

Revisão**Fisioterapia e prevenção de lesões esportivas*****Physical therapy and sports injury prevention***

Marília Maniglia de Resende, Ft., M.Sc.*; Cibele de Nazaré da Silva Câmara, Ft., M.Sc.**; Bianca Callegari, Ft. D.Sc.***

.....
*Docente da Faculdade FAP-Estácio, **Docente do curso de Fisioterapia da UFPA - Universidade Federal do Pará,

***Docente do curso de Fisioterapia da UFPA - Universidade Federal do Pará

Resumo

A atividade física tem passado por uma transformação social relevante e vem sendo amplamente desenvolvida por crianças, jovens e adultos em seu cotidiano, grupos que raramente eram abordados na discussão do esporte. O aspecto preventivo do tratamento de lesões esportivas torna-se altamente imprescindível para a atuação do fisioterapeuta, que necessita redirecionar seu foco de atenção, das lesões já instaladas, para situações de risco. Através de avaliações individualizadas e acompanhamento dos atletas, amadores ou profissionais, esse profissional deve identificar desequilíbrios musculares, alterações posturais, e déficits biomecânicos importantes e que demandem de intervenção. Assim, o aspecto preventivo no tratamento das lesões esportivas abrange importância ampla para a execução segura e eficiente de um gesto esportivo ou ainda para garantir o elevado desempenho de profissionais de alto nível. Aumentar a longevidade esportiva de um atleta, extrair o máximo de seu rendimento e garantir as conquistas inerentes ao esporte são tarefas que demandam trabalho árduo e que exigem um treinamento seguro, de modo que uma lesão não inviabilize o andamento dos treinos ou ainda represente perda nas conquistas adquiridas. Este artigo se propôs a sistematizar os aspectos relevantes pertinentes a prevenção na prática esportiva, levantados em 48 artigos que retornaram na revisão da literatura.

Palavras-chave: prevenção, esporte, fisioterapia.

Abstract

Physical activity has triggered relevant social transformation and has been widely performed by children, young people and adults in their daily life, groups that were rarely addressed in sports discussion. The sports injuries prevention becomes highly crucial to the role of the physical therapist, who needs to redirect his focus of attention from injuries already installed to situations of risk. This professional, using an individualized assessment and follow up of athletes, amateur or professional, should identify muscle imbalances, postural changes, and biomechanical deficits and that demand for action. Thus, preventive aspect in sports injuries treatment covers a broad range of safe and efficient execution of a sporting gesture or even to ensure high performance of high-level professionals. Increasing the longevity of a sports athlete, getting the most out of athletes performance and ensuring the benefits inherent in sport are tasks that require hard work and safe training, so that an injury will not hamper the progress of training or still represents loss achievements acquired. The aim of this article is to systematize the relevant aspects to prevention in sports practice.

Key-words: prevention, sport, Physical Therapy.

Recebido em 22 de fevereiro de 2013; aceito em 19 de maio de 2014.

Endereço de correspondência: Bianca Callegari, Av. Conselheiro Furtado, 2510/1004, Cremação, 66040-100 Belém PA, E-mail: callegaribi@uol.com.br

Introdução

Em decorrência de seus benefícios físicos, psicossociais e, portanto, de melhoria na qualidade de vida, a atividade física tem passado por uma transformação social relevante e vem sendo amplamente desenvolvida por crianças, jovens e adultos em seu cotidiano. Grupos pouco comuns, como os indivíduos da terceira idade e os portadores de deficiência física, que raramente eram abordados na discussão do esporte, ganharam espaço considerável. O próprio conceito de esporte encontra-se ampliado, tendo suas facetas de lazer, ou de rendimento (competição), desmembradas [1-3].

O atleta de alto nível, por exemplo, é constantemente submetido a pressões e cobranças sobre seus resultados e retorno à prática esportiva. Seu afastamento, invariavelmente, representa prejuízos substanciais à equipe, aos patrocinadores e a todos os atores envolvidos em suas competições. Dessa forma, uma vez diante de uma lesão inevitável, a fisioterapia tem como objetivo principal a devolução rápida do atleta a prática do esporte, o que torna o trabalho bastante peculiar e de risco, visto que o tempo necessário ao restabelecimento morfofisiológico das estruturas nem sempre é respeitado da maneira ideal [4,5].

Nesse contexto, o aspecto preventivo do tratamento de lesões esportivas é imprescindível para a atuação do fisioterapeuta, que necessita redirecionar seu foco de atenção, das lesões já instaladas, para situações de risco. Através de avaliações individualizadas e acompanhamento dos atletas, esse profissional deve identificar desequilíbrios musculares, alterações posturais, e déficits biomecânicos importantes e que demandem de intervenção. Assim, o aspecto preventivo busca a execução segura e eficiente de um gesto esportivo além de garantir desempenho ao atleta de alto nível [6-8].

Algumas necessidades e demandas esportivas apontam para um enfoque cada vez mais prioritário à fisioterapia preventiva. Aumentar a longevidade esportiva de um atleta, extrair o máximo de seu rendimento e garantir as conquistas inerentes ao esporte são tarefas que demandam trabalho árduo. É necessário um treinamento seguro, para que uma lesão não inviabilize o andamento dos treinos ou represente perda nas conquistas adquiridas [2,9-11].

Até mesmo o esporte amador precisa ser acompanhado uma vez que a cada dia há maior indicação terapêutica de atividade física e maior número de pessoas que querem usufruir de seus benefícios.

Material e métodos

Este artigo se propôs a sistematizar os aspectos relevantes pertinentes a prevenção na prática esportiva, tendo sido realizada uma revisão bibliográfica com procura dos descritores no site Ciências da Saúde e posteriormente na base de dados Lilacs e Medline. A busca foi limitada à língua inglesa e portuguesa e os artigos analisados foram selecionados

por apresentarem grande pertinência ao tema. Os tipos de estudos selecionados nessa revisão foram: observacionais, revisão sistemática, ensaios experimentais e clínicos, com combinações entre os unitermos: fisioterapia, prevenção, esporte, desportiva, atenção primária, e reabilitação. Os critérios de inclusão dos estudos foram: a abordagem direta do tema nos idiomas inglês e português, publicados nos últimos 30 anos (entre 1982 e 2012). Quatro artigos anteriores a esse período foram inseridos por serem revisões importantes sobre o tema, conterem dados epidemiológicos ou específicos de algum esporte. Foram excluídos artigos que tratavam de outros aspectos da fisioterapia desportiva que não o enfoque preventivo, além de artigos em outros idiomas.

Resultados e discussão

A pesquisa retornou 48 artigos com foco prioritário na prevenção de lesões esportivas.

O desempenho esportivo de um indivíduo baseia-se na interação de aspectos cognitivos, capacidades físicas e psicológicas, inatas ou adquiridas, que se associam a fatores externos, como clima, altitude e outras condições limitantes. Esse desempenho depende ainda da integridade física já que lesões implicam em algias, perda de rendimento, interrupções no treino para tratamento e consequente comprometimento de resultado esperado [12-17].

Qualquer atividade física gera sobrecarga em algum ponto do aparelho locomotor e, quando esta ultrapassa a capacidade fisiológica de recuperação, há a instalação de um processo patológico. Assim, o estudo da biomecânica nos esportes tem sido muito importante para a atuação preventiva em fisioterapia, pois têm ajudado a compreender os mecanismos de lesão e os processos mecânicos e físicos aos quais se submete o organismo [4-8,18-21].

O choque repetitivo do basquetebol, a força de cisalhamento do tênis, e as forças de compressão e choques do futebol americano, por exemplo, impõe uma ameaça potencial a participação continuada do atleta, sob risco considerável de aparecimento de lesões. As lesões esportivas apresentam especificidade em relação ao esporte praticado, ou ainda ao gesto esportivo executado. A epicondilite lateral, por exemplo, é comum em tenistas e relaciona-se intimamente com o uso excessivo do punho para aumentar a potência ou para gerar efeito em golpes de *backhand*. Além disso, quando o tempo de bola está "atrasado", o jogador tende a utilizar o punho para conseguir rebater de modo eficaz. A troca do encordoamento da raquete e do *grip* são medidas que podem aliviar a sobrecarga [20,21].

Sem considerar o tipo de esporte, os achados da literatura apontam para a maior incidência, em torno de 90%, de acometimentos envolvendo as extremidades inferiores. Refere-se ainda que dessas lesões, cerca de metade envolvem a região do joelho e são de tecidos moles. A maioria das lesões de membros superiores ocorre em esportes que envolvem os-

cilações de impacto, arremessos ou na natação. Comumente, relacionam-se com atividades realizadas acima da altura da cabeça, e o ombro é a articulação mais atingida, seguida pelo punho. Alguns exemplos são os *pitcher* do beisebol, e nadadores de elite [3,4,7,19,22-26].

Lesões de coluna, embora altamente incapacitantes para o esporte, relacionam-se mais com a manutenção de posturas estáticas inadequadas, do que com o esporte em si. Estudos avaliando a incidência dessas lesões em estudantes sedentários e atletas mostraram que os primeiros estão mais propensos a apresentá-las que os atletas [12,23,27-28].

Não apenas a competição está relacionada ao aparecimento de lesões. O treinamento é um processo intenso de repetições de movimentos e incremento de desafios que tem mostrado, na literatura, maior risco que a competição [5]. Se um jogador de vôlei que realiza, diariamente, até 500 saltos para treinar o bloqueio de bola junto à rede, de maneira despercebida, aterrissa no chão com um membro inferior 0,01 segundo atrasado em relação ao outro, 100% de sobrecarga adicional está sendo imposta no tendão patelar desse membro. Aí está um exemplo do papel do fisioterapeuta, nesse caso, na detecção precoce de um movimento equivocado, que cria sobrecarga e predispõe ao aparecimento da lesão [5, 6].

Outros fatores, além do tipo de esporte, também interferem no aparecimento de lesões. As mulheres são mais propensas a lesões como fratura por esforço, pois podem ter distúrbios de densidade óssea hormonais. O jovem atleta tem maior propensão a contusões, entorses e estiramentos, enquanto a idade favorece o aparecimento de lesões degenerativas e rupturas de tendão [29,30].

A base para a prevenção de lesões envolve o conhecimento das limitações de um determinado atleta, assim como as características inerentes ao esporte que ele pratica e a magnitude da sobrecarga imposta. Dessa forma, existem aspectos intrínsecos e extrínsecos que se relacionam aos fatores de risco e com o surgimento de lesões no esporte [22].

Os fatores intrínsecos se relacionam ao atleta, como seu biótipo, a presença de lesões prévias, capacidades físicas adquiridas, presença de alterações corporais e desequilíbrios musculares. *Geno valgo* de joelho, por exemplo, pode predispor a lesões de menisco ou ligamento colateral medial por concentrar a sobrecarga em pontos anatômicos do joelho, criar condições de desgaste e utilização excessiva de estruturas que estariam preservadas com a distribuição correta das forças sobre a articulação. O fisioterapeuta deve estar atento às medidas preventivas necessárias a cada situação, de modo a possibilitar a menor exposição aos fatores de risco [15,19,31].

Os fatores extrínsecos se relacionam ao esporte, como o tipo de material utilizado, regras, quantidade e tipo de treinamento ministrado. O tenista, por exemplo, deve ser orientado quanto à escolha da raquete adequada a ser utilizada, preocupando-se com a distribuição correta de peso entre o cabo e a cabeça, de modo a não criar sobrecargas na região do epicôndilo lateral, o que acarretaria lesões comuns

desse esporte. Nesse exemplo, a avaliação da amplitude de movimento, força e flexibilidade dos movimentos do cotovelo, incluindo a análise da cinemática e biomecânica do momento de impacto da raquete com a bola, são intervenções do fisioterapeuta que poderão proporcionar a adequada adaptação do atleta a sua raquete [15,22,31-37].

O local da aplicação das maiores sobrecargas deve ser investigado e podem subsidiar programas de prevenção. Os corredores, por exemplo, têm grandes forças de tração na planta dos pés e comumente desenvolvem fasciite plantar. Existem ainda outros tipos de força como as fricionais no ombro de arremessadores e que podem desencadear bursites, sobrecarga cíclica que podem levar a fraturas por estresse, ou ainda o contato direto, como acontece no futebol americano e que pode levar a contusões, fraturas e até lesões neurológicas.

Conhecer o meio ambiente, o piso, o tipo de calçado também é importante. O fisioterapeuta deve manter medidas preventivas coerentes, como indicar o uso de roupas e calçados adequados, alimentação equilibrada, reequilíbrio hídrico, repouso e recuperação entre outras. Pode promover a proteção das áreas mais suscetíveis a lesões específicas por meio de enfaixamento ou uso de órteses. Um exemplo ocorre com os atletas do vôlei que se utilizam de bandagens funcionais nas articulações interfalangeanas. Atividades físicas compensatórias devem ser prescritas: atletas de esporte coletivo costumam praticar natação, e tenistas fazem musculação [16,21,31,38-42].

Em nível secundário o fisioterapeuta deve procurar detectar precocemente o aparecimento de lesões e ainda evitar o aparecimento de complicações que prolonguem o afastamento do atleta do esporte praticado. Algumas vezes é necessário modificar a rotina de treinamento de modo a não afastar completamente o atleta da prática esportiva, porém preservando regiões críticas. Envolve o controle da dor e do processo inflamatório, a restauração da amplitude de movimento, a melhora da força muscular e da resistência, e desenvolvimento de padrões adequados de habilidades relacionadas ao esporte praticado. É importante empregar o conceito de especificidade do exercício, não é possível, por exemplo, reeducar um atleta que precisa de força e habilidade biomecânica para a corrida somente usando a piscina terapêutica [6,23,43-45].

Um dos componentes de atenção do fisioterapeuta, no esporte, consiste no trabalho muscular, lembrando que não há um movimento executado por apenas um músculo e que sempre existe um músculo antagonista modulando a execução deste movimento. O trabalho muscular deve ser o mais específico possível para o esporte praticado. O músculo deve desenvolver capacidades necessárias para a execução repetitiva dos atos motores sequenciais determinados pelo esporte. Um exemplo é o fortalecimento do músculo vasto medial oblíquo, em jogadores de futebol, para garantir o correto equilíbrio de forças na patela e evitar luxações laterais. A manutenção do equilíbrio entre musculatura antagonista e agonista de um movimento é condição essencial para que este movimento

seja executado sem sobrecargas biomecânicas articulares. Atualmente já existem sistemas computadorizados como o Cybex, que podem aferir com precisão dados como: trabalho executado, equilíbrio muscular, picos de torque, dentre outros [14,17,31,37,41,46].

O programa de fortalecimento não pode prescindir da flexibilidade articular, pois sua perda diminui a eficiência mecânica do movimento. O fisioterapeuta utilizará protocolos de alongamento para melhorar a flexibilidade, garantindo a mobilidade necessária e auxiliando na preparação do músculo para o exercício e sua recuperação [12, 47-49].

Outra capacidade que precisa ser considerada no programa de prevenção é a cardiorrespiratória, dividida nos componentes aeróbios e anaeróbios. O componente aeróbio é aquele de características metabólicas oxidativas, responsável pelos exercícios de longa duração. O anaeróbio é caracterizado por vias glicolíticas (ATP - CP e ácido láctico), responsável por exercícios de curta duração. É por meio de exercícios de intensidades variadas que se preconiza o treinamento em uma das vias de transferência de energia [17, 50].

O treino proprioceptivo é frequentemente usado na reabilitação de lesões relacionadas ao esporte, e também um elemento importante na prevenção de lesões. Afirma-se que a consciência do movimento e do posicionamento articular é essencial para a função articular apropriada no esporte e nas atividades físicas e educação proprioceptiva, que tem por finalidade arquivar uma série de novos esquemas de coordenação neuromuscular, assegurando assim a base da segurança fisiológica.

Por fim, o acompanhamento e as reavaliações frequentes das capacidades individuais dos atletas, suas características biomecânicas, assim como as do esporte são importantes para que se possa maximizar o desempenho esportivo minimizando o número de lesões [16,51].

Conclusão

É crescente, nas últimas três décadas, a preocupação com a prevenção de lesões no esporte e a responsabilidade do fisioterapeuta junto à equipe multidisciplinar para garanti-la. Para tanto, é necessário conhecer a fundo o atleta e o esporte, e atuar no ajuste do maior número possível de variáveis que possam interferir na prática esportiva e levar à sobrecarga e ao adoecimento do organismo.

Referências

1. Brukner PD, Brown WJ: 3. Is exercise good for you? *Med J Aust* 2005;183(10):538-41.
2. La Cava G. Prevention of sports injuries. *Minerva Med* 1969; 60(34 Suppl):21-22.
3. Emery CA: Risk factors for injury in child and adolescent sport: a systematic review of the literature. *Clin J Sport Med* 2003;13(4):256-68.
4. Athanasopoulos S, Kapreli E, Tsakoniti A, Karatsolis K, Diamantopoulos K, Kalampakas K, et al. The 2004 Olympic Games: physiotherapy services in the Olympic Village polyclinic. *Br J Sports Med* 2007;41(9):603-9.
5. Behenck MS, Matheus SC, Kruehl LFM, Sampedro RMF: Síndrome do overtraining. *J Bras Med* 1997;73(3):19-32.
6. Alves RN, Costa LOP, Samulski DM: Monitoramento e prevenção do supertreinamento em atletas. *Rev Bras Med Esporte* 2006;12(5):291-6.
7. Almeida E. Lesões desportivas na musculação: principais agravos e tratamento. *Fisioter Mov* 2003;16(3):55-62.
8. Brixey S, Christiansen AL, Tieves KS: Injuries can be prevented. *WMJ* 2005; 104(2):19-20.
9. Farrell PM. Much more research needed on injury prevention. *WMJ* 2005;104(2):55-56.
10. Porto LGG, Junqueira Junior LF: Atividade física e saúde: evolução dos conhecimentos, conceitos e recomendações para o clínico (parte 1). *Brasília Méd* 2008;45(2):107-15.
11. Silva RTD. Lesões do membro superior no esporte. *Rev Bras Ortop* 2010;45(2):122-31.
12. Monsma E, Mensch J, Farroll J. Keeping your head in the game: sport-specific imagery and anxiety among injured athletes. *J Athl Train* 2009;44(4):410-7.
13. Page P. Current concepts in muscle stretching for exercise and rehabilitation. *Int J Sports Phys Ther* 2012;7(1):109-19.
14. Purim KSM, Leite N. Fotoproteção e exercício físico: revisão. *Rev Bras Med Esporte* 2010;16(3):224-9.
15. Reider B: Keep them safe. *Am J Sports Med* 2010;38(7):1313-5.
16. Stambolieva K. Fractal properties of postural sway during quiet stance with changed visual and proprioceptive inputs. *J Physiol Sci* 2011;61(2):123-30.
17. Xue C, Fu YX, Zhao Y, Gong Y, Liu X: Smaller genetic risk in catabolic process explains lower energy expenditure, more athletic capability and higher prevalence of obesity in Africans. *PLoS One* 2011;6(10):e26027-e26027.
18. Benjaminse A, Otten E: ACL injury prevention, more effective with a different way of motor learning? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2011;19(4):622-7.
19. Biener K. Sport accidents--epidemiology and prevention. *Hefte Unfallheilkd* 1978(130):374-381.
20. Hjelm N, Werner S, Renstrom P: Injury risk factors in junior tennis players: a prospective 2-year study. *Scand J Med Sci Sports* 2012;22(1):40-8.
21. Nigg BM, Segesser B: The influence of playing surfaces on the load on the locomotor system and on football and tennis injuries. *Sports Med* 1988;5(6):375-85.
22. CMAJ. Editorial. No pain, no gain? *CMAJ* 2000;162(2):181-3.
23. Bertolini GRE, Mello GLD, Otowicz I, Ruaro JA, Aratani MC, Fonseca S. Incidência de lesões no futebol em atletas jovens e a importância da fisioterapia preventiva. *Fisioter Mov* 2003;16(3):71-7.
24. Clark KS. Shared responsibility for sport safety. A statement of the NCAA Committee on Competitive Safeguards and Medical aspects of Sports. *J Ark Med Soc* 1980;76(10):381-2.
25. Faigel HC. Bicycles and safety, revisited. *Clin Pediatr (Phila)* 1977;16(7):597-8.
26. Janda DH. The prevention of baseball and softball injuries. *Clin Orthop Relat Res* 2003(409):20-8.
27. Blaszczyk JW, Hansen PD, Lowe DL. Postural sway and perception of the upright stance stability borders. *Perception* 1993;22(11):1333-41.

28. Overbaugh KA, Allen JG: The adolescent athlete. Part II: Injury patterns and prevention. *J Pediatr Health Care* 1994;8(5):203-11.
29. Kahl H, Dortschy R, Ellsäßer G. Injuries among children and adolescents (1-17 years) and implementation of safety measures. Results of the nationwide German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents (KiGGS)]. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 2007;50(5-6):718-27.
30. Maitra A: School accidents to children: time to act. *J Accid Emerg Med* 1997; 14(4):240-2.
31. Timpka T, Ekstrand J, Svanström L. From sports injury prevention to safety promotion in sports. *Sports Med* 2006;36(9):733-45.
32. McLennan JG, McLennan JC, Ungersma J. Accident prevention in competitive cycling. *Am J Sports Med* 1988;16(3):266-8.
33. Neff G, Nöth W. Advertising and safety in skiing (author's transl)]. *MMW Munch Med Wochenschr* 1977;119(6):171-6.
34. Petersen W, Hansen U, Zernial O, Nickel C, Prymka M. Mechanisms and prevention of kitesurfing injuries. *Sportverletz Sportschaden* 2002;16(3):115-21.
35. Prati FADM. Lesão: fatores desencadeantes e prevenção. *Fisioter Mov* 1992;5(1):9-20.
36. Silva AA, Bittencourt NFN, Mendonça LM, Tirado MG, Sampaio RF, Fonseca ST. Análise do perfil, funções e habilidades do fisioterapeuta com atuação na área esportiva nas modalidades de futebol e voleibol no Brasil. *Rev Bras Fisioter* 2011; 15(3):219-26.
37. Spring H, Pirlet A, Tritschler T, van de Velde R. Physiotherapy for the recreational athlete. *Ther Umsch* 2001;58(8):509-14.
38. Nagano Y, Ida H, Akai M, Fukubayashi T. Effects of jump and balance training on knee kinematics and electromyography of female basketball athletes during a single limb drop landing: pre-post intervention study. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol* 2011;3(1):14.
39. Tenan MS, McMurray RG, Blackburn BT, McGrath M, Leppert K: The relationship between blood potassium, blood lactate, and electromyography signals related to fatigue in a progressive cycling exercise test. *J Electromyogr Kinesiol* 2011;21(1):25-32.
40. van Asten WN, Gielen CC, Denier van der Gon JJ. Postural adjustments induced by simulated motion of differently structured environments. *Exp Brain Res* 1988; 73(2):371-83.
41. Watanabe K, Katayama K, Ishida K, Akima H: Electromyographic analysis of hip adductor muscles during incremental fatiguing pedaling exercise. *Eur J Appl Physiol* 2009;106(6):815-25.
42. Zabka FF, Valente HG, Pacheco AM. Avaliação isocinética dos músculos extensores e flexores de joelho em jogadores de futebol profissional. *Rev Bras Med Esporte* 2011; 17(3):189-92.
43. Larequi Y. Physiotherapy and osteopathy: a real holistic supervision of athletes. *Rev Med Suisse* 2010;6(258):1504-7.
44. Lehman LB. Preventing and anticipating neurologic injuries in sports. *Am Fam Physician* 1988;38(4):181-4.
45. Meliscki GA, Monteiro LZ, Giglio CA: Avaliação postural de nadadores e sua relação com o tipo de respiração. *Fisioter Mov* 2011;24(4):721-8.
46. Richter M, Lob G, Pühlhofer F, Siegrist J, Becker C, Dreinhöfer K, et al. Injury prevention as the physician's challenge. *Unfallchirurg* 2007;110(9):734-44.
47. Almeida PHFd, Barandalize D, Ribas DIR, Gallon D, Macedo ACBd, Gomes ARS. Alongamento muscular: suas implicações na performance e na prevenção de lesões. *Fisioter Mov* 2009;22(3):335-43.
48. Barela JA. Estratégias de controle em movimentos complexos: ciclo percepção-ação no controle postural. *Rev Paul Educ Fis* 2000;supl(3):79-88.
49. Hibbert O, Cheong K, Grant A, Beers A, Moizumi T. A systematic review of the effectiveness of eccentric strength training in the prevention of hamstring muscle strains in otherwise healthy individuals. *N Am J Sports Phys Ther* 2008;3(2):67-81.
50. Rouffet DM, Hautier CA. EMG normalization to study muscle activation in cycling. *J Electromyogr Kinesiol* 2008;18(5):866-78.
51. Emery CA, Cassidy JD, Klassen TP, Rosychuk RJ, Rowe BH. Effectiveness of a home-based balance-training program in reducing sports-related injuries among healthy adolescents: a cluster randomized controlled trial. *CMAJ* 2005;172(6):749-54.