

Efeito da fadiga muscular sobre o controle postural durante o movimento do passe em atletas de futebol

Effect of muscle fatigue on posture control in soccer players during the short-pass movement

Bruno Manfredini Baroni ¹
Matheus Joner Wiest ¹
Rafael Abeche Generosi ¹
Marco Aurélio Vaz ¹
Ernesto Cesar Pinto Leal Junior ²

Resumo – A fadiga muscular é caracterizada pela incapacidade na geração ou manutenção de um nível de força, afetando negativamente o desempenho esportivo. Dentre as consequências funcionais da fadiga encontra-se o decréscimo do controle postural estático e dinâmico. O objetivo do estudo foi verificar o efeito da fadiga muscular induzida por exercício de alta intensidade sobre a estabilidade postural dinâmica de atletas de futebol, durante o gesto motor característico do esporte: o passe. Participaram do estudo 27 atletas de futebol do sexo masculino, entre 14 e 16 anos, que executaram o movimento do passe sobre uma plataforma estabilométrica antes e após a realização de um protocolo de exercício de intensidade máxima em ciclo-ergômetro. Após o protocolo de fadiga, os atletas apresentaram aumento de 31% na velocidade média de deslocamento do centro de pressão. Além disso, apesar de a diferença na amplitude de deslocamento do centro de pressão no sentido médio-lateral (15%) não ser significativa, houve um significativo aumento de 22% no deslocamento ântero-posterior. Conclui-se que a fadiga muscular é capaz de promover decréscimo da estabilidade postural de jogadores de futebol durante o gesto motor do passe, o que provavelmente prejudica o desempenho esportivo dos atletas.

Palavras-chave: Equilíbrio postural; Fadiga muscular; Futebol; Desempenho esportivo.

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Laboratório de Pesquisa do Exercício. Porto Alegre, RS, Brasil.

² Universidade Nove de Julho. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação. São Paulo, SP, Brasil

Recebido em 18/02/11
Revisado em 25/03/11
Aprovado em 29/03/11



Licença: Creative Commons

Abstract – Muscle fatigue is characterized by the inability to generate or maintain an expected effort or force level and negatively affects sports performance. One of the functional consequences of fatigue is a decrease in static and dynamic postural stability. The objective of this study was to evaluate the effect of muscle fatigue induced by high-intensity exercise on the dynamic postural stability of soccer players during the characteristic motor action of the sport: the short-pass. Twenty-seven male soccer players aged 14 to 16 years performed the short-pass movement on a stabilometric platform before and after a high-intensity exercise protocol performed on a cycle ergometer. After the fatigue protocol, the athletes presented a 31% increase in the mean velocity of the center of pressure displacement. Moreover, although the difference in the center of pressure displacement amplitude in the medial-lateral direction (15%) was not significant, displacement increased by 22% in the anterior-posterior direction. It was concluded that muscle fatigue promotes a decrease of postural stability during the short-pass movement in soccer players, probably compromising the sports performance of the athletes.

Key words: Postural stability; Muscle fatigue; Soccer; Sports performance.

INTRODUÇÃO

A manutenção do equilíbrio em uma postura estática ou dinâmica depende da habilidade do sistema nervoso central em interpretar as informações advindas dos sistemas visual¹, vestibular² e somatossensorial³, regulando a atividade muscular por meio de respostas reflexas e voluntárias⁴. Embora a avaliação do equilíbrio seja complexa, uma das técnicas de pesquisa mais utilizadas para a medida da estabilidade postural de um indivíduo é a avaliação estabilométrica, que consiste na utilização de uma plataforma de força acoplada ao solo, a qual identifica diferentes sentidos e intensidades na aplicação de forças sobre o solo⁵. Esse é um método objetivo e quantitativo de análise da capacidade de manutenção da estabilidade postural por meio da quantificação das oscilações do corpo. Essas oscilações são mensuradas pelos deslocamentos do centro de pressão, comumente encontrado na literatura pela abreviação COP (*center of pressure*), que corresponde ao ponto onde está localizado o vetor resultante da força vertical de reação do solo e está relacionado aos deslocamentos sofridos pelo centro de gravidade do avaliado⁵.

A integridade da estabilidade postural durante a realização de movimentos é um fator fundamental para o desempenho esportivo⁶, além de o decréscimo dessa capacidade ser um fator de risco para uma série de lesões^{7,8}. Apesar de o controle postural ser uma valência treinável⁹, estudos com atletas de ciclismo¹⁰ e corrida¹¹, por exemplo, têm mostrado que esse controle é afetado negativamente pela fadiga muscular. Esse fenômeno biológico complexo e multifacetado encontra-se, normalmente, associado à incapacidade em manter um nível requerido ou esperado de força, ou ainda, à impossibilidade de continuar se exercitando em uma determinada intensidade de trabalho¹². Tais conceitos, entretanto, não devem transmitir a ideia equivocada da existência de um ponto exato durante o exercício em que acontece a fadiga, uma vez que ocorre o declínio gradual da capacidade de produção de força máxima de um músculo até a incapacidade de realização da tarefa motora em questão, ponto comumente denominado de “exaustão”¹³. Além da redução da eficiência do sistema musculoesquelético, proveniente de fatores em nível de sistema nervoso central e fatores intrínsecos da musculatura, a fadiga também prejudica o funcionamento do sistema sensorial proprioceptivo e exteroceptivo, afetando negativamente o controle postural^{10,14}.

Considerado o esporte mais popular do mundo, o futebol possui característica intermitente em que o desempenho dos atletas depende de fatores físicos,

técnicos, táticos e psicológicos¹⁵. Tendo em vista que os atletas percorrem cerca de 10-12 km, durante os 90 minutos de uma partida, realizando, aproximadamente, uma corrida de alta intensidade a cada 70 segundos¹⁶, é normal que significativos níveis de fadiga sejam observados nos jogadores, em especial nos períodos finais de jogo^{7,17}. Porém, embora existam evidências acerca da redução do desempenho do chute em função da fadiga muscular^{18,19}, não foram encontrados, na literatura consultada, estudos que avaliassem o quanto a fadiga afeta a estabilidade postural em atividades estáticas ou dinâmicas em atletas de futebol. Assim, o objetivo do presente trabalho foi verificar o efeito da fadiga muscular induzida por exercício de alta intensidade sobre a estabilidade postural de atletas de futebol, em uma situação dinâmica simulando um dos gestos motores mais característicos do esporte: o passe.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Participantes

O presente estudo, devidamente aprovado por um comitê de ética em pesquisa, contou com a participação de 30 atletas de futebol do sexo masculino entre 14 e 16 anos. Todos os atletas eram integrantes do mesmo clube esportivo e possuíam uma mesma carga semanal composta de cinco sessões de treinamento sistematizado, e participavam de competições de nível estadual e nacional.

Para participar do estudo, o atleta deveria respeitar os seguintes critérios de inclusão: 1) ser praticante da modalidade há pelo menos três anos e estar treinando com a equipe participante do estudo há pelo menos seis meses; 2) não apresentar lesões musculoesqueléticas no período dos testes; 3) não apresentar qualquer quadro ou condição especial de saúde que atrapalhasse seu desempenho no teste (tais como gripes, resfriados, febre e/ou mal-estar de qualquer natureza); 4) apresentar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado pelo responsável previamente à realização do experimento.

Procedimentos

Todo o procedimento foi realizado em ambiente laboratorial com temperatura controlada em 24° C. Inicialmente, realizaram-se a anamnese e as mensurações de estatura, massa corporal e comprimento de membros inferiores (distância entre o trocânter maior do fêmur e o maléolo lateral do voluntário). Em seguida, os participantes foram submetidos à avaliação estabilométrica pré-exercício, ao protocolo de exercício máximo e à avaliação estabilométrica pós-exercício.

Avaliação Estabilométrica – Uma plataforma estabilométrica *AccuSway Plus (Advanced Mechanical Technology, Phoenix, AZ - EUA)* (50cm x 50cm x 4,4cm), com o *software Balance Clinic* de mesma marca e procedência, foram utilizados para a avaliação estabilométrica. Duas avaliações estabilométricas foram realizadas, uma prévia ao protocolo de indução à fadiga muscular e outra realizada exatamente três minutos após o término do referido protocolo.

Primeiramente, o pé de apoio do membro inferior não-dominante do atleta foi colocado sobre uma folha de papel A4 devidamente afixada no centro da plataforma, que possui eixos X e Y marcados em sua superfície. O centro do arco plantar foi alinhado ao eixo X, e o segundo artelho foi alinhado ao eixo Y. Conforme a solicitação do sistema, quatro pontos de referência foram marcados por meio da aplicação de pressão sobre a plataforma: um ponto sobre o hálux, um sobre o quarto metatarso e dois pontos sobre o calcâneo (um ponto lateral e outro medial). O contorno do pé do atleta foi desenhado sobre a folha A4 para garantir que fosse mantido exatamente o mesmo posicionamento na avaliação pós-exercício.

Uma bola oficial de futebol foi alinhada ao ponto de intersecção da borda frontal com a borda lateral da plataforma, respeitando uma distância correspondente a 30% do comprimento do membro dominante (ou seja, o executor do passe) de cada atleta. O voluntário foi instruído a manter-se em postura unipodal, com o pé de apoio (membro não-dominante) fixo sobre a plataforma e o membro dominante suspenso (flexão de joelho suficiente para que o pé do atleta não tocasse o solo) por aproximadamente um segundo antes de realizar o passe com a região medial do pé (Figura 1), descrito na literatura como “*short-pass*”. Foram considerados válidos somente os passes que atingissem o alvo: uma mini-goleira (80 cm de largura e 45 cm de altura) localizada a 2,5 metros da borda frontal da plataforma. Tendo em vista o nível de treinamento dos atletas, a tarefa motora solicitada é considerada de baixa complexidade. Mesmo assim, foi permitido aos atletas que realizassem três movimentos de familiarização antes do teste. A instrução fornecida de forma padronizada aos atletas foi para que acertassem o passe no alvo e utilizassem a mesma força utilizada pelo gesto em campo. Na avaliação pré-exercício, seriam realizadas tantas tentativas quanto necessárias até o voluntário acertar o alvo (o que ocorreu em no máximo duas tentativas), sendo considerada para análise a primeira tentativa em que o atleta acertasse o alvo. Na condição pós-exercício, foi permitido ao voluntário uma única chance de acertar o alvo, sendo excluído da análise de dados caso não completasse a tarefa adequadamente.

Os dados foram coletados com frequência de amostragem de 100 Hz e foram selecionados três segundos referentes ao tempo necessário para execução do movimento de passe e restabelecimento da posição inicial para posterior análise, realizada sem qualquer processo de filtragem de sinal. Tendo em vista os objetivos do estudo, optou-se pela análise dos seguintes parâmetros mensurados na avaliação estabilométrica: 1) amplitude total de deslocamento do COP no eixo X (deslocamento médio-lateral, em cm); 2) amplitude total de deslocamento do COP no eixo Y (deslocamento ântero-posterior, em cm); e 3) velocidade média de deslocamento do COP nos três segundos de avaliação do movimento (em cm/s)²⁰.



Figura 1. Atleta executando a avaliação estabilométrica.

Protocolo de Fadiga - Foi utilizado um ciclo-ergômetro *Biotec 2100 AC* (CEFISE, Nova Odessa, SP - Brasil), em conjunto ao *software Ergometric 6.0* de mesma marca e procedência, para execução do protocolo indutor de fadiga proposto por Martin et al.²¹. Este protocolo foi escolhido por ter se mostrado eficiente na geração de fadiga em atletas de nível profissional, e consiste na realização de três testes de Wingate (30 segundos de exercício em ciclo-ergômetro em velocidade máxima contra uma resistência correspondente a 7,5% da massa corporal de cada atleta) com dois minutos de intervalo entre cada teste. O índice de fadiga (calculado a partir dos dados relativos ao trabalho realizado na primeira e na terceira série do protocolo de exercício) foi obtido diretamente do software e utilizado para mensuração do grau de fadiga induzido pelo exercício.

Análise Estatística

A comparação do desempenho dos atletas nas avaliações estabilométricas pré- e pós-exercício foi realizada por meio de um teste *t-student* para amostras pareadas, sendo adotado um nível de significância de $p < 0,05$. Os dados encontram-se expressos no texto e nas figuras como média \pm desvio-padrão.

RESULTADOS

Tendo em vista que três atletas não validaram a avaliação estabilométrica após o exercício por terem errado o alvo do passe, a análise estatística foi realizada com 27 sujeitos. Esses participantes apresentaram valores médios de idade de $15,07 \pm 0,78$ anos, $172,41 \pm 6,8$ cm de estatura e $63,79 \pm 7,65$ kg de massa corporal. Em relação ao desempenho no protocolo de exercício em ciclo-ergômetro, um valor elevado no índice de fadiga ($60,93 \pm 6,84\%$) demonstrou a eficiência do protocolo adotado na indução à fadiga muscular dos voluntários.

Apesar de uma variação média de 15,23%, não foram encontradas diferenças significativas em relação à amplitude de deslocamento no sentido médio-lateral entre a avaliação pré-exercício ($1,51 \pm 0,27$ cm) e a pós-exercício ($1,74 \pm 0,89$ cm). No entanto, o valor médio da amplitude de deslocamento no sentido ântero-posterior aumentou significativamente (21,77%; $p=0,004$) entre as avaliações pré ($3,72 \pm 0,85$ cm) e pós-exercício ($4,53 \pm 1,32$ cm), conforme demonstra a Figura 2. Além disso, os atletas apresentaram aumento significativo ($p=0,022$) de 31,36% na velocidade média de deslocamento do COP da avaliação estabilométrica pré-exercício ($4,91 \pm 0,91$ cm/s) para a avaliação pós-exercício ($6,45 \pm 2,99$ cm/s), como representado na Figura 3.

DISCUSSÃO

O achado principal do presente estudo é que a fadiga

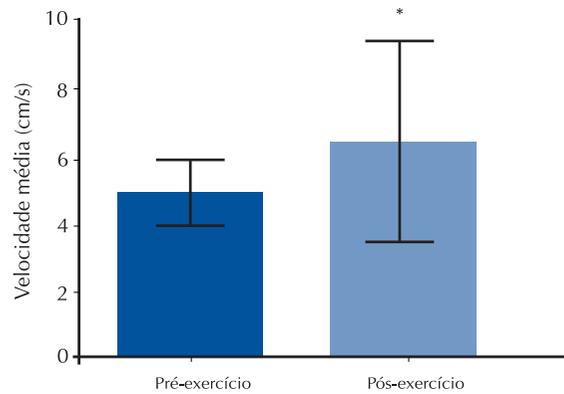


Figura 3. Velocidade média de deslocamento do centro de pressão. * diferença significativa entre pré-exercício e pós-exercício ($p < 0,05$).

pode prejudicar significativamente a estabilidade postural de atletas de futebol. Uma vez que a velocidade média de deslocamento e a amplitude de deslocamento do COP são indicadores confiáveis da estabilidade postural do indivíduo⁵, os resultados demonstram que a fadiga afeta de forma negativa a capacidade dos atletas manterem o equilíbrio durante o movimento do passe. Mesmo que os valores de deslocamento médio-lateral não tenham apresentado diferença do ponto de vista estatístico, a variação de aproximadamente 15% da avaliação pré-exercício para a avaliação pós-exercício sugere uma tendência de aumento da instabilidade também no sentido médio-lateral, indo ao encontro dos resultados observados nas demais variáveis analisadas.

Estudos prévios relataram alterações no controle postural relacionadas à fadiga induzida por exercícios realizados com dinamometria isocinética de regiões isoladas como o tornozelo⁸, o quadril²² e a coluna lombar²³, assim como em exercícios multi-articulares⁴. Entretanto, estudos que utilizaram exercícios globais e cíclicos (como ciclismo e corrida)^{10,11} retratam melhor as situações vivenciadas durante a prática desportiva em que a fadiga se instaura no indivíduo. Alguns trabalhos também têm optado por verificar a redução na

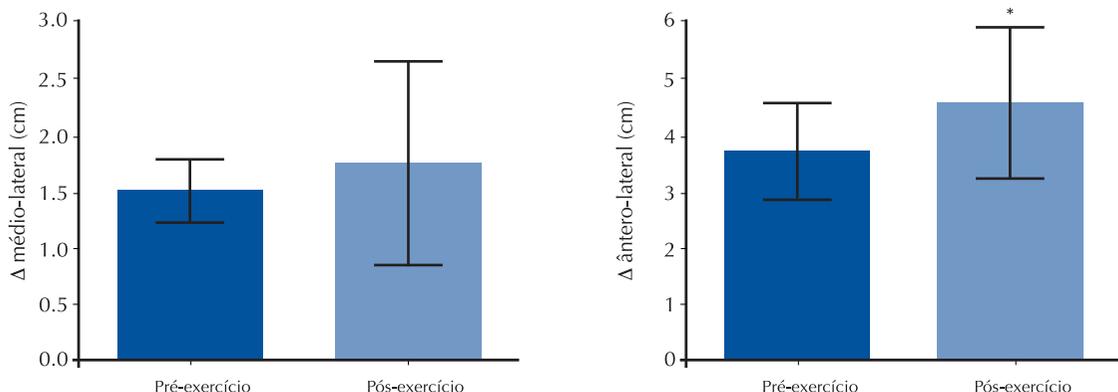


Figura 2. Amplitude de deslocamento (Δ) do centro de pressão nos sentidos médio-lateral e ântero-posterior. * diferença significativa entre pré-exercício e pós-exercício ($p < 0,05$).

estabilidade em função da fadiga muscular por meio de testes com apoio bilateral^{14,14}. No entanto, a importância de avaliações com apoio monopodal é embasada no fato de que este tipo de análise assemelha-se às situações nas quais ocorre a maioria das lesões em membros inferiores⁸. Além disso, a escolha por um teste estabilométrico dinâmico, envolvendo um gesto característico do esporte, permite que inferências mais concretas possam ser traçadas entre os resultados obtidos e o desempenho dos atletas na prática desportiva. Nesse sentido, apesar de não terem sido encontrados estudos quantitativos que relatassem o efeito da fadiga de membros inferiores sobre o passe no futebol e que pudessem ser confrontados com o nosso trabalho, estudos prévios já se propuseram a realizar análises quantitativas de movimentos semelhantes, como o chute¹⁸, ou análises subjetivas do passe²⁴ após o desenvolvimento da fadiga muscular.

Apriantono et al.¹⁸, por meio de análise cinética e cinemática do chute com o dorso do pé, encontrado na literatura como “*shooting*”, observaram decréscimo de desempenho após um protocolo de exercício fatigante, concluindo que a fadiga não apenas reduziu a capacidade muscular de gerar força, mas também afetou a ação efetiva do segmento em relação à coordenação do movimento. Da mesma forma, Rampinini et al.²⁴ utilizaram um protocolo de proficiência motora específico para o passe do futebol (*Loughborough Soccer Passing Test*) e comprovaram que atletas profissionais diminuem a proficiência na execução do passe durante o decorrer de uma partida. Embora existam evidências de que o treinamento de equilíbrio possa incrementar o controle postural dos atletas⁹, a associação dos resultados aqui reportados com os resultados dos estudos supramencionados^{18,24} denota a necessidade de uma boa preparação física para que o controle postural e a adequada execução da tarefa motora sejam preservados no decorrer de um jogo de futebol. Essa inferência é fortalecida pelos achados de Impellizzeri et al.²⁵, que obtiveram incremento do desempenho em um teste de proficiência do passe após um período de treinamento aeróbio.

Embora o presente estudo não apresente subsídios experimentais para avaliar as origens da redução do controle postural em decorrência da fadiga, evidências reportadas pela literatura permitem que se aponte o efeito deletério da fadiga sobre a capacidade proprioceptiva articular²⁶ como um possível mecanismo. Esse prejuízo proprioceptivo ocorre via aumento do limiar de descarga dos fusos musculares, interrompendo o *feedback* aferente e, conseqüentemente, alterando a sensibilidade articular²⁷. Dessa forma, a diminuição no *input* somatosensorial acar-

reta em alterações nas respostas musculares reflexas e voluntárias, resultando em um controle neuromuscular deficitário e, conseqüentemente, decréscimo do controle postural estático e dinâmico.

Além disso, é importante notar que duas estratégias são comumente utilizadas para a manutenção do equilíbrio: a estratégia do quadril e a estratégia do tornozelo²⁸. Tendo em vista que o exercício em cicloergômetro utilizado no presente estudo sobrecarrega de forma distinta os músculos proximais e distais do membro inferior²⁹, um maior nível de fadiga é esperado nos músculos da coxa em relação aos músculos da perna. Este pode ser um fator chave para explicar a maior instabilidade no sentido ântero-posterior, o que denota prejuízo à estratégia do quadril em virtude da fadiga dos músculos proximais³⁰, e o menor desequilíbrio no sentido médio-lateral. Diante disso, instiga-se que estudos futuros se proponham a verificar o efeito de exercícios utilizando o gesto da corrida sobre o controle postural dos atletas de futebol, situação na qual, possivelmente, encontrarão maior instabilidade médio-lateral que a encontrada em nosso estudo.

Como principal limitação do estudo, aponta-se justamente o fato de o protocolo de fadiga ter sido realizado em cicloergômetro. Embora o procedimento mais adequado para indução à fadiga fosse por meio de um protocolo de exercícios similar à situação vivenciada em campo pelos atletas de futebol, não houve condições de utilizar a plataforma estabilométrica fora do ambiente do laboratório de pesquisa. Somado a isso, o laboratório não dispunha de espaço físico para a realização de testes específicos com o gesto da corrida ou uma esteira ergométrica adequada para realização de protocolos máximos em atletas, na época da coleta de dados, o que conduziu à utilização do protocolo em cicloergômetro. Além disso, deve-se mencionar o fato de a plataforma não estar alinhada ao nível do solo, o que diferencia o gesto testado em laboratório do gesto de campo e limita a transposição dos resultados para a prática desportiva, mas não altera os achados em relação ao efeito da fadiga, uma vez que o mesmo gesto foi utilizado nas avaliações pré e pós-exercício.

CONCLUSÃO

A partir deste experimento, conclui-se que a fadiga muscular induzida por exercício de alta intensidade afeta significativamente a estabilidade postural de atletas adolescentes de futebol. Acredita-se que, em função da avaliação estabilométrica dinâmica utilizada pelo presente estudo, é possível inferir que essa alteração da capacidade de manutenção da estabilidade possa

representar um decréscimo do desempenho do passe em campo. De um ponto de vista prático, este estudo reforça a premissa de que a precisão nos gestos motores específicos da modalidade, como é o caso do passe, deve ser aperfeiçoada não apenas pelo treinamento da técnica de execução do movimento, mas também pelo condicionamento físico adequado que possibilite o menor desenvolvimento possível de fadiga muscular durante o decorrer de uma partida de futebol, melhorando, assim, a execução de gestos motores específicos do esporte.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos atletas e comissões técnicas das categorias sub-15 e sub-17 da equipe de futebol da Universidade de Caxias do Sul pela participação no estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Redfern MS, Yardley L, Bronstein AM. Visual influences on balance. *J Anxiety Disord* 2001;15(1-2):8-94.
2. Bacsí AM, Colebatch JG. Evidence for reflex and perceptual vestibular contributions to postural control. *Exp Brain Res* 2005;160(1):22-8.
3. Tresch MC. A balanced view of motor control. *Nat Neurosci* 2007;10(10):1227-8.
4. Johnston 3rd RB, Howard ME, Cawley PW, Losse GM. Effect of lower extremity muscular fatigue on motor control performance. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30(12):1703-7.
5. Winter DA. A.B.C. (Anatomy, Biomechanics and Control) of Balance during Standing and Walking. Ontario, Canada: Waterloo Biomechanics, Waterloo; 1995.
6. Ageberg E, Roberts D, Holmstrom E, Friden T. Balance in single-limb stance in healthy subjects--reliability of testing procedure and the effect of short-duration sub-maximal cycling. *BMC Musculoskelet Disord* 2003;4:14.
7. Rahnama N, Reilly T, Lees A, Graham-Smith P. Muscle fatigue induced by exercise simulating the work rate of competitive soccer. *J Sports Sci* 2003;21(11):933-42.
8. Yaggie JA, McGregor SJ. Effects of isokinetic ankle fatigue on the maintenance of balance and postural limits. *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83(2):224-8.
9. Gioftsidou A, Malliou P, Pafis G, Beneka A, Godolias G, Maganaris CN. The effects of soccer training and timing of balance training on balance ability. *Eur J Appl Physiol* 2006;96(6):659-64.
10. Nardone A, Tarantola J, Giordano A, Schieppati M. Fatigue effects on body balance. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1997;105(4):309-20.
11. Bove M, Faelli E, Tacchino A, Lofrano F, Cogo CE, Ruggeri P. Postural control after a strenuous treadmill exercise. *Neuroscience Letters* 2007;418(3):276-81.
12. Gandevia SC. Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiol Rev* 2001;81(4):1725-89.
13. Enoka RM, Duchateau J. Muscle fatigue: what, why and how it influences muscle function. *J Physiol* 2008;586(1):11-23.
14. Lepers R, Bigard AX, Diard JP, Gouteyron JF, Guezennec CY. Posture control after prolonged exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1997;76(1):55-61.
15. Bangsbo J, Norregaard L, Thorso F. Activity profile of competition soccer. *Can J Sport Sci* 1991;16(2):110-6.
16. Stolen T, Chamari K, Castagna C, Wisloff U. Physiology of soccer: an update. *Sports Med* 2005;35(6):501-36.
17. Mohr M, Krstrup P, Bangsbo J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J Sports Sci* 2003;21(7):519-28.
18. Apriantono T, Nunome H, Ikegami Y, Sano S. The effect of muscle fatigue on instep kicking kinetics and kinematics in association football. *J Sports Sci* 2006;24(9):951-60.
19. Nunome H, Ikegami Y, Kozakai R, Apriantono T, Sano S. Segmental dynamics of soccer instep kicking with the preferred and non-preferred leg. *J Sports Sci* 2006;24(5):529-41.
20. Prieto TE, Myklebust JB, Hoffmann RG, Lovett EG, Myklebust BM. Measures of postural steadiness: differences between healthy young and elderly adults. *IEEE Trans Biomed Eng* 1996;43(9):956-66.
21. Martin NA, Zoeller RF, Robertson RJ, Lephart SM. The comparative effects of sports massage, active recovery, and rest in promoting blood lactate clearance after supramaximal leg exercise. *J Athl Train* 1998;33(1):30-5.
22. Gribble PA, Hertel J. Effect of lower-extremity muscle fatigue on postural control. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85(4):589-92.
23. Davidson BS, Madigan ML, Nussbaum MA. Effects of lumbar extensor fatigue and fatigue rate on postural sway. *Eur J Appl Physiol* 2004;93(1-2):183-9.
24. Rampinini E, Impellizzeri FM, Castagna C, Azzalin A, Ferrari Bravo D, Wisloff U. Effect of match-related fatigue on short-passing ability in young soccer players. *Med Sci Sports Exerc* 2008;40(5):934-42.
25. Impellizzeri FM, Rampinini E, Maffiuletti NA, Castagna C, Bizzini M, Wisloff U. Effects of aerobic training on the exercise-induced decline in short-passing ability in junior soccer players. *Appl Physiol Nutr Metab* 2008;33(6):1192-8.
26. Allen TJ, Leung M, Proske U. The effect of fatigue from exercise on human limb position sense. *J Physiol* 2010;588(8):1369-77.
27. Balestra C, Duchateau J, Hainaut K. Effects of fatigue on the stretch reflex in a human muscle. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1992;85(1):46-52.
28. Horak FB, Nashner LM. Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations. *J Neurophysiol* 1986;55(6):1369-81.
29. Diefenthaler F, Vaz MA. Aspects Related With Fatigue During Cycling: a Biomechanical Approach. *Rev Bras Med Esporte* 2008;14(5):472-7.
30. Shiratori T, Latash M. The roles of proximal and distal muscles in anticipatory postural adjustments under asymmetrical perturbations and during standing on rollerskates. *Clin Neurophysiol* 2000;111(4):613-23.

Endereço para correspondência

Bruno Manfredini Baroni

UFGRS – Escola de Educação Física – Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX)

Rua Felizardo, 750 – Jardim Botânico.

90690-200 - Porto Alegre, RS. Brasil.

E-mail: bmbaroni@yahoo.com.br