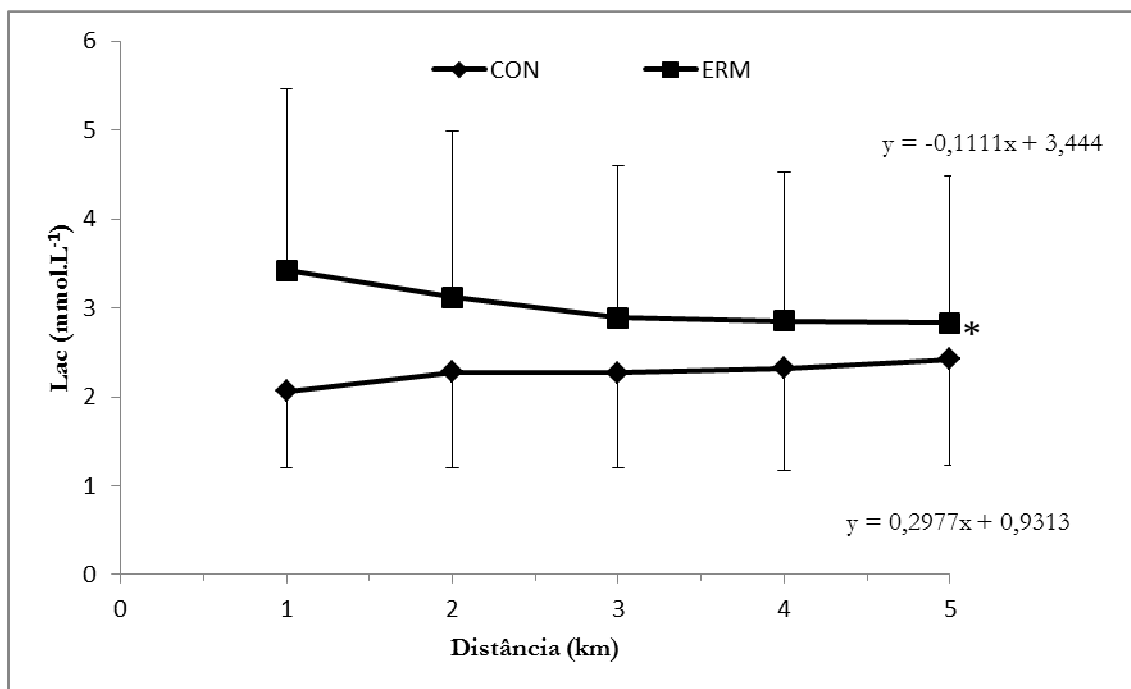


Figura 2. Média e desvio padrão das concentrações de lactato sanguíneo a cada 1-km (n=11) durante corrida de 5-km.

* indica diferença significativa ($p = 0,001$) entre as condições CON e ERM. Termos do ajuste linear (*slope* e intercepto) são apresentados.

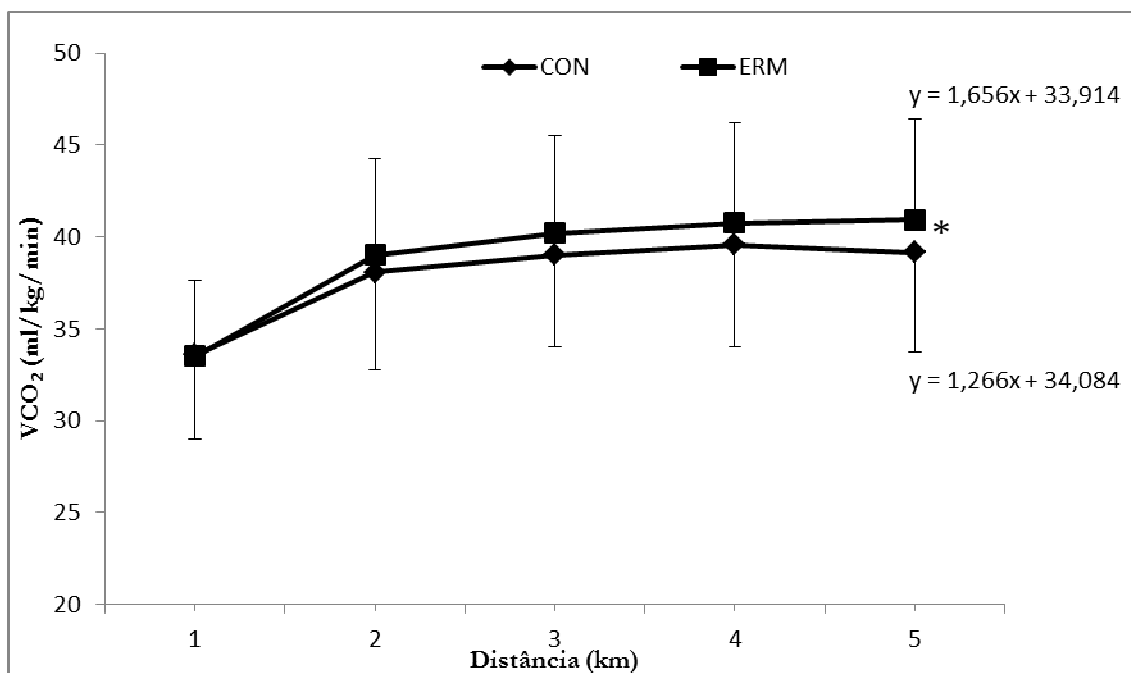


Figura 3. Média e desvio padrão para o consumo de dióxido de carbono a cada 1-km (n=11) durante corrida de 5-km.

* indica diferença significativa ($p = 0,037$) entre as condições CON e ERM. Termos do ajuste linear (*slope* e intercepto) são apresentados.

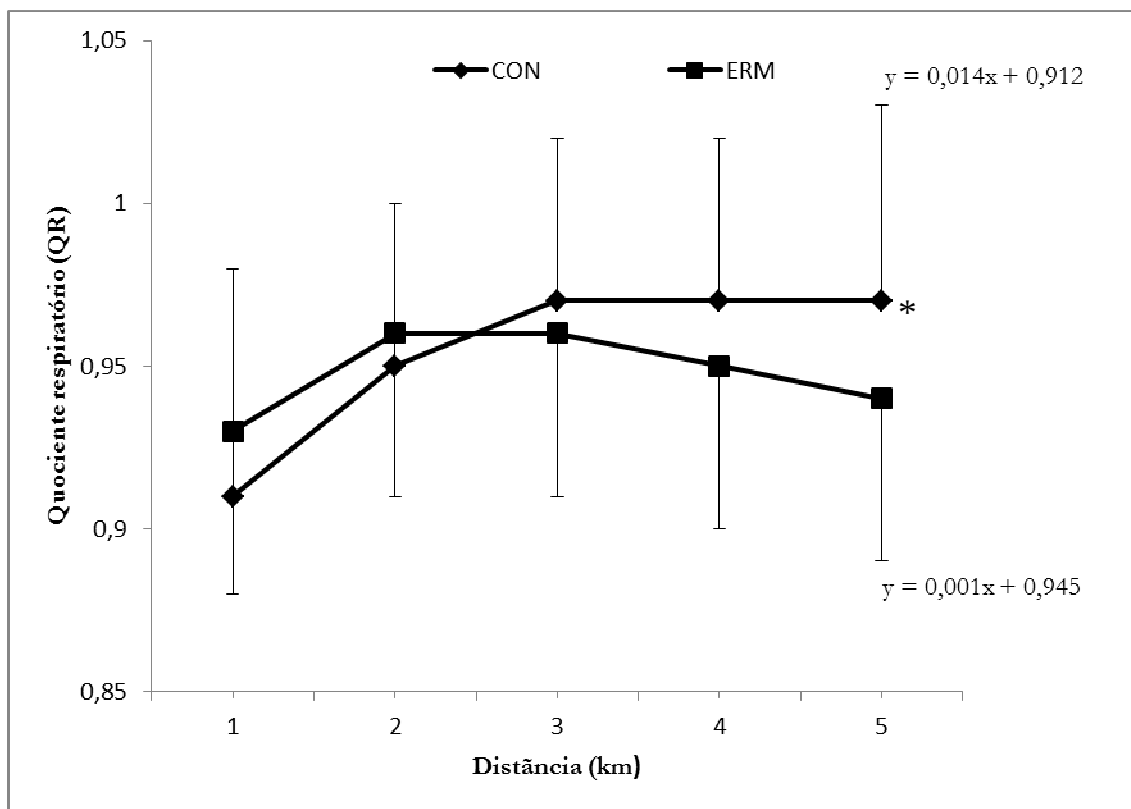


Figura 4. Média e desvio padrão para os quocientes respiratórios a cada 1-km (n=11) durante corrida de 5-km.

* indica diferença significativa ($p = 0,001$) entre as condições CON e ERM. Termos do ajuste linear (*slope* e intercepto) são apresentados.

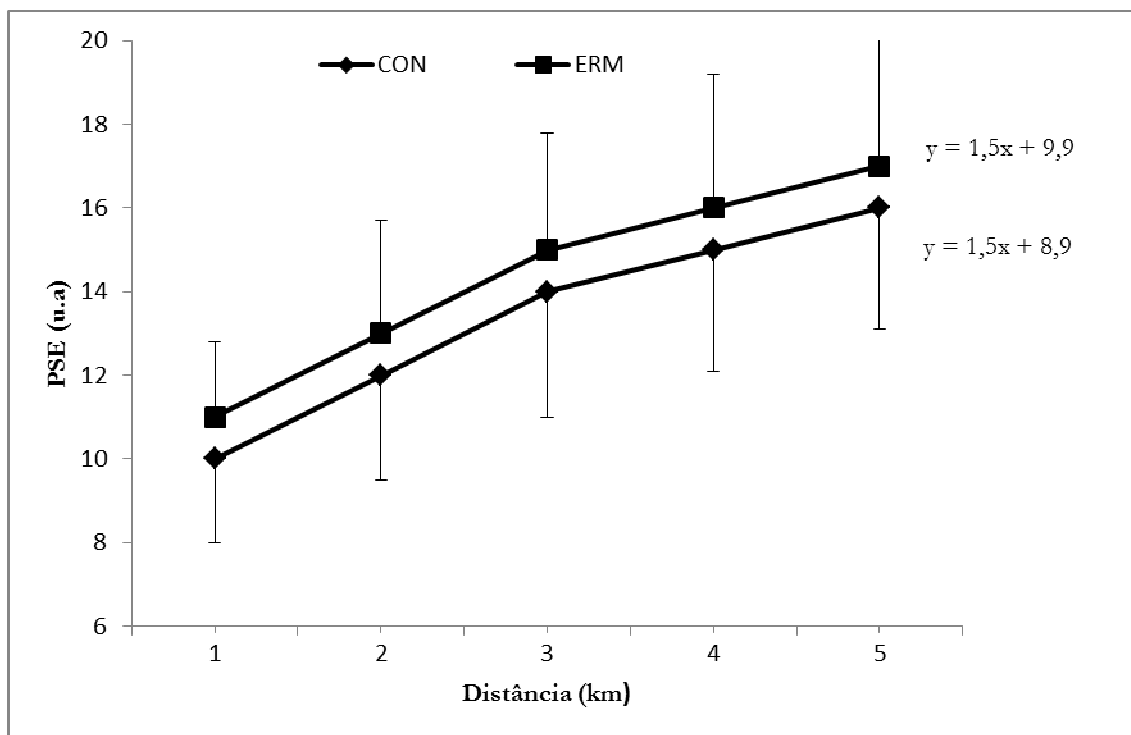


Figura 5. Média e desvio padrão da percepção subjetiva de esforço a cada 1-km (n=11) durante corrida de 5-km.

Termos do ajuste linear (*slope* e intercepto) são apresentados.

Correlações significantes foram observadas entre PSE_{SLOPE} e QR_{SLOPE} ($r = 0,66$, $p = 0,026$) na condição CON e entre PSE_{SLOPE} e FR_{SLOPE} na condição ERM ($r =$

$0,65$; $p = 0,028$). Os valores do coeficiente de correlação (r) entre PSE_{SLOPE} e as demais variáveis estão reportados na Tabela 1.

Tabela 1. Coeficientes de correlação entre o *slope* da PSE e *slopes* das variáveis fisiológicas na condição CON e ERM.

	Lac	FR	VE	VO ₂	VCO ₂	QR	FC
CON	0,14	0,06	0,47	0,25	0,45	0,66*	0,33
EXP	-0,04	0,65*	0,52	-0,21	-0,01	0,44	0,32

Notas: Lac – concentração de lactato, FR – frequência respiratória, VE – ventilação, VO₂ – consumo de oxigênio, VCO₂ – produção de dióxido de carbono, QR – quociente respiratório, FC – frequência cardíaca, CON – condição controle, ERM – condição experimental.

* $p < 0,05$.

Discussão

O objetivo do presente estudo foi verificar se logo após a execução de um ERM a taxa de elevação da PSE durante um exercício uma corrida de 5-km se dissociaria da taxa de alteração em variáveis cardiopulmonares e nas Lac. Os resultados do presente estudo corroboram, parcialmente, nossa hipótese inicial, pois observamos que a execução prévia de um ERM gerou maior taxa de modificação (*slope*) em variáveis como as Lac, VCO₂ e QR. Entretanto, tais alterações em variáveis cardiopulmonares e metabólicas foram dissociadas da taxa de elevação da PSE, uma vez que a elevação da PSE foi semelhante em ambas as condições.

É possível que o ERM prévio tenha elevado a acidose metabólica, como fica sugerido pelas maiores Lac medidas imediatamente antes do início da corrida de 5-km. Neste caso, as maiores Lac iniciais podem ter proporcionado uma maior oxidação de substrato, carboidrato e gorduras, ao longo da corrida em intensidade de $\Delta 50\%_{L1-L2}$, gerando um comportamento decrescente nas Lac ao longo do exercício. A menor taxa de elevação no QR na condição ERM poderia corroborar essa afirmação, sugerindo uma redução da utilização do metabolismo glicolítico durante exercício. De fato, há evidências de menor contribuição do metabolismo glicolítico quando o exercício é realizado na presença de elevadas Lac iniciais¹⁵.

Nossos achados sugerem que as alterações em variáveis cardiopulmonares e nas Lac observadas em corrida aeróbia de intensidade moderada (abaixo do LL2) podem não estar diretamente relacionadas ao incremento da PSE, uma vez que não houve alteração do *slope* da PSE, mesmo com as alterações nas taxas de modificação nas Lac, VCO₂ e QR. Nossos resultados corroboram parcialmente os resultados reportados por Yunoki *et al.*¹⁰, os quais também não observaram diferença significativa na PSE ao final de um teste incremental, mesmo quando o

ERM prévio foi realizado com 24 horas de antecedência. Contudo, a comparação direta entre estes dois estudos deve ser feita com cautela, dada a diferença entre os desenhos experimentais utilizados. Por exemplo, enquanto um exercício incremental submaximo em cicloergômetro foi utilizado por Yunoki *et al.*¹⁰, empregamos uma corrida de sobrecarga constante com ponto final conhecido, em intensidade moderada. Além disso, diferente do intervalo de 24 horas utilizado por Yunoki *et al.*¹⁰, utilizamos um intervalo de dez minutos entre a execução do ERM e o exercício aeróbio. Como resultado, diferente do estudo de Yunoki *et al.*¹⁰, nosso desenho de estudo gerou elevações nas Lac do início do exercício.

Resultados controversos envolvendo as respostas da PSE ao exercício têm sido reportados. Por exemplo, Eston *et al.*⁴ verificaram que a realização prévia de um teste incremental máximo alterava a taxa de incremento da PSE durante um exercício aeróbio constante até a exaustão. Quando a PSE foi plotada em função da duração total de exercício, maior elevação da PSE e menor tempo de exaustão foram observados após a execução prévia de um teste incremental máximo. Contudo, quando normalizado em função do percentual da duração total do exercício, nenhuma diferença foi observada no *slope* da PSE entre as condições. É possível que a justificativa para as diferenças entre os resultados de Eston *et al.*⁴ e os resultados reportados no presente estudo esteja ligada ao modelo de exercício utilizado. Enquanto Eston *et al.*⁴ utilizaram um exercício aeróbio constante com ponto final desconhecido, determinado pelo ponto de máxima tolerância ao esforço (exaustão), utilizamos um exercício constante com ponto final conhecido, sem alcance do ponto de máxima tolerância ao esforço.

Vale ressaltar que os achados do presente estudo podem estar ligados aos mecanismos de geração da PSE

durante o exercício. A PSE tem sido considerada um importante marcador da duração total tolerável de um dado exercício^{16,17}. Sugere-se que o aumento linear da PSE durante exercício resulte do aumento da atividade do metabolismo corporal como, por exemplo, um aumento nas respostas cardiopulmonares (centrais) e musculares (periféricas)¹⁸⁻²⁰. Baseado nessa sugestão, manipulações capazes de alterar as respostas em variáveis fisiológicas durante um exercício de intensidade idêntica deveriam produzir alterações na taxa de incremento da PSE. Entretanto, o presente estudo indica que a PSE não parece ser diretamente determinada pela resposta das variáveis medidas aqui, uma vez que não observamos alteração do *slope* da PSE, apesar das alterações nas taxas de modificação nas Lac, VCO₂ e QR entre as condições. Além disso, não houve um padrão consistente nas correlações entre a elevação na PSE e a elevação de variáveis cardiopulmonares ou das Lac.

Estudo recente verificou que o *slope* da PSE em exercícios até a exaustão, em diferentes intensidades, era explicado pelas alterações nas concentrações sanguíneas de glicose, dopamina e noradrenalina²⁰ sugerindo que variáveis de ação no sistema nervoso central, possam ter maior poder de explicação da taxa de elevação da PSE durante o exercício. Neste caso, alterações no metabolismo cerebral durante o exercício poderiam ter influência direta na resposta da PSE ao exercício. E adição, também é necessário ressaltar que outros estudos têm sugerido que variáveis psicológicas ligadas à emoção, memória e motivação, podem interferir na PSE do exercício¹⁹.

Nossos resultados têm implicações práticas importantes, pois indicam que a PSE pode ser uma ferramenta robusta para prescrição e controle da intensidade de exercício aeróbio. Desta forma, usuários de academias e clubes de ginástica podem usar as respostas da PSE como um meio de regular a intensidade do exercício, independentemente da execução prévia de um ERM. Contudo, este estudo é limitado aos modelos de exercícios utilizados aqui. Assim, futuros estudos devem ser conduzidos para verificar como a PSE responde a exercícios aeróbios realizados em bicicleta ou remo-

ergômetro, entre outros, após manipulações com ERM de diferentes características.

Conclusões

Alterações nas taxas de modificação em variáveis fisiológicas tais como Lac, VCO₂ e QR, provavelmente ocasionadas pelo ERM prévio, não é acompanhada por alterações na taxa de elevação da PSE. Desta forma, nossos resultados indicam haver uma dissociação entre as alterações da PSE e o comportamento de variáveis cardiopulmonares e metabólicas, durante corrida aeróbia realizada após a execução de ERM.

Referências

1. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982; 14:377-381.
2. Bertuzzi R *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): 1688-96.
3. Pires FO *et al.* Cardiopulmonary, blood metabolite and rating of perceived exertion responses to constant exercises performed at different intensities until exhaustion. *Br J Sports Med* 2011.
4. Eston R; Faulkner J, St Clair Gibson A; Noakes TD, Parfitt G. The effect of antecedent fatiguing activity on the relationship between perceived exertion and physiological activity during a constant load exercise task. *Psychophysiology* 2007;44:779-786.
5. Busee MW, Scholz J, Saxler F, Maasen N, Böning D. Relation between plasma potassium and ventilation during successive periods of exercise in men. *Eur J Appl Physiol* 1992;64:22-25.
6. Hampson DB, St Clair Gibson A, Lambert MI, Noakes TD. The influence of sensory cues on the perception of exertion during exercise and central regulation of exercise performance. *Sports Med* 2001;31:935-952.
7. Alberton LC *et al.* Correlation between rating of perceived exertion and physiological variables during the execution of stationary running in walter at different cadences. *J Strength Cond Res* 2011;25:155-162.
8. Robertson RJ. Central signals of perceived exertion during dynamic exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1982;14:390-396.
9. Demura S, Nagasawa Y. Relations between perceptual and physiological response during incremental exercise followed by a extended bout of submaximal exercise on a cycle ergometer. *Perceptual Mot Skills* 2003;96:653-663.
10. Yunoki T, Arimitsu T, Yamanaka CSL, Afroundeh R, Matsuura R, Yano T. Ventilatory response to moderate incremental exercise performed 24h after resistance exercise with concentric and eccentric contractions. *Eur J of Appl Physiol* 2011;111:1769-75.
11. McCarthy JP, Pozniak MA, Agre JC. Neuromuscular adaptations to concurrent strength and endurance training. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34(3): 511-519.
12. Heck H, Mader A, Hess G, Mucke S, Muller R, Hollmann W. Justification of the 4 mmol/l lactate threshold. *Int J Sport Med* 1985;6:117-130.
13. Weston SB, Gray AB, Schneider DA, Gass GC. Effect of ramp slope on ventilation thresholds and $\text{VO}_{2\text{peak}}$ in male cyclists. *Int J Sport Med* 2002;23:22-27.
14. Meyer T, Lucia A; Earnest CP, Kindermann W. A conceptual framework for performance diagnosis and training prescription from submaximal gas exchange parameters – theory and application. *Int J Sports Med* 2005;26:38-48.
15. Palmer CD, Jones AM, Kennedy GJ, Cotter JD. Effects of prior heavy exercise on energy supply and 4000-m cycling performance. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41:221-229.
16. Noakes TD, St Clair Gibson A, Lambert EV. From catastrophe to complexity: a novel model of integrative central neural regulation of effort and fatigue during exercise in humans: summary and conclusions. *Br J Sports Med* 2005;39:120-124.
17. Pinheiro, F, Viana B, Pires F. Percepção subjetiva de esforço como marcadora da duração tolerável de exercício. *Motricidade* 2014;10(2): 100-106.
18. Lambert EV, St Clair Gibson A, Noakes TD. Complex systems model of fatigue: integrative homeostatic control of peripheral physiological systems during exercise in humans. *Br J Sports Med* 2005;39:52-62.
19. St Clair Gibson A, Baden DA, Lambert MI, et. al. The conscious perception of the sensation of fatigue. *Sports Med* 2003;33:167-176.
20. Pires FO *et al.* The influence of peripheral afferent signals on the rating of perceived exertion and time to exhaustion during exercise at different intensities. *Psychophysiology* 2011;48:1284-1290.