

# Comparação entre a demanda cardiopulmonar na caminhada e na corrida durante a velocidade de transição

Thais V. Souza<sup>1</sup>, Verônica S. Scherer<sup>1</sup>, Fabrício Edler Macagnan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Acadêmica do Curso de Fisioterapia da Faculdade de Enfermagem, Nutrição e Fisioterapia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS); <sup>2</sup>Doutor em Clínica Médica e Ciências da Saúde (PUCRS). Professor do Curso de Fisioterapia (PUCRS).

*thais\_valiente2005@hotmail.com; venhonca@hotmail.com; fmacagnan@puers.br*

## RESUMO

**Objetivo:** Verificar se, em velocidade constante, o gesto motor da corrida exige maior demanda cardiopulmonar do que o da marcha. **Metodologia:** Foram estudados oito jovens, cinco homens e três mulheres (idade =  $20,3 \pm 1,2$  anos; peso =  $66,1 \pm 13,4$  kg; altura =  $172,5 \pm 13,8$  cm; IMC =  $22,1 \pm 2,3$ ). Os indivíduos caminharam o mais rápido possível numa esteira ergométrica, sem inclinação, sendo que a velocidade foi continuamente aumentada. A velocidade que antecedeu o início da corrida foi considerada como a máxima velocidade de caminhada (VMC). A velocidade de transição (VT) foi definida como 80% da VMC (VT =  $121,7 \pm 10,6$  m/min). Em VT os voluntários caminharam por 4 minutos e depois, na mesma velocidade, iniciaram a corrida, por mais 4min. O  $VO_2$  (consumo de oxigênio) foi analisado e registrado. Os valores obtidos foram comparados pelo teste t pareado de Student. **Resultados:** Observamos que o  $VO_2$  foi 6,7% maior ( $p < 0,02$ ) durante a corrida. Por outro lado, as variações na ventilação minuto (VE), produção de  $CO_2$  ( $VCO_2$ ) e a frequência cardíaca (FC) não foram significativas ( $VO_2 = 26,6 \pm 4 \times 28,4 \pm 2,8$  ml.Kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>; VE =  $53 \pm 17,3 \times 54,1 \pm 10,5$  l/min;  $VCO_2 = 26,4 \pm 5,4 \times 27,1 \pm 3,8$  ml.Kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>; FC =  $154 \pm 14 \times 162 \pm 15$  bpm; caminhada x corrida respectivamente). **Conclusão:** O pequeno aumento no  $VO_2$  induzido pela corrida indica que o consumo de oxigênio depende mais da velocidade do que do gesto, e, portanto, a demanda cardiopulmonar em VT é praticamente a mesma durante a caminhada e a corrida.

**Palavras-chave:** Consumo de oxigênio, caminhada, corrida.

## Abstract

**Objective:** Determine whether, in a constant speed, the motor movement of running requires more cardiopulmonary demand than the movement of walking. **Methods:** We studied eight young people, five men and three women (age =  $20.3 \pm 1.2$  years, weight =  $66.1 \pm 13.4$  kg, height =  $172.5 \pm 13.8$  cm, BMI =  $22.1 \pm 2.3$ ). The subjects were encouraged to walk as fast as possible. The treadmill remained without incline and speed was continuously increased. The speed prior to the start of the run was considered the maximum walking speed (MWS). The speed of transition (TS) was defined as 80% of MWS (TS =  $121.7 \pm 10.6$  m/min). After 4min walking in TS volunteers began to run for 4min. The  $VO_2$  (oxygen consumption) was analyzed and recorded. Data obtained in both walking and running in TS were compared by t-pair test Student. **Results:** Statistics showed that  $VO_2$  was 6.7% higher ( $p < 0.02$ ) during the run. Moreover, minute ventilation (MV),  $CO_2$  production ( $VCO_2$ ) and heart rate (HR) weren't significantly different. ( $VO_2 = 26,6 \pm 4 \times 28,4 \pm 2,8$  ml.Kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>; MV =  $53 \pm 17,3 \times 54,1 \pm 10,5$  l/min;  $VCO_2 = 26,4 \pm 5,4 \times 27,1 \pm 3,8$  ml.Kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>; CF =  $154 \pm 14 \times 162 \pm 15$  bpm; walking x running, respectively). **Conclusion:** The small increase in  $VO_2$  observed during the run in TS indicates that probably  $VO_2$  depends more on the speed than the motor movement and, therefore, cardiopulmonary demand in Gait Transition Speed is almost the same during walking and running.

**Key Works:** Oxygen consumption, walking, running.

## INTRODUÇÃO

Duas habilidades motoras muito difundidas no dia-a-dia são a caminhada e a corrida. Ambas exigem um determinado grau de coordenação da musculatura esquelética e demandam um grande consumo de energia. Conforme há o aumento da velocidade, atinge-se um valor crítico, no qual o indivíduo pode optar entre a caminhada e a corrida, esse valor varia entre 6,7 km/h e 8,1 km/h (1,2). Conceitua-se essa velocidade como de transição (VT), um evento abrupto caracterizado pela substituição de uma fase de apoio duplo, presente na marcha, por uma fase de voo, presente na corrida. Diversos fatores influenciam a VT como as características antropométricas, nível de condicionamento físico, duração e percepção da intensidade do esforço (3).

A caminhada e a corrida são formas de locomoção essenciais para a execução tanto de exercícios desportivos quanto na prevenção e reabilitação das alterações cardiopulmonares e metabólicas. Com isto, a ciência do esporte tem evoluído nestes últimos anos, porém, com os avanços tecnológicos, o indivíduo realiza cada vez menos atividades físicas. E há o surgimento de doenças ligadas ao sedentarismo como obesidade, diabetes e hipertensão. O sedentarismo mostra-se como fator de risco em doenças crônicas adquiridas (4, 5) e com prevalência elevada em diversos países (6). Dentre elas, a obesidade vem sendo cada vez mais observada entre a população. O sobrepeso gera alterações no aparelho musculoesquelético podendo modificar a postura estática e dinâmica. Sendo assim, programas preventivos vêm sendo investigados e têm como base hábitos alimentares saudáveis e a prática regular de exercício físico.

Os exercícios aeróbicos são utilizados para o condicionamento cardiopulmonar e musculoesquelético. Frequentemente utiliza-se a caminhada para indivíduos com menor competência cardiopulmonar, comprometimento osteomioarticular ou com indicação de monitoração eletrocardiográfica e de pressão arterial, enquanto a corrida é indicada para os indivíduos melhor condicionados (7).

O índice que melhor representa a capacidade funcional do sistema cardiorrespiratório é o  $VO_2$ . Esse é definido como a taxa de oxigênio captada, transportada e usada pela musculatura (7, 8, 9). Segundo Garrett et al, (6, 10) o  $VO_2$  é adversamente afetado pela idade, diferença no tamanho corporal, massa muscular, extremidades envolvidas (braços *versus* pernas), idade, sexo, nível costumeiro de atividade, condição física e treinamento atlético.

Os mecanismos envolvidos na VT ainda não estão completamente compreendidos e sua utilização na prescrição de exercícios é ainda pouco explorada (11).

Considerando o exposto acima, o presente estudo objetivou verificar se, durante a VT, o gesto motor da corrida exige maior demanda cardiopulmonar do que o gesto motor da marcha em um grupo de indivíduos jovens hígidos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Sujeitos

Este é um estudo retrospectivo que utiliza um banco de dados coletados nas atividades práticas realizadas no Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Atividade Física – LAPAFI/PUCRS. Foram analisados os dados coletados de 8 indivíduos hígidos, ativos e aptos para realizar a prática na esteira (5 homens) com idade entre 19 e 22 anos.

### Experimento

O teste foi realizado em dois momentos. Primeiramente, foi determinada a máxima velocidade de caminhada (VMC). O teste iniciou com caminhada em esteira ergométrica (Inbrasport® SATL) que permaneceu sem inclinação durante toda a coleta. A velocidade foi incrementada até o início da corrida. O momento no qual o indivíduo iniciou a corrida determinou-se a VMC. A partir da VMC foi determinada a VT, e se estabeleceu que VT representa 80% da VMC (tabela 1). Em um segundo momento, após a determinação da VT, foi solicitado aos voluntários que caminhassem por 4 minutos e, posteriormente, corresse mais 4 minutos na VT. Durante os oito minutos do teste, a velocidade permaneceu inalterada. No decorrer do teste, as variáveis ergoespirométricas e a FC foram constantemente registradas pelo sistema de análises metabólicas  $VO_{2000}$ ® da Medicgraphs®. Antes de todos os testes, o sistema foi calibrado com gás ambiente. Os dados foram armazenados no sistema de teste de esforço cardiopulmonar ErgoPC Elite® versão 3.1 da MICROMED®.

### Análise estatística

Foi utilizada estatística descritiva (média  $\pm$  desvio-padrão) para caracterização da amostra. As variáveis dependentes ( $VO_2$ ,  $VCO_2$ , Ventilação Minutos [VE] e Frequência Cardíaca [FC]) foram comparadas entre a caminhada e corrida através do teste t pareado de Student, no qual o ponto de corte adotado para determinação de significância foi de  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

A tabela 1 apresenta as principais características morfofuncionais da amostra.

**Tabela 1:** Caracterização da Amostra.

Idade (anos)	20,3 ± 1,2
Peso (Kg)	66,1 ± 13,4
Altura (cm)	172,5 ± 13,9
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	22,1 ± 2,3
VMC (Km/h)	8,7 ± 0,7
VT (Km/h)	7,3 ± 0,6
VT (m/min)	121,7 ± 10,6

Os dados representam a média ± desvio-padrão das variáveis: IMC = Índice de Massa Corporal (Kg/m<sup>2</sup>). VMC = Máxima Velocidade de Caminhada (Km/h). VT = Velocidade de Transição (Km/h - m/min).

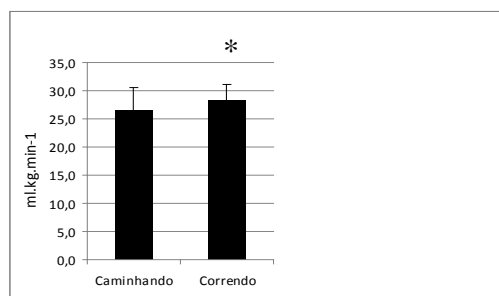
Como podemos observar, os voluntários são jovens e estão dentro da média de normalidade para índice de massa corporal (IMC). Em relação à VT, a média foi de 7,3 ± 0,6 km/h.

**Tabela 2:** Comportamento das variáveis ergoespirométricas.

	Caminhando	Correndo	Δ %
VE (l/m)	53,0 ± 17,3	54,1 ± 10,5	2,0
VO <sub>2</sub> (ml.Kg.min-1)	26,6 ± 4,0	28,4 ± 2,8*	6,7*
VCO <sub>2</sub> (ml.Kg.min-1)	26,4 ± 5,4	27,1 ± 3,8	2,6
FC (Bpm)	154 ± 14	162 ± 15	5,1

Os dados representam a média, o desvio padrão da média e a variação percentual entre as duas situações (caminhada e corrida). O teste t de Student foi utilizado para comparar as duas situações.  
\* = p < 0,02.

Observamos que o VO<sub>2</sub> foi 6,7% maior (p<0,02) durante a corrida. Por outro lado, as variações na ventilação minuto (VE), produção de CO<sub>2</sub> (VCO<sub>2</sub>) e a frequência cardíaca (FC) não foram significativas entre os gestos motores caminha e corrida.



**Gráfico 1:** Consumo de oxigênio na velocidade de transição (VT). Os dados estão expressos como média e desvio padrão da média. O teste t de Student foi utilizado para comparar as duas situações. \* = p < 0,02.

## DISCUSSÃO

O principal achado do presente estudo foi a constatação de que a demanda cardiopulmonar na VT praticamente independe do gesto motor (caminhar/correr). Esse resultado se assemelha aos estudos de Monteiro et al. (3) e Santos et al. (7), que suportam a hipótese de que a forma de locomoção não induz diferenças significativas

sobre as variáveis cardiorrespiratórias na faixa de velocidade correspondente a VT.

Entretanto, outro ponto importante a ser salientado, é que na literatura as fórmulas utilizadas para estimar o VO<sub>2</sub> preconizam que a corrida depende o dobro do consumo de oxigênio quando comparado com a caminhada, conforme descrito na fórmula proposta por Astrand (12).

$$VO_2 \text{ ml.Kg}^{-1}.\text{min}^{-1} = \text{Velocidade (m/min)} \times 0,1 + 3,5 \text{ para caminhada}$$

$$VO_2 \text{ ml.Kg}^{-1}.\text{min}^{-1} = \text{Velocidade (m/min)} \times 0,2 + 3,5 \text{ para corrida}$$

No entanto, se a velocidade se mantiver constante e dentro de uma faixa na qual o indivíduo possa escolher entre caminhar e correr (VT), o consumo de oxigênio é apenas 6,7% maior e, sendo assim, não representa o dobro do consumo observado na caminhada. Portanto, é possível que essa fórmula não se aplique em situações nas quais a velocidade fique dentro dos limites da VT, pois ela superestima o gasto de VO<sub>2</sub> nessa faixa de locomoção. Complementando esses achados, Monteiro et al. (3) observaram que as respostas de FC e VO<sub>2</sub> tendem a se elevar com o incremento das velocidades, contudo, essas modificações são ocasionadas somente acima da VT.

A VT é uma variável protocolo - dependente (13) e, sendo assim, precisa ser testada em cada indivíduo de forma fidedigna. Os resultados deste estudo foram compatíveis à faixa descrita na literatura (6,0 km/h a 8,1 km/h) (1, 3, 13). Todavia, o que desencadeia a transição do gesto motor ainda não está totalmente esclarecido (14), havendo muitas hipóteses para seu surgimento (15,16). Entre essas, há teorias que interligam a transição do gesto motor à prevenção de fadiga muscular. A fadiga precisa ser evitada durante a realização de exercícios aeróbicos, principalmente em indivíduos que apresentam alterações no sistema musculoesquelético, pois a impactação é dissipada através da musculatura (17, 19).

O impacto que ocorre durante a marcha está relacionado com lesões e a efeitos negativos, desde que foram observados estudos associando a osteoartrite com a atividade física (18). Assim, apontamentos mostram que o efeito cumulativo da carga dinâmica pode causar desgastes e lacerações de tecidos articulares. Na corrida, a sobrecarga do sistema musculoesquelético tende a ser maior quando comparado a caminhada, pois a fase de voo da corrida aumenta a sobrecarga nos membros inferiores no momento em que o peso corporal fica a cargo de apenas um dos membros. Isso pode acarretar sobrecarga de peso e de impacto nas articulações. Sendo assim, se as estruturas dos membros inferiores não estiverem adequadamente preparadas ou aptas para absorver a força de

impacto gerada na corrida, poderá haver desconforto e dor (19).

Analisando esse aspecto, Santos et al. (20), avaliaram a alteração da velocidade da marcha de 4 para 6 km/h. Os resultados demonstram um aumento do impacto entre o aparelho locomotor e o solo à medida que ocorrem incrementos na velocidade. Então, de forma prática, o aumento na velocidade pode induzir sobrecarga ao esqueleto e às articulações, que em condições inadequadas pode estar relacionado a manifestações de lesões.

Mesmo com o risco de causar danos a saúde osteomioarticular, precisa-se considerar que a inatividade física é o fator primordial para a mortalidade, morbidade e diminuição da habilidade funcional dos indivíduos. Sendo assim, a prática de exercícios é fundamental. Estudos apontam que adultos sedentários se beneficiam com atividade física de moderada intensidade praticadas diariamente por 30 minutos (21).

A partir do exposto acima, verifica-se que embora existam forças impactantes na caminhada, elas se elevam durante a corrida. Logo, a caminhada gera menores chances de ocasionar lesões e, quando realizada em VT, podem proporcionar um bom treinamento do sistema cardiopulmonar. Portanto, esses dados reforçam o conceito de que a caminhada é um ótimo exercício físico, tanto para indivíduos saudáveis, quanto para populações especiais: idosos, portadores de doenças cardiovasculares e metabólicas. Sendo assim, a caminhada pode ser adotada como estratégia relevante no início de um programa de condicionamento físico, pois caminhar em VT exige do sistema cardiovascular praticamente a mesma demanda observada durante a corrida em VT, com a vantagem de minimizar o impacto sobre as articulações dos membros inferiores.

Analisando os dados disponíveis, verificamos a necessidade de se realizarem estudos mais aprofundados para determinar equações de predição de consumo de oxigênio em VT. Isso por que, a partir da fórmula preconizada por Astrand, observa-se que os valores de  $VO_2$  são muito diferentes dos que registramos no nosso estudo sendo que isso vale tanto para a caminhada quanto para a corrida.

## CONCLUSÃO

A demanda cardiopulmonar em velocidade de transição é praticamente a mesma durante a caminhada e a corrida. Esses resultados suportam a idéia de que a demanda cardiopulmonar depende mais da velocidade do que do gesto motor.

## REFERÊNCIAS

[1] SARTORATO R, Oliveira CG, Nadal J. Influência do regime permanente na análise

eletromiográfica aplicada à transição da caminhada para a corrida; In: 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica. Rio de Janeiro. p.1315-17.

[2] SARTORATO R. Análise mecânica e metabólica da transição entre a caminhada e a corrida [dissertação]. Rio de Janeiro (RJ): Universidade Federal do Rio de Janeiro; 2008.

[3] MONTEIRO WD, Araújo CGS. Respostas cardiorrespiratórias e perceptivas para as mesmas velocidades de caminhada e corrida. Arq Bras Cardiol. 2009;93(3): 418-25.

[4] BAUMAN AE. Updating the evidence that physical activity is good for health: an epidemiological review 2000-2003. J Sci Med Sport. 2004;7(1):6-19.

[5] U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES (HHS). Physical activity and health: a report of the surgeon general. Atlanta;1996.

[6] GARRETT ME, Kirkendall DT. A ciência do exercício e dos esportes. Porto Alegre: Artmed; 2003.

[7] SANTOS TM, Furtado LFL, Ribeiro LG, Cabral LF, Novaes JS. Comparação entre as modalidades de caminhada e corrida na predição do consumo máximo de oxigênio. Rev Bras Med Esporte. 2008;14(5): 412-15.

[8] NOAKES TD. Physiological models to understand exercise fatigue and the adaptations that predict or enhance athletic performance. Scand J Med Sci Sports. 2000;(10):123-45.

[9] PAAVOLAINEN L, Hakkinen K, Hamalainen I, Nummela A, Rusko H. Explosive-strength training improves 5-km running time by improving running economy and muscle power. J Appl Physiol. 1999;(86):1527-33.

[10] MARTINEZ-GONZALEZ MA, Varo JJ, Santos JL, De Irala J, Gibney M, Kearney J, et al. Prevalence of physical activity during leisure time in the European Union. Med Sci Sports Exerc. 2001;33(7):1142-6.

[11] MONTEIRO WD. Transição caminhada corrida: estudo dos mecanismos envolvidos na regulação da locomoção e subsídios para prescrição do exercício aeróbio [tese]. Rio de Janeiro (RJ): Universidade Gama Filho; 2003.

[12] TEBEXRENI AS, Lima EV, Tambeiro VL, Neto TLB. Protocolos tradicionais em ergometria, suas aplicações práticas "versus" protocolo de rampa. Rev Soc Cardiol. 2001;11(3):519-28.

[13] MONTEIRO WD, Araújo CGS. Transição caminhada-corrida: considerações fisiológicas e perspectivas para estudos futuros. Rev Bras Med Esporte. 2001; 7(6): 207-22.

[14] ROTSTEIN A, Berginsky T, Inbar O, Meckel Y. Preferred transition speed between walking and running: effects of training status. Med Sci Sports Exerc. 2005;37(11):1864-70.

- [15] DIEDRICH FJ, Warren WH. Why change gaits? Dynamics of the walk-run transition. *J Exp Psychol.* 1995;21(1):183-202.
- [16] HRELJAC A, Marshall RN, Hume PA. Evaluation of lower extremity overuse injury potential in runners. *Med Sci Sports Exerc.* 1993;32(9):1635-41.
- [17] GUISANDE TP, Mochizuki L. Força de impacto e marcha militar: estudo descritivo. *R. Educ. Tecn. Apl. Aeron.* 2009;1(2):117-23.
- [18] RANDIN EL, Paul IL, Rose RM. Mechanical factors in the a etiology of osteoarthritis. *Ann. Rheum. Dis* 1975;(33):132-50.
- [19] VOLOSHIN AS. Propagação do impacto e seus efeitos sobre o corpo humano In: Zatsiorsky, VM. *Biomecânica no esporte: performance do desempenho e prevenção de lesão.* Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2004. p. 452-459.
- [20] SANTOS JOL, Palhano R, Detânico RC, Hauptenthal A, Melo SIL. Análise das variáveis cinéticas da marcha em duas diferentes velocidades. *Rev. Tecnicouro.* 2007;(226):46-49.
- [21] ASTRAND P, Rodahl K, Stromme SB. *Tratado de fisiologia do trabalho – bases fisiológicas do exercício.* 4ª edição. São Paulo: Artmed; 2006.