

Análise da cinemática da marcha em sujeitos saudáveis após protocolo de fadiga global

Análise da marcha após protocolo de fadiga

Eduardo Carraro Armiliato<sup>1</sup>, Filipe Queiroz Triches<sup>1</sup>, Leandro Viçosa Bonetti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Acadêmicos do Curso de Fisioterapia, Universidade de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.

<sup>2</sup>Professor do Curso de Fisioterapia, Universidade de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.

Autor de Correspondência: Leandro Viçosa Bonetti

Endereço: Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130, Bloco 70, Caxias do Sul, RS, Brasil, CEP 95070-560. Telefone: +55 54 3218-2774. E-mail: lvbonetti@ucs.br

## **RESUMO**

A fadiga muscular é uma consequência de diversas alterações metabólicas com componentes centrais e periféricos que influenciam diretamente no desempenho muscular. O estado de fadiga muscular pode acarretar em alterações no comportamento biomecânico do indivíduo. Objetivo: Este estudo busca avaliar alterações cinemáticas causadas pela fadiga muscular na marcha, atividade física mais praticada pelos seres humanos. Métodos: Estudo descritivo, observacional com delineamento transversal, na qual foram avaliados 21 indivíduos com média de idade de 23 anos, estudantes da Universidade de Caxias do Sul. Para classificação do nível de atividade física e saúde dos participantes, foi aplicado um questionário elaborado pelos próprios pesquisadores e questionário IPAQ (questionário internacional de atividade física). Para analisar a cinemática da marcha, foi utilizado o laboratório de marcha e o protocolo de coleta de dados de Laroche. O protocolo de fadiga é adaptado do protocolo proposto por Cortes. A análise de dados é feita através do programa SPSS 21.0 (Statistical Package to Social Sciences for Windows). Resultados: O presente estudo encontrou diferença significativa na variável cadência, as demais variáveis estudadas na cinemática não apresentaram diferença estatística. Conclusão: Todos os parâmetros da marcha sofreram alteração na avaliação pós o protocolo de fadiga breve, entretanto somente a cadência teve alteração significativa estatisticamente. Novos estudos devem ser realizados a fim de compreender melhor as alterações geradas pela fadiga na marcha.

## **INTRODUÇÃO**

A fadiga muscular é definida como uma redução na capacidade de geração de força de um músculo ou grupo de músculos depois de uma atividade<sup>1</sup>. A fadiga também pode ser descrita como um termo geral para as sensações de cansaço<sup>2</sup>. Especificamente, a fadiga dos músculos esqueléticos compromete a tolerância ao exercício e a produtividade do trabalho<sup>3</sup> e espera-se que a eficiência da contração muscular seja alterada durante o curso da fadiga<sup>4</sup>.

Evidências encontradas em estudos como de Ascenção et al.<sup>5</sup> e Santos et al.<sup>6</sup> demonstram que o mecanismo fisiológico causador da fadiga pode ocorrer por vias centrais ou periféricas, sendo responsáveis por alterações neuromusculares isoladas ou em conjunto. Ribeiro e Oliveira<sup>7</sup> demonstraram que existem evidências experimentais, na qual a fadiga gera alterações musculoesqueléticas, porém os autores não conseguiram concluir qual o mecanismo que leva a essas alterações.

A fadiga aumenta o tempo de resposta muscular<sup>8</sup>, aumenta a complacência muscular<sup>9</sup>, diminui a força muscular<sup>10</sup> e prejudica a propriocepção articular<sup>11</sup>. Como consequência, a fadiga pode afetar o desempenho da marcha<sup>12</sup>, provocando ajustes nos parâmetros espaciais e temporais da marcha na tentativa de manter um desempenho motor adequado<sup>13, 14</sup>.

Apesar da importância da fadiga nas atividades diárias e na marcha, poucos estudos abordam essa questão<sup>14</sup>. Há estudos que mostram os efeitos da fadiga em um músculo específico durante a estabilidade da marcha, porém há uma lacuna na literatura científica a respeito de como a fadiga global poderia afetar os parâmetros da marcha<sup>15</sup>. Devido a isso, o presente estudo busca responder questões relacionadas a possíveis alterações da cinemática da marcha após um protocolo de exercícios físicos que leve à fadiga global de sujeitos saudáveis.

## **MÉTODOS**

A presente pesquisa se caracteriza por um estudo descritivo, observacional e com delineamento transversal<sup>16</sup>. Esta pesquisa faz parte do projeto de Análise Biomecânica da Marcha de Indivíduos com Alterações Neuromusculares, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA), pelo protocolo de número 362.784. O local de realização deste estudo foi o Laboratório de Marcha do Centro Clínico, localizado no Bloco 70 da Universidade de Caxias do Sul na cidade de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. A amostra foi composta por 21 adultos jovens (10 do sexo masculino e 11 do sexo feminino) saudáveis, sem alterações neuromusculares, com idades inferiores a 30 anos (idade média de 23 anos). O número amostral foi estabelecido por conveniência, determinado de forma intencional e não probabilístico<sup>16</sup> de acordo com o número de participantes disponíveis para a participação na pesquisa. Para serem incluídos no estudo, os sujeitos: 1) deveriam ter entre 18 e 30 anos de idade; 2) deveriam ter assinado termo de consentimento livre e esclarecido; 3) não deveriam apresentar lesões musculoesqueléticas que dificultassem a avaliação da marcha ou a realização do teste de fadiga. Foram excluídos do estudo os sujeitos: 1) que tivessem idade inferior a 18 e superior a 30 anos; 2) que não conseguiram realizar a avaliação por completo; 3) do sexo feminino que estivessem em período gestacional.

Primeiramente, os participantes foram recebidos no laboratório de marcha, onde, de imediato, foi aplicado um questionário com questões sobre identificação pessoal, peso, altura, estado de saúde, uso de drogas lícitas e ilícitas, sobre a alimentação, sobre atividade física e sobre lesões musculoesqueléticas. Após responderem esse questionário, os participantes responderam o questionário IPAQ (Questionário Internacional de Atividade Física), que busca classificar e comparar o tipo de atividade física, a duração e a intensidade praticada pelo indivíduo em diversas populações, no espaço de uma semana<sup>17</sup>.

Antes do início da realização da avaliação da marcha, os participantes foram questionados sobre seus níveis de cansaço. Essa pergunta também foi feita após a realização do protocolo de fadiga. Especificamente, essa questão se referia a como o participante estava se sentindo, sendo 1 o mínimo (não me sinto cansado) e 10, o máximo (nunca me senti mais cansado que neste momento). Em seguida, foram iniciados os procedimentos para avaliação da marcha, que foram baseados no protocolo de Laroche et al.<sup>18</sup>. Para adaptação dos participantes ao protocolo de avaliação de marcha, primeiramente, foi solicitado aos sujeitos que caminhassem 8 metros em linha reta em uma velocidade auto selecionada, no local destinado à coleta de dados da marcha, de forma que os participantes realizassem o contato com a plataforma de força ora com o pé direito inteiro, ora com o pé esquerdo inteiro. Após a adaptação, foram afixados marcadores reflexivos nos seguintes pontos anatômicos: crista ilíaca anterossuperior direita e esquerda, crista ilíaca pósterio-superior direita e esquerda, coxa direita e esquerda, joelho direito e esquerdo (porção medial e porção lateral para a coleta de dados da postura estática), tíbia direita e esquerda, tornozelo direito e esquerdo (porção medial e porção lateral para a coleta de dados da postura estática), calcanhar direito e esquerdo e dedo do pé direito e esquerdo. Então, foi iniciada a coleta de dados da marcha pré fadiga global, onde os participantes realizaram o mesmo trajeto da adaptação. O protocolo de marcha consistiu na realização de passos sobre duas plataformas de força. Os participantes deveriam continuar as tentativas até que fossem capturados, de forma integral, 8 passos<sup>18</sup>. Para a captura da trajetória tridimensional dos marcadores posicionados no corpo dos sujeitos durante a marcha, foi utilizado um sistema de cinematria dotado de 7 câmeras integradas (*VICON MX systems, Oxford Metrics Group, Reino Unido*). Os dados cinemáticos foram coletados em uma taxa de amostragem de 100Hz.

Após a coleta dos dados da marcha pré fadiga global, os participantes realizaram o protocolo de fadiga global. Esse protocolo se caracteriza como um protocolo funcional de

fadiga de curto prazo e foi adaptado de Cortes et al.<sup>19</sup>. A primeira parte desse protocolo é o método para a identificação da fadiga do participante. Para a sua execução, o participante deveria realizar um salto máximo horizontal com as mãos sobre o quadril (sem retirá-las durante o salto), onde foi verificada a distância desse salto, e em seguida, definida a distância correspondente a 90% do comprimento desse salto. O participante era considerado fadigado se, após a série de exercícios, não conseguisse atingir os 90% de comprimento do salto horizontal, dando início à avaliação da marcha. Se o participante alcançasse 90% ou mais do comprimento do salto horizontal, ele retornaria à série de exercícios até que não conseguisse atingir os 90% do comprimento do salto horizontal. Logo após a identificação dos 90% do comprimento do salto horizontal, o participante realizava uma série de exercícios dispostos nesta ordem e sem intervalo de descanso: 1) seis saltos verticais máximos, de forma que cada participante era livre para realizar do jeito que se sentisse mais à vontade e que conseguisse atingir o seu maior potencial; 2) corrida com tiros de 5m, 10m, 5m, realizadas por duas vezes e sem intervalo; 3) seis agachamentos livres com a necessidade de atingir 90° de flexão de joelho e 4) o participante realizava subida e descida por 40 segundos de um *step* de 26 cm. Se o participante não atingisse os 90% do comprimento do salto horizontal, seria iniciado o protocolo da avaliação da marcha do mesmo modo que foi realizado previamente se o participante atingisse os 90% ou mais, o mesmo voltaria a realizar a série de exercícios até o momento em que não conseguisse atingir os 90% do comprimento do salto horizontal. Todos os participantes foram orientados a realizar o protocolo com o máximo da capacidade física e sem realizar pausas durante o protocolo. Após, foi realizada uma nova avaliação da marcha, a avaliação pós fadiga global, que consistiu no mesmo protocolo de avaliação realizado antes do protocolo de fadiga.

Os dados cinemáticos da marcha foram analisados através do programa SPSS 21.0 (*Statistical Package to Social Sciences for Windows*). As variáveis cinemáticas lineares

analisadas foram: a) variáveis temporais: velocidade, cadência e tempo do passo; b) variáveis espaciais: comprimento do passo e largura do passo. Para descrição dessas variáveis cinemáticas da marcha, foi utilizada estatística descritiva com distribuição de frequência simples e relativa, bem como medidas de tendência central e de variabilidade. Para as comparações entre as avaliações pré e pós fadiga global, foi utilizado o teste t pareado, considerando como critério de decisão o  $p < 0,05^{20}$ .

## **RESULTADOS**

Primeiramente serão apresentados os dados referentes às características dos participantes (Tabela 1) e em seguida, os resultados da análise cinemática da marcha comparando os resultados da avaliação pré com a avaliação pós protocolo de fadiga global (Tabela 2). Na Tabela 1, estão apresentadas as características antropométricas dos indivíduos e algumas características relacionadas aos níveis de atividade física destes indivíduos.

(Tabela 1. Características dos participantes)

O cálculo do IMC apresentou valor médio  $(23,5 \text{ kg/m}^2 \pm 4,16) \text{ kg/m}^2$ , sendo este escore considerado normal<sup>21</sup>. O nível de atividade física dos participantes foi comparado através do questionário IPAQ. A sua classificação é dividida da seguinte forma: 1) sedentário; 2) insuficientemente ativo A; 3) insuficientemente ativo B; 4) ativo e 5) muito ativo. Segundo autores como Benedetti et al.<sup>17</sup> e Guedes et al.<sup>22</sup>, o questionário IPAQ possui uma capacidade satisfatória em representar o nível de atividade física. Dentro da classificação do IPAQ, os participantes da nossa pesquisa foram enquadrados, principalmente, em insuficientemente ativos e ativos, com 10 sujeitos insuficientemente ativos e 8 ativos. Também há participantes que se enquadram em muito ativos (1 sujeito) e sedentários (2 sujeitos), sugerindo que o nível

de prática de atividade física semanal não foi fator preponderante na análise das variáveis da marcha.

Na Tabela 2, podemos observar os dados cinemáticos da marcha pré e pós a realização do protocolo de fadiga global. Nessa comparação, apenas o parâmetro cadência apresentou diferença estatisticamente significativa ( $p = 0,03$ ) na comparação pré/pós protocolo de fadiga. As demais variáveis não apresentaram diferenças estatisticamente significativas para essa comparação.

(Tabela 2 - Resultados das variáveis temporais e espaciais da marcha de sujeitos saudáveis, pré e pós a realização de um protocolo de fadiga global.).

## **DISCUSSÃO**

O objetivo do presente estudo foi analisar as possíveis alterações da cinemática da marcha após a aplicação de um protocolo de protocolo funcional de fadiga de curto prazo. Silva et al.<sup>23</sup> demonstraram que o músculo fadigado eleva o tempo de resposta de uma contração muscular, que pode levar a déficits proprioceptivos e musculares. Shirazie e Jahromi<sup>24</sup> avaliaram os efeitos da fadiga em grupos musculares responsáveis pelo controle postural em sujeitos saudáveis e seus resultados demonstram uma redução do controle postural causado pela fadiga, indicando que tanto a fadiga local quanto a fadiga geral são responsáveis pelo déficit de controle postural. Os resultados do nosso estudo demonstraram que, na maioria dos parâmetros temporais e espaciais da marcha, não houve alterações estatisticamente significativas na comparação pré/pós a realização do protocolo de fadiga, com exceção da variável cadência, na qual houve um aumento do valor médio dessa variável após a fadiga. A cadência é definida como a quantidade de passos que os indivíduos executam num determinado espaço de tempo, no caso deste estudo, o número de passos por minuto<sup>25</sup>.

Há poucos estudos que avaliaram esse parâmetro antes e após a realização de um protocolo de fadiga. Entre eles, a pesquisa de Arif et al.<sup>26</sup>, com uma amostra de 17 pessoas com  $25 \pm 4$  anos de idade, identificou um aumento significativo da cadência da marcha após o protocolo de fadiga que consistia em usar um ciclo ergômetro até o participante do estudo atingir 60% da capacidade cardíaca máxima estipulada pelo biótipo do participante, no qual o número de passos por minuto inicialmente era de 112 e após a fadiga passou para de 116 passos por minuto. Entretanto, o estudo de Kavanagh et al.<sup>27</sup>, que contou com uma amostra de 8 homens com idade média de  $23 \pm 4$  anos de idade, e verificou uma diminuição na cadência após o protocolo de fadiga da musculatura do tronco e um aumento após a fadiga da musculatura do pescoço.

Com relação à velocidade, esse é o principal parâmetro da marcha analisado pela literatura científica após a utilização de um protocolo de fadiga. Os resultados desse estudo mostraram um pequeno aumento no valor médio este parâmetro após a realização do protocolo de fadiga global, entretanto, esse aumento não foi estatisticamente significativo. A grande maioria dos estudos, também, não demonstraram diferenças significativas na velocidade da marcha após a utilização de diferentes protocolos de fadiga, apesar de alguns terem demonstraram aumento enquanto outros demonstram uma diminuição nesse parâmetro. O estudo de Kavanagh et al.<sup>27</sup> também demonstrou aumento na velocidade da marcha após fadiga na musculatura do pescoço, mas redução na velocidade após fadiga na musculatura do tronco; porém essas alterações não foram estatisticamente significativas. Granacher et al.<sup>28</sup> também demonstraram aumento não significativo na velocidade da marcha em sujeitos idosos (16 participantes com média de idade de  $71,9 \pm 5,5$  anos); mas demonstrou uma redução não significativa na velocidade de sujeitos jovens (16 participantes com média de idade de  $24,3 \pm 1,4$  anos) após a realização de um protocolo de fadiga baseado em contrações isocinéticas focado em flexores e extensores de joelho.

O estudo de Arif et al.<sup>26</sup> relatou nenhuma alteração estatisticamente significativa da velocidade da marcha após a realização do protocolo de fadiga. No estudo de Olson<sup>29</sup>, foi demonstrado que houve uma pequena redução não significativa na velocidade da marcha após a fadiga da musculatura extensora do tronco numa amostra composta por 14 jovens mulheres com idade média de  $27.5 \pm 12$  anos de idade; resultado similar ao apresentado por Parijat e Lockhart<sup>13</sup> que avaliaram o efeito da fadiga do grupo muscular quadríceps em 16 pessoas jovens com idade de  $24,7 \pm 3,9$  anos.

O estudo de Helbostad et al.<sup>12</sup>, que avaliou o efeito da fadiga (protocolo de fadiga consistia em se levantar e sentar em uma cadeira repetidamente ) na marcha em idosos e contou com 44 participantes distribuídos em dois grupos diferentes (grupo controle(22), grupo fadiga(22)), demonstrou, também, não haver uma alteração significativa na velocidade da marcha, embora tenha ocorrido um aumento na velocidade. Para Granacher et al.<sup>28</sup>, no qual o seu estudo demonstrou um aumento da velocidade da marcha (não significativa) dos participantes com média de idade de  $71,9 \pm 5,5$ , o aumento da velocidade da marcha pode estar relacionado à necessidade do participante em finalizar o protocolo, e, dessa forma, cessar a sensação de desconforto causado pela fadiga. Já na pesquisa de Park et al.<sup>30,31</sup>, a proposta foi avaliar a marcha em bombeiros com média de idade  $28,6 \pm 7,9$  anos antes e depois de atividades de combate a incêndio em três diferentes ambientes, com e sem o transporte de carga (mangueira de bombeiro). Nesse estudo, foi verificada uma diminuição não significativa na velocidade da marcha, o que difere do achado da nossa pesquisa. Os pesquisadores sugerem que a fadiga aguda gerada pela atividade complexa de combate ao incêndio leva a uma diminuição do desempenho da marcha, e essa alteração de desempenho fica mais evidente quando é adicionada uma carga. Segundo Parijat e Lockhart<sup>13</sup>, essa mínima alteração da velocidade pode ser atribuída às diferenças na estratégia individual de adaptação após a fadiga.

Assim como a cadência, os demais parâmetros analisados (tempo do passo, comprimento do passo e largura do passo) são parâmetros raramente analisados pela literatura científica, o que dificulta uma melhor discussão desses parâmetros. Entretanto, com relação ao tempo do passo, o presente estudo mostrou não haver diferença significância na comparação entre os dados coletados pré e pós o protocolo de fadiga global, tanto para o membro direito como para o membro esquerdo. O estudo de Barbieri et al.<sup>14</sup>, que avaliou o efeito da fadiga (protocolo de sentar e levantar de uma cadeira até não conseguir manter um ritmo) na marcha de 20 jovens (com média de idade de 24 anos), sendo 10 ativos e 10 inativos, e verificaram resultados semelhantes aos do presente estudo, ou seja, sem diferença estatisticamente significativa para ambos os membros.

No que se refere ao comprimento do passo, o protocolo de fadiga global também não foi suficiente para alterar este parâmetro na análise de ambos os membros. Kavanagh et al.<sup>27</sup> e Helbostad et al.<sup>12</sup> expõem em seus estudos resultados similares aos nossos resultados para essa variável. Kavanagh et al.<sup>27</sup> mostram um pequeno aumento do comprimento do passo (fadiga da musculatura do pescoço) e uma pequena diminuição no comprimento do passo (fadiga da musculatura do tronco), ambas sem significância. Qu e Yeo<sup>32</sup> avaliaram o efeito da fadiga com exercícios de corrida e o efeito de uma carga adicional (levada nas costas) nas características da marcha de 12 jovens (idade média de  $26,6 \pm 2,9$  anos) e também demonstrou um aumento não significativo no comprimento do passo.

O último parâmetro analisado foi a largura do passo, e não foi possível observar diferenças estatisticamente significativas na comparação pré/pós fadiga global, tanto para o membro direito como para o membro esquerdo. Corroborando com nossos achados, Arif et al.<sup>26</sup> também não identificaram diferenças significativas após a utilização de um protocolo de fadiga com ciclo ergonômico na análise deste parâmetro. Já o estudo de Santos et al.<sup>33</sup>, demonstra um pequeno aumento da largura do passo (tanto para o grupo ativo, quanto para o

grupo inativo) depois da aplicação de um protocolo de contração voluntária máxima (*leg-press*). Nesse estudo foi avaliado o efeito da fadiga na marcha, quando presente na perna em participantes com a doença de Parkinson e também em um grupo controle (sujeitos saudáveis), esse estudo contou com uma amostra (grupo controle) de 20 participantes (subdivididos em ativos e inativos) com média de idade de  $67.5 \pm 6.5$  para os ativos e  $71.4 \pm 6.4$  para os inativos. No entanto, para Helbostad et al.<sup>12</sup>, Barbieri et al.<sup>14</sup>, e Qu e Yeo<sup>32</sup> houve um aumento significativo da largura do passo pós fadiga. Qu e Yeo<sup>32</sup> acreditam que essa variação na largura do passo pode ter ocorrido pela fadiga dos músculos que controlam os movimentos no plano frontal.

## CONCLUSÃO

Analisando os resultados do presente estudo, pode-se concluir que um protocolo de fadiga global não afetou, de modo significativo, a maioria dos parâmetros temporais e espaciais da marcha de indivíduos saudáveis, sendo a única exceção a cadência que houve um aumento significativo dessa após a realização do protocolo de fadiga. Apesar da literatura apresentar dados controversos e diferentes protocolos de fadiga, acreditamos que os resultados não significativos do presente estudo se devem ao tipo de protocolo de fadiga utilizado e ao tempo dispendido entre o fim da realização do protocolo de fadiga e a avaliação da marcha pós fadiga. Destaca-se, como limitação desta pesquisa, a ausência da análise das variáveis da cinemática angular de membros inferiores, que poderiam contribuir para um melhor entendimento sobre a influência da fadiga global sobre os parâmetros da marcha. Estudos como este são importantes, pois a marcha é um importante parâmetro funcional que pode ser sensível à identificação da fadiga, porém sugerimos que novos estudos sejam realizados, com a utilização de diferentes protocolos de fadiga e com diferentes faixas etárias para aumentar o conhecimento da fadiga e da marcha humana.

## REFERÊNCIAS

1. Bigland-Ritchie BWJJ, Woods JJ. Changes in muscle contractile properties and neural control during human muscular fatigue. *Muscle & Nerve*. 1984; 7 (9): 691-99.
2. Costill, DL, Wilmore JH. *Fisiologia do esporte e do exercício. São Paulo, ed. Manole;2001.*
3. Williams JH, Klug GA. Calcium exchange hypothesis of skeletal muscle fatigue: a brief review. *Muscle & Nerve*. 1995; 18 (4): 421-434.
4. Gollhofer AKPV, Komi PV, Fujitsuka N, Miyashita M. Fatigue during stretch-shortening cycle exercises. *Int J Sports Med*. 1987; 8 (1): 38-47.
5. Ascensão A, Magalhães J, Oliveira J, Duarte JA, Soares J. Fisiologia da fadiga muscular. Delimitação conceptual, modelos de estudo e mecanismos de fadiga de origem central e periférica. *Rev Port Cien Desp*. 2003; 3 (15): 108–23.
6. dos Santos MG, Dezan VH, Sarraf TA. Bases metabólicas da fadiga muscular aguda. *Revis bra de ciência e mov*. 2008; 11 (5), 7-12.
7. Ribeiro F, Oliveira J. Efeito da fadiga muscular local na propriocepção do joelho. *Fisioter Mov*. 2017; 21 (12): 71-83.
8. Wilder DG, Aleksiev AR, Magnusson ML, Pope MH, Spratt KF, Goel VK. Muscular response to sudden load: a tool to evaluate fatigue and rehabilitation. *Spine*. 1996. 21 (22): 2628-39.
9. Huang CT, Hwang S, Huang CC, Young MS. Exertion dependent alternations in force fluctuation and limb acceleration during sustained fatiguing contraction. *Eur J Appl Physiol*. 2006; 97(3): 362-71.
10. Vøllestad NK. Measurement of human muscle fatigue. *J Neurosci Methods*. 1997; 74(2): 219-27.

11. Lin D, Nussbaum MA, Seol H, Singh NB, Madigan ML, Wojcik, LA. Acute effects of localized muscle fatigue on postural control and patterns of recovery during upright stance: influence of fatigue location and age. *Eur J Appl Physiol.* 2009; 106(3): 425-34.
12. Helbostad JL, Leirfall S, Moe-Nilssen R, Sletvold O. Physical fatigue affects gait characteristics in older persons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2007; 62(9): 1010-15.
13. Parijat P, Lockhart TE. Effects of quadriceps fatigue on the biomechanics of gait and slip propensity. *Gait Posture.* 2008; 28(4): 568-73.
14. Barbieri FA, dos Santos PCR, Vitória R, van Dieën JH, Gobbi LTB. Effect of muscle fatigue and physical activity level in motor control of the gait of young adults. *Gait Posture.* 2013; 38(4): 702-07.
15. Vieira MF, e Souza GSDS, Lehnen GC, Rodrigues FB, Andrade AO. Effects of general fatigue induced by incremental maximal exercise test on gait stability and variability of healthy young subjects. *J Electromyogr Kinesiol.* 2016; 30: 161-67.
16. Thomas JR, Nelson JK. Métodos de pesquisa em atividade física. Porto Alegre: Artmed; 2007.
17. Benedetti TRB, Antunes PDC, Rodriguez-Añez CR, Mazo GZ, Petroski EL. Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) em homens idosos. *Rev Bras Med Esporte.* 2007; 13 (1): 11-6.
18. Laroche D, Duval A, Morisset C, Beis JN, D'athis P, Maillefert JF, et al. Test-retest reliability of 3D kinematic gait variables in hip osteoarthritis patients. *Osteoart Cart* 2011; 19 (2): 194-9.

19. Cortes N, Greska E, Ambegaonkar RKJ, Onate JÁ. Changes in Lower Extremity Biomechanics Due to a Short-Term Fatigue Protocol. *J Athl Train.* 2013; 3 (48): 306-13.
20. Callegari-Jacques SM. Bioestatística: princípios e aplicações. Porto Alegre: Artmed; 2003.
21. World Health Organization. Global Health Observatory data repository. Prevalence of overweight among adults, BMI  $\geq$  25, age-standardized Estimates by country [text on the Internet]. Geneva: WHO; [citado em 25 de novembro de 2018]. Disponível: <http://apps.who.int/gho/data/node.main.A897A?lang=en>
22. Guedes DP, Lopes CC, Guedes JERP. Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física em adolescentes. *Rev Bras Med Esporte.* 2005; 11(2): 151-8.
23. Silva BARS, Martinez FG, Pacheco AM, Pacheco I. Efeitos da fadiga muscular induzida por exercícios no tempo de reação muscular dos fibulares em indivíduos saudáveis. *Rev Bras Med Esporte.* 2006; 12(2): 85-9.
24. Shirazi ZR, Jahromi FN. Comparison of the effect of selected muscle groups fatigue on postural control during bipedal stance in healthy young women. *Niger Med J.* 2013; 54(5): 306.
25. Whittle MW. Gait analysis: an introduction. 2007. Heidi Harrison, 47-100.
26. Arif M, Ohtaki Y, Nagatomi R, Inooka, H. Analysis of the effect of fatigue on walking gait using acceleration sensor placed on the waist. *Eng Intell Syst Elec.* 2010; 18 (2):85.
27. Kavanagh JJ, Morrison S, Barrett RS. Lumbar and cervical erector spinae fatigue elicit compensatory postural responses to assist in maintaining head stability during walking. *J Appl Physiol.* 2006; 101(4): 1118-26.

28. Granacher U, Wolf I, Wehrle A, Bridenbaugh S, Kressig RW. Effects of muscle fatigue on gait characteristics under single and dual-task conditions in young and older adults. *J Neuroeng Rehabil.* 2010; 7 (1): 56.
29. Olson MW. Trunk extensor fatigue influences trunk muscle activities during walking gait. *J Electromyogr Kinesiol.* 2010; 20 (1): 17-24.
30. Park K, Rosengren KS, Horn GP, Smith DL, Hsiao-Weckler ET. Assessing gait changes in firefighters due to fatigue and protective clothing. *Safety Sci.* 2011; 49 (5): 719-26.
31. Park K, Sy JF, Horn GP, Kesler, RM, Petrucci MN, Rosengren KS, Hsiao-Weckler ET. Assessing gait changes in firefighters after firefighting activities and while carrying asymmetric loads. *Appl Ergon.* 2018; 70: 44-50.
32. Qu X, Yeo JC. Effects of load carriage and fatigue on gait characteristics. *J Biomech.* 2011; 44 (7): 1259-63.
33. Santos PCR, Gobbi LTB, Orcioli-Silva D, Simieli L, van Dieën JH, Barbieri FA. Effects of leg muscle fatigue on gait in patients with Parkinson's disease and controls with high and low levels of daily physical activity. *Gait Posture.* 2016; 47: 86-91.

## TABELAS

Tabela 3. Características dos participantes

<b>Características antropométricas</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio padrão</b>
Idade média (anos)	23,00	2,97
Peso médio (kg)	65,6	16,96
Altura média (cm)	168,00	9,95
Índice de massa corporal (IMC) (Kg/m <sup>2</sup> )	23,5	4,16
<b>Atividade Física</b>		
Número de praticantes de atividades físicas	8	-
Média de horas/semana de atividade física	4	1,38

Kg/m<sup>2</sup>: quilograma por metro quadrado.

Tabela 4 - Resultados das variáveis temporais e espaciais da marcha de sujeitos saudáveis, pré e pós a realização de um protocolo de fadiga global.

<b>Variáveis da marcha</b>	<b>Média ± DP</b>					
	<b>Pré</b>		<b>Pós</b>		<b>P</b>	
Temporais						
Velocidade (m/s)	1,29 ± 0,15		1,34 ± 0,16		0,06	
Cadência (p/min)	114,65 ± 9,57		116,80 ± 11,47		0,03*	
	<b>Direita</b>	<b>Esquerda</b>	<b>Direita</b>	<b>Esquerda</b>	<b>p Direita</b>	<b>p Esquerda</b>
Tempo do passo (s)	0,53 ± 0,04	0,52 ± 0,05	0,52 ± 0,05	0,52 ± 0,05	0,06	0,89
<b>Espaciais</b>						
Comprimento do passo (m)	0,68 ± 0,05	0,68 ± 0,05	0,68 ± 0,04	0,68 ± 0,05	0,72	0,48
Largura do passo (m)	0,15 ± 0,02	0,16 ± 0,02	0,17 ± 0,02	0,16 ± 0,03	0,06	0,13

pré = pré fadiga global; pós = pós fadiga global; DP = desvio padrão; m/s = metros por segundo; p/min = passos por minuto; s = segundos; m = metros; \*= significância estatística.

Normas da revista:

Idioma: Apenas manuscritos em inglês são aceitos.

Todas as submissões serão analisadas por plágio usando o software Turnitin

Organização do manuscrito:

Apresente seu manuscrito na ordem abaixo:

1. Primeira Página:

- title: Primeira letra maiúscula, letras subseqüentes em letras minúsculas. Evite abreviações.
- Título curto.
- Todos os autores nome e afiliações. Se necessário, use letras minúsculas sobrescritas após o nome do autor para distinguir afiliações
- Autor para quem as provas e correspondência devem ser enviadas, incluindo nome, endereço para correspondência e endereço de e-mail.

2. Um resumo estruturado deve ser submetido para artigos originais (não para mini resenhas). Não mais de 250 palavras com os seguintes títulos: Objetivos; Métodos; Resultados; e conclusão.

3. Texto principal: O *manuscrito deve incluir as seguintes seções: Resumo, Introdução, Métodos (inserir o número do processo do Comitê de Ética), Resultados, Discussão e Conclusões*. O manuscrito deve ser em espaço duplo, fonte Times, tamanho 12 pt, texto justificado à esquerda, com o número de páginas limitado conforme as seções acima. O tamanho da margem da página é de 2,5 cm nos lados superior, inferior, esquerdo e direito. Figuras e Tabelas devem ser inseridas no final do manuscrito, devidamente numeradas e rotuladas. Se o manuscrito for aprovado, um arquivo jpg ou tiff para cada figura será solicitado. Cada página deve ser numerada, com linhas numeradas para facilitar o processo de revisão.

### **Estilo de referência**

**O título abreviado de Motriz Journal é Motriz: J. Phys. Ed. , que pode ser usado em citações, notas de rodapé e na lista de referências. eISSN: 1980-6574.**

#### *Texto*

Use algarismos arábicos no texto em ordem numérica sobrescrito, separados por vírgula 1,2,3,4,5,6. Os autores podem ser referidos, mas o (s) número (s) de referência deve (m) sempre ser dado (s). Exemplo:  
'... como demonstrado <sup>3,6</sup>. Engles e Jones <sup>8</sup> obtiveram um diferente...

#### *Lista de referências*

No final do artigo, na mesma ordem em que foram citadas no texto, a referência completa com nome (s) do (s) autor (es), título do periódico / título do livro, título do capítulo / artigo, ano de publicação, o número do volume / capítulo do livro e a paginação devem estar presentes. Por favor, siga os exemplos abaixo para formatar as referências do seu manuscrito. Exemplos:

## ARTIGOS

1. Cayres SU, de Lira FS, Machado Rodrigues AM, Freitas Júnior IF, Barbosa MF, Fernandes RA. O papel mediador da inatividade física na relação entre inflamação e espessura arterial em adolescentes pré-púberes. *J Pediatr.* 2015; 166 (4): 924-9.

Se o trabalho que você precisa referenciar tem mais de seis autores, você deve listar os primeiros seis autores, seguidos de 'et al.':

2. Antunes M., Christofaro DG, Monteiro Pa, Silveira LS, Fernandes RA, Mota J, et al. Efeito do treinamento concorrente em variáveis bioquímicas específicas de gênero e adiposidade em adolescentes obesos. *Arch Endocrinol Metab.* 2015; 59 (4): 303-9.

LIVRO: IMPRIMIR  
3. Zanesco A, Puga G, editores. Doenças cardiometabólicas e exercícios físicos. Ed. Rio de Janeiro, Revinter, 2013.

LIVRO DE CAPÍTULO  
4. Santos DM, Pesquero JL. Exercício físico e Sistema renina-angiotensina. In: Doenças cardiometabólicas e exercícios físicos. Rio de Janeiro, Revinter; 2013. p. 69-80.

e-BOOK: ONLINE / ELETRONIC  
5. Simons NE, Menzies B, Matthews M. Um Curso Rápido em Engenharia de Solo e Rochas. Londres: Thomas Telford Publishing; 2001. Disponível em: <http://www.myilibrary.com?ID=93941> [Acessado em 18 de junho de 2015].

PÁGINA WEB / WEBSITE  
6. Agência Espacial Europeia. Rosetta: encontro com um cometa. Disponível em: <http://rosetta.esa.int> [Acessado em 15 de junho de 2015].

DISSERTAÇÕES E TESE  
7. Souza AP. Participação de selênio na resistência à cardiopatia chagásica. Rio de Janeiro. Tese [Doutorado em Biologia Parasitária] - Instituto Oswaldo Cruz; 2003.

8. Ribeiro H. Ilha de Calor na Cidade de São Paulo: sua dinâmica e a saúde da população. São Paulo. Tese [Livre-Docência em Saúde Pública] - Faculdade de Saúde Pública da USP; 1996.

O uso do DOI é altamente incentivado.