

Perfil fisiológico de corredores de trilhas de longa distância adultos do sexo masculino: variações segundo o nível competitivo (nacional ou regional)

Physiological profile of adult male long-distance trail runners: variations according to competitive level (national or regional)

Joana Oliveira-Rosado^{1,2}, João P. Duarte^{3,4}, Paulo Sousa-e-Silva^{3,4,5}, Daniela C. Costa^{3,4,5}, Diogo V. Martinho^{3,4,5}, Hugo Sarmento^{3,4}, João Valente-dos-Santos^{4,6}, Luís M. Rama^{3,4}, Óscar M. Tavares¹, Jorge Conde¹, Joaquim Castanheira^{1,4}, Rui Soles-Gonçalves¹, Ricardo R. Agostinete^{7,8}, Manuel J. Coelho-e-Silva^{3,4}

¹ Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra, Instituto Politécnico de Coimbra, Coimbra, Portugal.

² Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Porto, Portugal.

³ Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.

⁴ Centro de Investigação do Desporto e da Atividade Física, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.

⁵ Fundação para a Ciência e a Tecnologia, Lisboa, Portugal.

⁶ Faculdade de Educação Física e Desporto, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologia, Lisboa, Portugal.

⁷ Laboratório de Investigação em Exercício, Departamento de Educação Física, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Presidente Prudente, SP, Brasil.

⁸ Programa de Pós-graduação em Ciências da Motricidade, Departamento de Educação Física, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Presidente Prudente, SP, Brasil.

DOI: 10.31744/einstein_journal/2020A05256

RESUMO

Objetivo: Descrever e comparar indicadores de aptidão metabólica em corredores de trilhas de longa distância (*ultra trail running*) adultos do sexo masculino, de acordo com o nível de competição (regional ou nacional). **Métodos:** Foram avaliados 44 corredores masculinos com média de idade de $36,5 \pm 7,2$ anos classificados como de nível regional ($n=25$) ou nacional ($n=19$). Foi utilizado o teste de Wingate para avaliação da via anaeróbica, enquanto o teste incremental de corrida em esteira também foi realizado para determinar os limiares ventilatórios, o consumo máximo de oxigênio, a frequência cardíaca e a concentração de lactato ao final do protocolo. A comparação entre os grupos foi realizada por estatística teste *t* para amostras independentes. **Resultados:** As variáveis obtidas do teste Wingate não diferiram de forma significativa entre os grupos. No que diz respeito à aptidão aeróbica, foram encontradas diferenças significativas entre variáveis expressas em valores absolutos no segundo limiar ventilatório (corredores de nível regional: $3,78 \pm 0,32 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$; corredores de nível nacional: $4,03 \pm 0,40 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$; $p < 0,05$). Quando considerados os valores expressos por unidade de massa corporal, o segundo limiar ventilatório (corredores de nível regional: $50,75 \pm 6,23 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$; corredores de nível nacional: $57,88 \pm 4,64 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$; $p < 0,05$) e o volume máximo de oxigênio (corredores de nível regional: $57,33 \pm 7,66 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$; corredores de nível nacional: $63,39 \pm 4,26 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$; $p < 0,05$) também diferiram de forma significativa. **Conclusão:** Este estudo destacou a importância de se expressarem variáveis fisiológicas derivadas de protocolos de corrida por unidade de massa corporal. Além disso, o segundo limiar ventilatório pareceu ser o melhor e único indicador de aptidão aeróbica para a diferenciação de corredores de trilha de longa distância, segundo o nível competitivo. O consumo máximo de oxigênio não é especialmente relevante para distinguir os corredores de trilha de longa distância, segundo o nível competitivo.

Descritores: Esforço físico/fisiologia; Corrida; Teste de esforço; Consumo de oxigênio; Limiar anaeróbio

Como citar este artigo:

Oliveira-Rosado J, Duarte JP, Sousa-e-Silva P, Costa DC, Martinho DV, Sarmento H, et al. Perfil fisiológico de corredores de trilhas de longa distância adultos do sexo masculino: variações segundo o nível competitivo (nacional ou regional). *einstein* (São Paulo) 2020;18:eAO5256. http://dx.doi.org/10.31744/einstein_journal/2020A05256

Autor correspondente:

Manuel João Coelho-e-Silva
Estádio Universitário de Coimbra, Pavilhão III
Avenida de Conímbriga, Santa Clara
CEP: 3040-248 – Coimbra, Portugal
Tel.: (+351) 964-809-054
E-mail: mjcesilva@hotmail.com

Data de submissão:

1/7/2019

Data de aceite:

15/11/2019

Conflitos de interesse:

não há.

Copyright 2020



Esta obra está licenciada sob
uma Licença *Creative Commons*
Atribuição 4.0 Internacional.

ABSTRACT

Objective: To describe and identify the importance of different indicators of the aerobic and anaerobic fitness of male ultra-trail runners according to their level of participation (regional or national). **Methods:** Forty-four male ultra-trail runners were assessed (36.5 ± 7.2 years). They were classified as regional ($n=25$) and national ($n=19$). Wingate test was used to assess the anaerobic pathway. A progressive incremental running test was performed and ventilatory thresholds registered, in parallel to heart rate and lactate concentration at the end of the protocol. Comparison between groups was performed using independent samples *t*-test. **Results:** No significant differences were found between outputs derived from Wingate test. For aerobic fitness, while examining absolute values, differences were uniquely significant for the second ventilatory threshold (ultra-trail regional runners: $3.78 \pm 0.32 \text{L}\cdot\text{min}^{-1}$; ultra-trail national runners: $4.03 \pm 0.40 \text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ $p < 0.05$). Meantime, when aerobic fitness was expressed per unit of body mass, differences were significant for the second ventilatory threshold (ultra-trail regional runners: $50.75 \pm 6.23 \text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; ultra-trail national runners: $57.88 \pm 4.64 \text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ $p < 0.05$) and also maximum volume of oxygen (ultra-trail regional runners: $57.33 \pm 7.66 \text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; ultra-trail national runners: $63.39 \pm 4.26 \text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ $p < 0.05$). **Conclusion:** This study emphasized the importance of expressing physiological variables derived from running protocols per unit of body mass. Also, the second ventilatory threshold appears to be the best and the only aerobic fitness variable to distinguish between trail runners according to competitive level. Maximal oxygen uptake seems of relative interest to distinguish between long distance runners according to competitive level.

Keywords: Physical exertion/physiology; Running; Exercise test; Oxygen consumption; Anaerobic threshold

INTRODUÇÃO

A corrida em todo terreno (ou em trilha, *trail run*) costuma ser praticada geralmente em locais montanhosos, com subidas e descidas e, ao contrário da corrida *cross-country*, não figura entre as modalidades reconhecidas pela *International Association of Athletics Federation* (IAAF). O esporte contempla uma ampla gama de distâncias, incluindo corridas curtas até ultralongas ($< 42 \text{km}$ e $> 100 \text{km}$, respectivamente)⁽¹⁾ e vem atraindo progressivamente maior número de participantes.⁽²⁾ Pese a popularidade crescente do esporte, as pesquisas na área ainda são escassas.

A aptidão aeróbica parece ser um determinante óbvio do desempenho de corredores de meia e longa distância,⁽³⁾ embora o consumo máximo de oxigênio seja considerado menos importante nas descidas.⁽⁴⁾ A variação de terreno, principalmente no que se refere ao grau de inclinação do percurso, pode impor grandes exigências sobre a via metabólica anaeróbica. A percentagem de utilização da frequência cardíaca (FC) máxima e o consumo de oxigênio sofrem substancial variação intra

e interindividual em atividades esportivas de competição. Estudo recente⁽⁵⁾ descreveu o perfil fisiológico de participantes de uma ultramaratona de montanha de 65km, com 4.000m de ganho acumulado (altitude), tendo por base dados relativos a uma amostra de 23 corredores amadores. A FC foi monitorada durante a corrida, e a intensidade foi definida de acordo com o limiar ventilatório (LV) como zonas I ($< VT_1$), II (entre VT_1 e VT_2) e III ($> VT_2$). O tempo médio de prova no estudo em questão foi de 11,8 horas ($\pm 1,6$ hora), com as seguintes intensidades médias de corrida: 85,7% na zona I, 13,9% na zona II e 0,4% na zona III. Os dados referentes à variação de intensidade parecem fundamentais nas estratégias de competição e nos objetivos de treino, com implicações no que diz respeito às necessidades nutricionais.

A literatura dedicada ao esporte aborda alguns tópicos, como desempenho muscular,⁽⁶⁾ lesão muscular,⁽⁷⁾ fadiga central e falta de sono,⁽⁸⁾ além de risco de lesões musculoesqueléticas.⁽⁹⁾ Recentemente, Yargic et al.,⁽¹⁰⁾ analisaram a variação aguda de moléculas (interleucina – IL – 6, IL-15 e Hsp72) dotadas de efeitos importantes sobre o metabolismo glicolítico e da gordura em corredores de trilhas de longa distância. Outro estudo⁽¹¹⁾ descreveu as características biomecânicas de corredores de trilhas de curta distância e seus respectivos desempenhos. No entanto, faltam estudos comparando corredores de trilha de ultradistância (UTR - *ultra trail runners*) de acordo com os níveis competitivos nacional (UTR-N) ou regional (UTR-R). A eficiência na conversão de energia metabólica em potência mecânica é um dos principais determinantes do desempenho em esportes de longa duração (*endurance*).⁽¹²⁾ Nos triatlos de ultra *endurance*, as intensidades médias de FC decrescem progressivamente da corrida para o ciclismo para a natação.⁽¹³⁾ Não surpreendentemente, o índice de desistência em competições costuma ser alto⁽¹⁴⁾ principalmente devido a estratégias inadequadas relativamente ao ritmo (isto é, seleção da melhor intensidade do exercício). No caso dos corredores de trilha, as variações de custo energético associadas às diferentes condições de terreno (principalmente à inclinação) dificultam a estimativa da velocidade de corrida.

Intuitivamente, parece ter interesse para corredores de trilha de longa distância saber o relevo do volume máximo de oxigênio ($VO_2\text{max}$) para esforços prolongados de resistência, como a corrida em trilhas, nos quais o consumo de oxigênio não é máximo. À luz das informações disponíveis, este estudo pretende delinear o perfil de corredores de trilha que competem nas categorias regional ou nacional e, adicionalmente, determinar a importância de diferentes indicadores de aptidão

aeróbica e anaeróbica na diferenciação dos atletas, de acordo com o nível competitivo. É colocada a hipótese de outros parâmetros marcadores da aptidão nas vias metabólicas, e não concretamente o VO_2max , serem relevantes para a diferenciação de corredores de longa distância de acordo com o nível competitivo.

OBJETIVO

Descrever e comparar indicadores de aptidão metabólica em corredores de trilhas de longa distância (*ultra trail running*) adultos do sexo masculino, de acordo com o nível de competição (regional ou nacional).

MÉTODOS

Desenho experimental e exigências éticas

Estudo comparativo transversal conduzido no Laboratório de Biocinética localizado no Estádio Universitário de Coimbra e em conformidade com os padrões éticos da medicina esportiva.⁽¹⁵⁾ Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade de Coimbra (CE/FCDEF-UC/00102014). A participação foi voluntária, e os participantes foram devidamente informados a respeito da natureza e dos objetivos do estudo. Todos os participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Amostra

Os participantes foram recrutados por conveniência. O tamanho amostral foi semelhante ao de estudos prévios com corredores de trilhas.^(1,6,10,11) A amostra final incluiu 44 UTRs adultos do sexo masculino (idade cronológica média: $36,5 \pm 7,2$ anos). Os seguintes critérios de inclusão foram adotados: dois ou mais anos de prática e competição no esporte; ter participado de competições regionais ou nacionais organizadas pela Associação Trail Running Portugal; e com no mínimo cinco competições na temporada anterior. Corredores com histórico de lesão musculoesquelética e com perda de tempo de treino nos 2 meses que antecederam o estudo foram excluídos. A amostra foi dividida em dois grupos, segundo o nível competitivo: UTR-R e UTR-N. O grupo UTR-R incluiu corredores que não recebiam orientação formal de treinadores credenciados ou aconselhamento voltado para a conquista de objetivos competitivos no âmbito do *ranking* nacional. O grupo UTR-N incluiu corredores que treinavam sistematicamente sob orientação profissional e qualificados para o *ranking* nacional com participação em provas de âmbito internacional. Os dados referentes à experiência de treinamento foram coletados por meio de entrevistas.

Antropometria

A massa corporal e a estatura foram mensuradas com margem de 0,1kg e 0,1cm empregando-se uma balança (SECA, modelo 770, Hanover, MD, USA) e um estadiômetro (Harpenden, modelo 98.603, Holtain, Crosswell, UK), respectivamente.

Aptidão aeróbica

O consumo de oxigênio foi determinado por meio do teste incremental de esforço de corrida em esteira mecânica (Quasar, HP Cosmos, Germany). O fluxo e o volume foram calibrados empregando-se seringa de 3L antes de cada teste (Hans Rudolph, Kansas City, MO, USA). O analisador de gases (dióxido de carbono e oxigênio) (Quark, CPET, Cosmed, Italy) foi calibrado por meio de *kit* (Cosmed, UN1956, 560L, 2200 psi, 70F). A temperatura e a umidade do ar foram mensuradas empregando-se estação meteorológica portátil com termo-higrômetro (Oregon Scientific, Model BAR913HGA, Tualatin, USA). Todos os testes foram realizados na mesma hora do dia (pela manhã, entre 10 e 12 horas). O lactato final foi mensurado empregando-se analisador portátil (Lactate Pro2 Analyzer, Arcay, Inc.). Amostras de sangue ($25\mu\text{L}$) foram coletadas do polegar direito, empregando-se lanceta descartável (UniStik 2 Extra); as amostras foram coletadas durante o período de recuperação, imediatamente após o esforço máximo. Os atletas iniciaram o teste de esforço correndo por 2 minutos em velocidade de $8\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$, sob inclinação constante de 2%. Incrementos de velocidade de $1\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ foram feitos a cada minuto até a exaustão, sem alteração da inclinação.⁽¹⁶⁾ A FC foi registrada empregando-se monitor cardíaco (modelo T81 – CODED, Polar Electro, Finland). O consumo máximo de oxigênio foi definido pela observação de pelo menos quatro dos cinco critérios seguintes: taxa de troca respiratória (TTR) acima de 1,05; FC máxima acima de 95% do valor máximo estimado para a idade; *plateau* de VO_2 apesar do aumento da velocidade de corrida; percepção de exaustão (escala CR-10 de Borg); e concentração sanguínea de lactato $>8\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$. As seguintes variáveis foram retidas para análise subsequente: valores de VO_2 (VT_1 , VT_2 e valor máximo), FC máxima, TTR e lactatemia final.

Aptidão anaeróbica

O teste anaeróbico de Wingate de 30 segundos (WAnT) foi realizado em um cicloergômetro com sistema de travagem de fricção (Monark AB, modelo 894E Peak Bike, Varberg, Suécia) conectado a um microcomputador.

O ergômetro foi calibrado de acordo com as recomendações do fabricante. A resistência foi ajustada para 0,075kg por unidade de massa corporal. Os participantes foram inicialmente submetidos a um período de aquecimento de 3 minutos, seguido de uma série de exercícios de alongamento dos membros inferiores. Os participantes pedalarão a uma velocidade constante de 60rpm sob resistência mínima (*basket supported*) até o disparo do cronômetro. Durante o exercício, os participantes foram encorajados verbalmente pelos observadores. Os dados do teste anaeróbico de Wingate retidos neste estudo foram WAnT máximo (WAnT-Max) e WAnT médio (WAnT-Med).

Análise estatística

A confiabilidade das medidas antropométricas foi determinada com base no erro técnico da medida (ETM) e nos coeficientes de variação (%CV). As variáveis antropométricas foram mensuradas duas vezes em uma subamostra (n=13) para determinação do ETM, expresso nas mesmas unidades de medida e também na forma de porcentagem da média agrupada (%CV): estatura (ETM=0,37cm; %CV=0,21) e massa corporal (ETM=0,56kg; %CV=0,81). Dado o emprego de dois testes funcionais, não foi possível realizar controle de qualidade neste estudo. Parâmetros de estatística descritiva foram calculados para a amostra como um todo (média, erro padrão da média, intervalo de confiança de 95% e desvio padrão). A normalidade dos dados foi investigada empregando-se o teste de Kolmogorov-Smirnov. As comparações entre grupos foram baseadas no teste *t* para amostras independentes. O nível de

significância considerado foi de 95%. As análises estatísticas foram realizadas por meio do programa (SPSS), versão 25 para Windows (SPSS Inc., IBM Company, Armonk, NY, USA). As figuras foram criadas a partir do programa GraphPad Prism versão 5.03 (GraphPad Software, La Jolla, USA).

RESULTADOS

As características descritivas da amostra (idade cronológica, experiência de treinamento, estatura, massa corporal, resultados do WAnT e do teste aeróbico) foram resumidas na tabela 1. Todas as variáveis, exceto a experiência de treinamento, massa corporal e TTR, mostraram-se marginalmente dependentes com relação aos objetivos do estudo. Resumidamente, a amostra apresentou as seguintes características: média de idade de 36,5 anos e 4 anos de participação no esporte. As comparações de acordo com o nível competitivo não indicaram diferenças significativas entre UTRs-R e UTRs-N no que se refere à experiência de treinamento e à estatura (Tabela 2). Por outro lado, foram observadas diferenças médias moderadas de massa corporal, sendo os UTRs-R 5,5kg mais pesados do que os UTRs-N (Figura 1).

De forma geral, os UTRs-N tenderam a atingir melhores valores absolutos de potência (WAnT; Figura 2), LVs e VO₂max (Figura 3). As diferenças médias de LV₂ entre os grupos foram apenas moderadas (*t*=-2,238; *p*<0,05). Entretanto, após o ajuste dos valores de consumo de oxigênio no LV₂ para unidade de massa corporal, as diferenças entre os grupos tornaram-se grandes (*t*=-4,156; *p*<0,01). Na verdade, as diferenças foram

Tabela 1. Estatística descritiva dos dados da amostra (n=44): idade cronológica, experiência de treinamento, tamanho corporal, potência atingida no teste Wingate e resultados do teste incremental de corrida em esteira

Variável	Valor médio	Erro padrão	IC95%	Desvio padrão
Idade cronológica, anos	36,5	1,1	34,3-38,7	7,2
Experiência de treinamento, anos	4,0	0,4	3,1-4,8	2,8
Estatura, cm	174,4	1,0	172,3-176,5	6,9
Massa corporal, kg	73,0	1,5	70,1-76,0	9,6
WAnT-Max, Watt	820	24	776-872	157
WAnT-Med, Watt	587	13	562-615	86
Consumo de oxigênio: LV ₁ , L.min ⁻¹	2,93	0,06	2,79-3,05	0,4
Consumo de oxigênio: LV ₂ , L.min ⁻¹	3,87	0,06	3,75-4,00	0,4
Consumo de oxigênio: máximo, L.min ⁻¹	4,32	0,06	4,21-4,43	0,4
Frequência cardíaca máxima, batidas.min ⁻¹	175	1,5	172-178	9
TTR, L.min ⁻¹ / L.min ⁻¹	1,16	0,01	1,14-1,16	0,1
Lactato, mmol.L ⁻¹	10,9	0,3	10,23-11,6	2,0

IC95%: intervalo de confiança de 95%; WAnT-Max: potência máxima no teste Wingate; WAnT-Med: potência média no teste Wingate; LV₁: primeiro limiar ventilatório; LV₂: segundo limiar ventilatório; TTR: taxa de troca respiratória.

Tabela 2. Estatística descritiva (média±desvio padrão) por nível competitivo e comparações entre grupos dos dados de idade cronológica, experiência de treinamento, variáveis antropométricas e resultados dos testes funcionais empregados na avaliação das vias metabólicas

Variáveis dependentes Y_i	X: variáveis independentes		Diferença (IC95%)	Comparação	
	Regional (n=25)	Nacional (n=19)		Teste t de Student	
				Valor de t	Valor de p
Idade cronológica, anos	38,8±8,2	33,5±4,1	5,3 (1,5-9,1)	2,808	<0,01
Experiência de treinamento, anos	3,9±3,0	4,1±2,6	-0,2 (-1,9-1,6)	-0,199	0,84
Estatuta, cm	174,2±6,5	174,7±7,4	-0,5 (-4,8-3,7)	-0,243	0,81
Massa corporal, kg	75,4±10,5	69,9±7,6	5,5 (-0,2-11,2)	1,931	0,06
WAnT-Max, Watt	816±164	824±150	-7,3 (-104,8-90,2)	0,151	0,88
WAnT-Med, Watt	581±94	594±76	-13,6 (-66,8-39,6)	0,517	0,61
Consumo de oxigênio – LV ₁ , L.min ⁻¹	2,95±0,32	2,96±0,48	-0,0 (-0,3-0,2)	-0,071	0,94
Consumo de oxigênio – LV ₂ , L.min ⁻¹	3,78±0,32	4,03±0,40	-0,2 (-0,5-0,0)	-2,238	0,03
Consumo de oxigênio – máximo, L.min ⁻¹	4,26±0,35	4,40±0,36	-0,1 (-0,4-0,1)	-1,292	0,20
Frequência cardíaca máxima, batidas.min ⁻¹	173±10	176±7	-3 (-9-2)	-1,360	0,25
TTR	1,16±0,07	1,16±0,06	0,01 (-0,04-0,04)	-0,026	0,98
Lactato, mmol.L ⁻¹	11,42±1,83	10,27±2,04	1,1 (-0,2-2,5)	1,691	0,10
Consumo de oxigênio – LV ₁ , mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹	39,56±5,15	42,45±5,73	-2,9 (-6,2-0,5)	-1,736	0,09
Consumo de oxigênio – LV ₂ , mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹	50,75±6,23	57,88±4,64	-7,1 (-10,6-3,7)	-4,156	<0,01
Consumo de oxigênio – máximo, mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹	57,33±7,66	63,39±4,26	-6,1 (-9,8-2,3)	-3,287	0,02

IC95%: intervalo de confiança de 95%; WAnT-Max: potência máxima no teste Wingate; WAnT-Med: potência média no teste Wingate; LV₁: primeiro limiar ventilatório; LV₂: segundo limiar ventilatório; TTR: taxa de troca respiratória.

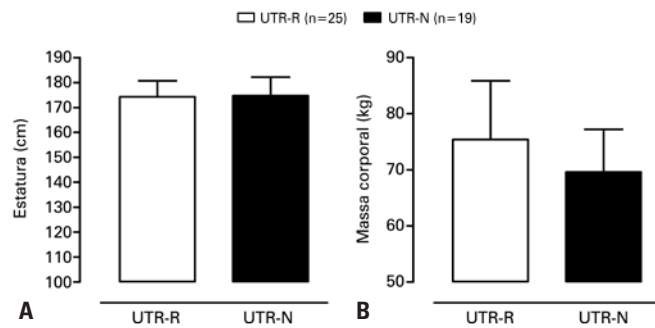


Figura 1. Estatura e massa corporal médias de acordo com o nível competitivo

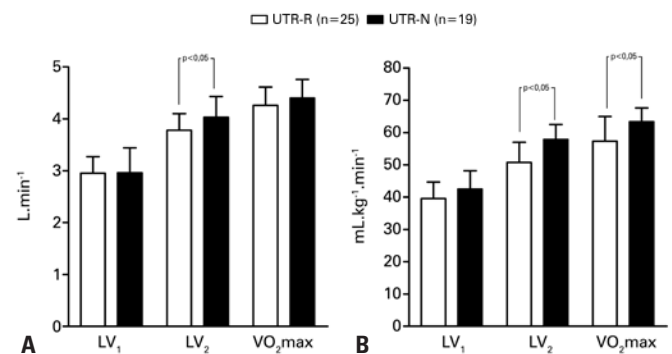


Figura 3. Valores médios das variáveis mensuradas durante o teste de esteira expressos em valores absolutos e normalizados para massa corporal, de acordo com o nível competitivo

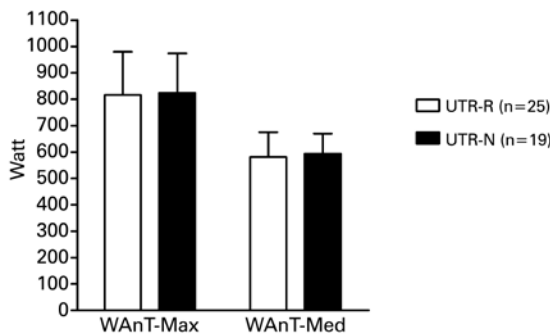


Figura 2. Valores médios de potência obtidos no teste Wingate de acordo com o nível competitivo

mais pronunciadas dependendo do formato com que foram expressos os parâmetros ventilatórios (VT₂ absoluto: p<0,05 VT₂ relativo: p<0,01) e VO₂max (VO₂max absoluto: não significativo; VO₂max relativo: p<0,05). A FC máxima, a TTR e o lactato sanguíneo não diferiram de forma significativa entre os dois grupos, apesar das diferenças médias de magnitude moderada na concentração de lactato, com valores mais baixos detectados no grupo UTR-N.

DISCUSSÃO

Este estudo transversal delineou o perfil de atletas adultos do sexo masculino praticantes de UTR de acordo com o nível competitivo (regional ou nacional), com base nos resultados de diferentes testes e em variáveis associadas às vias metabólicas. Os principais resultados sugerem que corredores do grupo UTR-N apresentaram menor massa corporal em valores absolutos e obtiveram melhores valores de consumo de oxigênio nas variáveis intermediárias do LV_2 . Os valores de consumo máximo de oxigênio não diferiram. Entretanto, as variáveis de consumo de oxigênio tenderam a diferir de forma mais pronunciada quando expressas em valores relativos (ajustados para massa corporal) do que quando expressas em valores absolutos, sugerindo a necessidade de controle adequado do peso corporal em corredores de longa distância.

As diferenças detectadas no LV_2 (valores absolutos) de acordo com o nível competitivo corroboram os dados disponíveis na literatura. O LV_2 , também chamado de ponto de compensação respiratória, é definido como o segundo ponto de quebra na resposta ventilatória em decorrência da acidose (queda do pH) causada pela produção de lactato (efeito insuficiente de tamponamento pelo bicarbonato).^(17,18) Diferenças de consumo absoluto de oxigênio entre corredores de distâncias médias ou longas já foram relatadas.⁽¹⁹⁾ Os dados deste estudo sugerem ainda que as diferenças detectadas entre UTRs de níveis competitivos contrastantes também podem refletir adaptabilidade, podendo ser, em parte, explicadas pelo fato de UTRs-N terem acesso a programas mais adequados de treinamento, incluindo acelerações e desacelerações rápidas ao longo da corrida, além de serem submetidos a avaliações de parâmetros morfológicos e fisiológicos com maior frequência.

Outros indicadores de desempenho em atividades de resistência utilizados neste estudo foram o limiar e a concentração de lactato (marcadores da prova na esteira para a via anaeróbica).⁽²⁰⁾ Concentrações mais baixas de lactato durante os testes sugerem maior capacidade do músculo de prevenir ou protelar a percepção de fadiga, uma vez que o acúmulo de lactato sanguíneo leva à exaustão precoce ou ao desenvolvimento de câimbras, fatores esses associados à desistência ou ao mau desempenho em ultramaratonas.⁽²¹⁾ A baixa concentração sanguínea de lactato detectada nos UTRs-N neste estudo corrobora estudos prévios em corredores de distâncias médias e longas.⁽²²⁾ Corredores de longa distância menos experientes tendem a manter um ritmo constante de corrida⁽⁵⁾ para evitar a produção de lactato, enquanto corredores com desempenho competitivo melhor tendem a variar o ritmo e apresentam melhor

recuperação após episódios curtos de exercício fora da zona aeróbica.

No presente estudo, os níveis de potência atingidos no teste Wingate (WAnT-Max e WAnT-Med) não diferiram de forma significativa entre UTRs-N e UTRs-R. O protocolo Wingate é frequentemente utilizado para se estimar a aptidão anaeróbica em diversos esportes.^(22,23) Sabe-se que corredores de médias e longas distâncias atingem valores menores de potência anaeróbica do que corredores de velocidade.^(12,24) Apesar das diferenças de treinamento entre corredores classificados para competir no nível nacional ou regional, o desempenho de ambos os grupos no teste Wingate foi semelhante neste estudo. A investigação de diferenças entre os dois grupos talvez reclame protocolos específicos de corrida, como tiros repetidos em alta velocidade. Em outras palavras, sendo um teste realizado em cicloergômetro, com o participante na posição sentada, o teste Wingate pode não ser ideal para discriminar UTRs.

Este estudo, ao comparar vias metabólicas entre UTRs de acordo com o nível competitivo (nacional ou regional), contribui para o conhecimento disponível em ciências do desporto. Entretanto, algumas limitações devem ser ressaltadas. Em primeiro lugar, o recrutamento voluntário de atletas gerou uma amostra pequena. Além disso, protocolos de avaliação de aptidão aeróbica que adotem velocidades iniciais diferentes (determinadas individualmente) podem ser necessários. Finalmente, é possível que a duração do exercício em cada patamar de velocidade não tenha sido suficiente para a avaliação da cinética do consumo de oxigênio. Estudos futuros também devem incluir coletas de sangue ao final do exercício em cada patamar de velocidade.⁽¹⁷⁾

CONCLUSÃO

Os treinos e as competições de corrida de ultradistância em trilhas exigem um componente aeróbico bem desenvolvido. Embora o consumo máximo de oxigênio seja considerado o melhor indicador de aptidão aeróbica, o mesmo não se confirmou como componente fundamental da aptidão da via aeróbica. Corredores de trilhas de ultradistância que competem em diferentes níveis parecem ter maior capacidade de ajustar o ritmo de corrida. Valores moderados a altos no segundo limiar ventilatório se mostraram vantajosos para a prática de atividades de resistência extrema. Corredores de trilha que competem no nível nacional obtiveram melhores resultados no segundo limiar ventilatório/ponto de compensação respiratória, o que sugere maior capacidade de resposta a episódios curtos de exercício de alta intensidade. Essa versatilidade mostrou-se específica para a corrida, sendo

este o padrão de esforço de eleição para avaliação da aptidão metabólica em corredores de trilha de ultra-distância, e não os protocolos baseados cicloergômetros. Finalmente, a aptidão aeróbica no esporte agora estudado mostrou-se associada à manutenção do peso corporal ideal, visto que as diferenças entre os grupos surgiram mais pronunciadas quando os parâmetros fisiológicos foram expressos por unidade de massa corporal. Novos estudos devem levar em conta a variação intraindividual de variáveis fisiológicas e desempenho competitivo.

AGRADECIMENTOS

PSS recebeu bolsa da Fundação para a Ciência e a Tecnologia (SFRH/BD/138608/2018), Lisboa, Portugal; DCC recebeu bolsa da Fundação para a Ciência e a Tecnologia (SFRH/BD/136193/2018), Lisboa, Portugal; DVM recebeu bolsa da Fundação para a Ciência e a Tecnologia (SFRH/BD/121441/2016), Lisboa, Portugal.

INFORMAÇÃO DOS AUTORES

Oliveira-Rosado J: <http://orcid.org/0000-0002-8671-3962>
 Duarte JP: <http://orcid.org/0000-0002-7536-9780>
 Sousa-e-Silva P: <http://orcid.org/0000-0001-8642-5947>
 Costa DC: <http://orcid.org/0000-0003-0926-6617>
 Martinho DV: <http://orcid.org/0000-0003-0825-4032>
 Sarmiento H: <http://orcid.org/0000-0001-8681-0642>
 Valente-dos-Santos J: <http://orcid.org/0000-0003-0980-0269>
 Rama LM: <http://orcid.org/0000-0002-9619-8618>
 Tavares OM: <http://orcid.org/0000-0002-1437-0307>
 Conde J: <http://orcid.org/0000-0002-2225-8569>
 Castanheira J: <http://orcid.org/0000-0002-3552-2912>
 Soles-Gonçalves R: <http://orcid.org/0000-0002-6118-0338>
 Agostinete RR: <http://orcid.org/0000-0001-8420-7225>
 Coelho-e-Silva MJ: <http://orcid.org/0000-0003-4512-7331>

REFERÊNCIAS

- Ehrström S, Tartaruga MP, Easthope CS, Brisswalter J, Morin JB, Vercruyssen F. Short trail running race: beyond the classic model for endurance running performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2018;50(3):580-8.
- Hoffman MD, Wegelin JA. The Western States 100-Mile Endurance Run: participation and performance trends. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(12):2191-8.
- Townshend AD, Worringham CJ, Stewart IB. Spontaneous pacing during overground hill running. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42(1):160-9.
- Born DP, Stöggel T, Swarén M, Björklund G. Near-infrared spectroscopy: more accurate than heart rate for monitoring intensity in running in hilly terrain. *Int J Sports Physiol Perform.* 2017;12(4):440-7.
- Fornasiero A, Savoldelli A, Fruet D, Boccia G, Pellegrini B, Schena F. Physiological intensity profile, exercise load and performance predictors of a 65-km mountain ultra-marathon. *J Sports Sci.* 2018;36(11):1287-95.
- Easthope CS, Hausswirth C, Louis J, Lepers R, Vercruyssen F, Brisswalter J. Effects of a trail running competition on muscular performance and efficiency in well-trained young and master athletes. *Eur J Appl Physiol.* 2010;110(6):1107-16.
- Giandolini M, Vernillo G, Samozino P, Horvais N, Edwards WB, Morin JB, et al. Fatigue associated with prolonged graded running. *Eur J Appl Physiol.* 2016;116(10):1859-73. Review.
- Messier SP, Martin DF, Mihalko SL, Ip E, DeVita P, Cannon DW, et al. A 2-Year Prospective Cohort Study of Overuse Running Injuries: The Runners and Injury Longitudinal Study (TRAILS). *Am J Sports Med.* 2018;46(9):2211-21.
- Hoffman MD. Injuries and Health Considerations in Ultramarathon Runners. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2016;27(1):203-16. Review.
- Yargic MP, Torgutalp S, Akin S, Babayeva N, Torgutalp M, Demirel HA. Acute long-distance trail running increases serum IL-6, IL-15, and Hsp72 levels. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2019;44(6):627-31.
- Björklund G, Swarén M, Born DP, Stöggel T. Biomechanical Adaptations and Performance Indicators in Short Trail Running. *Front Physiol.* 2019;10:506.
- Joyner MJ, Coyle EF. Endurance exercise performance: the physiology of champions. *J Physiol.* 2008;586(1):35-44. Review.
- Barrero A, Erola P, Bescós R. Energy balance of triathletes during an ultra-endurance event. *Nutrients.* 2014;7(1):209-22.
- Wegelin JA, Hoffman MD. Variables associated with odds of finishing and finish time in a 161-km ultramarathon. *Eur J Appl Physiol.* 2011;111(1):145-53.
- Harriss DJ, Atkinson G. Ethical Standards in Sport and Exercise Science Research: 2016 Update. *Int J Sports Med.* 2015;36(14):1121-4.
- Pierce SJ, Hahn AG, Davie A, Lawton EW. Prolonged incremental tests do not necessarily compromise VO2max in well-trained athletes. *J Sci Med Sport.* 1999;2(4):356-63.
- Dekerle J, Baron B, Dupont L, Vanvelcenaher J, Pelayo P. Maximal lactate steady state, respiratory compensation threshold and critical power. *Eur J Appl Physiol.* 2003;89(3-4):281-8.
- Meyer T, Faude O, Scharhag J, Urhausen A, Kindermann W. Is lactic acidosis a cause of exercise induced hyperventilation at the respiratory compensation point? *Br J Sports Med.* 2004;38(5):622-5.
- Rabadán M, Díaz V, Calderón FJ, Benito PJ, Peinado AB, Maffulli N. Physiological determinants of speciality of elite middle- and long-distance runners. *J Sports Sci.* 2011;29(9):975-82.
- Bassett DR Jr, Howley ET. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(1):70-84. Review.
- Hoffman MD, Stuempfle KJ. Muscle Cramping During a 161-km Ultramarathon: Comparison of Characteristics of Those With and Without Cramping. *Sport Med Open.* 2015;1(1):24.
- Baumann CW, Wetter TJ. Aerobic and Anaerobic Changes In Collegiate Male Runners Across A Cross-County Season. *Int J Exerc Sci.* 2010;3(4):225-32.
- Driss T, Vandewalle H. The measurement of maximal (anaerobic) power output on a cycle ergometer: a critical review. *Biomed Res Int.* 2013;2013:589361. Review.
- Legaz-Arrese A, Munguía-Izquierdo D, Carranza-García LE, Torres-Dávila CG. Validity of the Wingate anaerobic test for the evaluation of elite runners. *J Strength Cond Res.* 2011;25(3):819-24.