

Prevenção da lesão do Ligamento Cruzado Anterior

Adriano Fernandes Gonçalves

Gonçalves, AF (2005). **Prevenção da lesão do Ligamento Cruzado Anterior**. Motricidade 1 (4): 300-307.

Resumo

Estudos epidemiológicos apontam para uma maior incidência no sexo feminino do que no masculino, das lesões do ligamento cruzado anterior (LCA). Nos últimos dez anos, várias interpretações no seio da comunidade científica tentam dar respostas, centrando-se o debate na etiologia, mecanismo de lesão e factores de risco. Estes últimos são os que levantam mais dúvidas, tendo neste artigo de revisão um lugar de destaque e foram divididos em: ambientais, anatómicos, hormonais e neuromusculares.

O controlo neuromuscular como componente susceptível de ser modificado através do treino, vai ser apresentado como factor de risco, mas também como resposta para a diminuição da incidência da lesão do LCA sem contacto traumático, sendo apresentados vários programas de treino e os seus resultados, que devem ser interpretados no âmbito da medicina desportiva, para melhor responderem aos desafios da alta competição.

Palavras-chave: Ligamento cruzado anterior (LCA), Factores de risco, Prevenção.

data de submissão: 08-07-05

data de aceiteação: 07-10-05

Abstract

Prevention of the injury of the Anterior Cruciate Ligament

Epidemiologic studies have demonstrate a larger incidence of injuries of the anterior cruciate ligament (ACL) in the feminine gender compared to males. In the past ten years, many interpretations in the scientific community have tired to provide answers, and the discussion has been centred in the etiology, injury mechanism and risk factors issues. The latter are the ones that still reveal more doubts, thus being addressed in this paper. The risk factors may be divided in environmental, anatomic, hormonal and neuromuscular factors.

The neuromuscular control, as a component that is susceptible of being modified through training, will be presented as a risk factor but also as an answer to the decrease of the incidence of injuries of ACL. We will be present several training programs and their results, which should be interpreted in the extent of the sports medicine, in an attempt to address the demands of top level competition.

KeyWords: Anterior cruciate ligament (ACL), Risk Factors, Prevention.

Introdução

O presente trabalho aborda factores de risco associados à lesão do LCA quando a mesma não é provocada por traumatismo por contacto directo.

Epidemiologicamente existem resultados que indicam uma incidência superior da lesão do LCA nas atletas femininas em relação aos masculinos [11,5,4]. Com o surgimento destes resultados, começaram-se a efectuar estudos bastante elaborados no seio da medicina desportiva e várias razões foram apontadas para a incidência ser diferente entre os dois sexos [4,14,24,28]. O debate sobre os factores de risco da lesão do LCA ainda está aberto e com grande vigor, visto que as respostas definitivas serão sempre multifactoriais e complexas, englobando factores ambientais, anatómicos, hormonais e neuromusculares. Em 1999, realizou-se a “Hunt Valley Consensus Conference on the prevention of non-contact ACL injuries”, publicado por Griffin et al. [14], na qual participaram ortopedistas, fisiatras e técnicos na área da motricidade humana, tentando encontrar consenso na definição dos factores de risco e criar estratégias para a prevenção da lesão do LCA. Dessa reunião surgiu um documento base que tem servido até à actualidade.

Este ano, em Janeiro, ocorreu a “Hunt Valley II in Atlanta” mas ainda não foi publicada qualquer informação sobre o tema.

1. Factores de Risco - Ambientais

Joelheiras de protecção

Durante os últimos 30 anos, as joelheiras de protecção com fins profiláticos foram introduzidas no mercado e rapidamente começaram a aparecer relatórios que indicavam uma diminuição do número de lesões do joelho em atletas jovens que as utilizavam [14,47]. Estudos posteriores, no entanto, não confirmam os resultados anteriores. Vários estudos chegam a indicar um aumento do número de lesões do joelho. Em 1985, a “American Academy of Orthopaedic Surgeons” [1] marcou uma posição, na qual evidenciava que não existem estudos defi-

nitivos que provem que a utilização de joelheiras de protecção, esteja directamente relacionada com a prevenção de lesões do joelho. Na realidade as joelheiras funcionais modificam a actividade electromiográfica, o tempo de resposta neuromuscular [36,46] e podem ter efeitos negativos na performance desportiva, caimbras e sintomas de fadiga [35].

A publicação constante de artigos com resultados opostos sobre as vantagens e desvantagens da utilização de joelheiras de protecção, indica que são necessários estudos mais aprofundados e com cruzamento de diversas variáveis (ex. habilidade, experiência e posição táctica no campo do atleta, condições da superfície de jogo, efeito das mudanças das regras, influência do treino, etc.).

Influência das interacções calçado-superfície de jogo

Vários estudos atestam a influência da superfície de jogo e do tipo de calçado utilizado na prática desportiva, relacionando-o com as lesões do LCA [39]. No andebol o grande nível de fricção entre calçado e superfície de jogo, é o maior factor de risco para a lesão do LCA [14], já no futebol o “design” da bota, foi apontado como um importante factor de resistência à torção, com influência nas lesões do LCA [25].

Sabemos que altos níveis de fricção entre a sola do calçado desportivo e a superfície de jogo estão habitualmente associados a melhorias do rendimento desportivo e é nesta dicotomia (rendimento vs segurança) que devemos encontrar as respostas mais equilibradas para cada modalidade.

Anatómicos

A laxidez, pode ser analisada relativamente à hiper-mobilidade generalizada ou específica de uma articulação, no caso a articulação do joelho. Existem diversos pontos de vista sobre a laxidez e o seu papel como factor de risco na lesão do LCA, não existindo até ao momento consenso.

Primeira forma de discutir a laxidez

Teoricamente a laxidez pode implicar uma posição perigosa no joelho, que pode levar à lesão do mesmo [37]; no entanto existem estudos mais recentes que são contrários à premissa anterior [25,30,9], não encontrando diferenças significativas nos padrões de lesão em atletas com hiper mobilidade ou mobilidade normal.

Segunda forma de discutir a laxidez

Exames de translação antero-posterior (AP) do joelho indicam a existência de diferenças entre os dois sexos. Será que o aumento da translação AP no joelho é um factor de risco para a lesão do LCA? Na literatura actual encontramos resultados variáveis [41,44,8], logo não existe consenso quanto à translação AP e a sua relação com a lesão do LCA sem contacto.

Terceira forma de discutir a laxidez

A hiperlaxidez e o “recurvatum” acentuado aumentam a probabilidade de conflito do LCA com o tecto da chanfradura [38].

A inclinação posterior do prato tibial também tem sido um factor bastante estudado. Novamente numa abordagem teórica (a inclinação posterior do prato tibial promove o deslizamento da tibia para baixo; ao iniciar-se a activação quadrípital aumenta a tracção sobre a tibia colocando o LCA em tensão) quem tiver um grande declive da tibia na porção posterior está mais susceptível a contrair a lesão do LCA. Dois franceses (DeJour e Bonnin) são os grandes defensores desta teoria demonstrando inclusive que cada 10º de aumento de declive posterior da tibia dá origem a um aumento de 6 mm de translação tibial anterior [10]. Recentemente foi publicado um artigo que indica que a diminuição da inclinação posterior da tibia pode proteger o LCA [15].

No entanto, outros estudos discordam dos resultados anteriores indicando que o declive posterior da tibia não é factor de risco para a lesão do LCA [29] e num estudo através de tomografia computadorizada

indica que não existe diferença entre os dois sexos relativamente ao declive posterior da tibia [22].

A chanfradura intercondiliana está ligada à rotura isolada do LCA quando sofre estenose pois condiciona o conflito do LCA com o tecto ou com a vertente externa da mesma [38]. Podemos então considerar que é um factor de risco para a lesão do LCA. Mas nem todas as questões sobre a chanfradura intercondilar têm resposta tão universal, pois a sua dimensão e relação entre os dois sexos é actualmente ponto de debate. Vários estudos concluíram que existem diferenças na dimensão da chanfradura intercondilar entre os dois sexos [3,43], no entanto, é de salientar que a diversa literatura revela grandes lacunas: diferentes métodos de medição, desequilíbrios biomecânicos (ex. rotação do membro inferior) a quando da medição ou obtenção de imagens por RX e o papel do peso e altura nas dimensões da chanfradura [32,42]. Na conferência de “*Hunt Valley*” concluí-se que o papel da chanfradura na relação específica com o sexo, não se poderia validar nas lesões do LCA.

Naturalmente existem mais diferenças anatómicas óbvias entre homens e mulheres desde as medidas estáticas do alinhamento do membro inferior (varismo da anca, valgismo do joelho, pronação do pé, rotação da anca); o aumento da anteversão femoral do ângulo “Q”; a excessiva torção tibial; a excessiva pronação do pé; o desenvolvimento muscular; as diferenças entre a localização da inserção; o tamanho do LCA, etc. Contudo, todas estas questões ainda estão a ser estudadas não podendo ser feita uma relação directa sobre a sua influência nas lesões do LCA.

Hormonais

Estudos sobre hormonas específicas de cada sexo e a sua relação com o aumento do risco da lesão do LCA, geraram diversas hipóteses:

1. Hormonas sexuais específicas aumentam a laxidez tecidual [17];
2. Hormonas sexuais específicas alteram a composição e estrutura celular dos ligamentos [31];

Prevenção da lesão do Ligamento Cruzado Anterior

Adriano Fernandes Gonçalves

3. A influência hormonal pode ser absoluta ou alterar-se mediante no decorrer do ciclo menstrual, influenciando o controlo neuromuscular da função da extremidade do membro inferior, particularmente na coordenação do movimento do membro [14,20,19].

Na actualidade o debate continua e está centrado principalmente nas alterações hormonais durante o ciclo menstrual e a sua relação com as lesões do LCA. Os noruegueses indicam que a fase mais propícia para as lesões é o meio do ciclo [34]; outros sugerem que as lesões ocorrem na fase ovulatória [45], mas também há estudos que não encontram diferenças significativas entre os dois momentos [2].

Neuromusculares

A activação do quadríceps nas mulheres é feita em resposta à translação anterior da tibia, enquanto que os homens contam mais com os seus ísquiotibiais para a estabilização inicial do joelho [21]. Desta forma os autores defendem que nas atletas femininas que têm um quadríceps muito forte, este pode ser responsável pelo aumento da translação anterior da tibia em determinados momentos desportivos (ex. travagem, aterragem de um salto), tornando-as mais susceptíveis a contraírem a lesão do LCA.

A posição da anca e tronco, bem como o controlo neuromuscular contribuem de uma forma significativa nas actividades do joelho [24]. Foram encontradas diferenças em ambos os sexos nos padrões de movimento, posição e forças musculares geradas em várias actividades coordenativas do membro inferior [40,13,6]. As mulheres têm um menor tempo de activação do glúteo médio e ísquiotibiais [48].

Efeitos de programas de treino de salto e aterragem, após 6 semanas de treino pliométrico e aperfeiçoamento da técnica de salto, feito com alunas universitárias com o objectivo de diminuir as forças de aterragem e aumentar a altura do salto vertical, obtiveram-se diversos resultados entre os quais se demonstra que os momentos de adução e abdução do joelho diminuíram 50% [20]. Noutro estudo, com alunas universitárias jogadoras de futebol, voleibol

e basquetebol, obtiveram-se resultados que indicam que as atletas que não foram submetidas ao programa de treino tiveram maior incidência de lesões graves no joelho (3.6 vezes) do que as treinadas [19].

Muitos clínicos actualmente invocam que os programas de força aumentam o controlo proximal da anca, sendo completado com a activação da cadeia cinética fechada dos glúteos e ísquiotibiais. Estes programas combinados com treino de habilidade, aterragem e manobras de mudança de direcção conseguem promover a prevenção da lesão [14].

Juntamente com o aumento do controlo neuromuscular, as estratégias para evitar situações de risco, mostraram ser eficazes na redução de lesões do LCA no basquetebol [31,14] e sky [12]. O treino proprioceptivo e de equilíbrio também foram identificados como factores, reduzindo o risco da lesão do LCA em jogadoras de futebol [7].

Programas de prevenção da Lesão do LCA.

As recomendações sobre a prevenção de lesões no joelho têm sido publicadas, apesar de poucos estudos conseguirem avaliar de uma forma prospectiva a eficácia de programas de prevenção de lesões. No entanto, já foram desenvolvidos estudos em desportos como o Sky, Basquetebol, Futebol e Andebol.

O primeiro programa para a prevenção de lesões do LCA foi criado em 1990, num trabalho em que participavam duas Ligas da primeira divisão americana de basquetebol. O programa foi desenvolvido ao longo de oito anos, gerando mudanças nas técnicas individuais dos jogadores (força exercida pelo joelho em flexão no ataque ao solo, utilizando aceleração nas mudanças de direcção e desacelerando com paragem através de mudança de apoios unipodais alternados). Os resultados foram excelentes havendo uma redução de 89% [18], na incidência das lesões do LCA no grupo de intervenção.

Em 1995 foi implementado um programa designado por “guide discovery technique” para praticantes de Sky, em Vermont, focando diversas for-

mas de evitar comportamentos e posições de alto risco (ex. “Phatom foot”), e a responderem rapidamente a condições desfavoráveis. Na época Sky de 1993-1994, 4.700 instrutores completaram o programa de treino em 20 estâncias de Sky, distribuídas pelos Estados Unidos. Como resultados, houve uma descida dos valores da incidência de 62% das lesões graves do joelho^[12], comparativamente com todos aqueles que não participaram no programa de treino.

O primeiro trabalho no futebol surgiu em 1996, em Itália, onde foi criado um programa de treino de equilíbrio através de exercícios proprioceptivos, utilizando um grupo de 600 jogadores de futebol semi-profissionais e amadores. O estudo consistia num programa de treino de 20 minutos, dividido em 5 fases com crescente grau de dificuldade. A totalidade do estudo ficou completa ao fim de três épocas. Caraffa et al. concluíram que em termos globais houve uma diminuição de 87%^[7] de lesões do LCA no grupo de intervenção relativamente ao grupo de controlo.

Hewett et al. (1999)^[19] fizeram uma análise prospectiva de 1263 atletas masculinos e femininos que praticavam diversos desportos. Utilizaram um programa de treino neuromuscular, que era composto por exercícios de alongamentos, treino pliométrico e treino com pesos, enfatizando o alinhamento e técnica de execução. O estudo decorreu num período de 6 semanas. A incidência de lesões graves do joelho no grupo de intervenção foi menor 2.4 a 3.6 vezes em relação ao grupo de controlo.

No ano 2000 foi estudado um grupo de 300 mulheres jogadoras de futebol, com idades compreendidas entre os 14 e os 18 anos, durante um período de um ano. Quarenta e duas atletas participaram no programa de treino “Frappier Acceleration Training Program”. O programa de treino foi desenvolvido num período de 7 semanas na pré-época e consistia em treino de força, flexibilidade, exercícios específicos cardiovasculares, exercícios pliométricos e treino específico para a modalidade. Heid et al. chegaram à conclusão que o grupo que foi submetido ao programa de treino teve uma

percentagem mais baixa de lesões do LCA (2.4%) comparado com os valores encontrados no grupo de controlo (3.1%)^[16].

Mandelbaum et al. (2002)^[27] criaram um programa de treino (PEP- Prevent Injury, Enhance Performance) que decorreu durante duas épocas (2000/2001 e 2001/2002). Gravaram um vídeo educacional com 5 baterias de exercícios (aquecimento, alongamentos, reforço muscular, pliométricos e de agilidade), e entregaram a diversos treinadores de equipas femininas, com jogadoras com idades compreendidas entre os 14 e 18 anos. O programa de treino durava entre 15 a 20 minutos e seria o substituto do aquecimento normal antes dos treinos ou jogos. Os resultados foram extremamente positivos: na época de 2000/2001 o grupo de intervenção teve uma incidência de 0.2 lesões do LCA por atleta, enquanto que o grupo de controlo que teve uma incidência de 1.7 lesões do LCA por atleta; em termos percentuais o grupo de intervenção teve menos 88% de lesões do LCA do que o grupo de controlo. Na época de 2001/2002 o grupo de intervenção teve uma incidência de 0.47 lesões do LCA por atleta, enquanto que o grupo de controlo que teve uma incidência de 1.8 lesões do LCA por atleta; em termos percentuais o grupo de intervenção teve menos 74% de lesões do LCA do que o grupo de controlo.

Em 2004 no “2º congresso Internacional de Traumatologia Desportiva, Artroscopia e Cirurgia do Joelho – Porto século XXI”, foi apresentado pelo Dr. Lars Engebretsen, um estudo sobre a influência do treino neuromuscular na prevenção de lesões do LCA^[33] em jogadoras de andebol, concluindo que existiu uma redução do nº de lesões.

Prevenção da lesão do Ligamento Cruzado Anterior

Adriano Fernandes Gonçalves

Conclusões

Uma correcta definição dos factores de risco e mecanismos da lesão do LCA, são o início de uma aproximação racional para a prevenção da mesma. Apesar de muitos esforços e recolha de informação, ainda não podemos considerar que os resultados sejam elucidativos, embora os dados sobre controlo neuromuscular, equilíbrio e estratégias para evitar as situações de risco sejam favoráveis à redução da lesão do LCA.

Parece prudente e razoável de momento aumentar as informações sobre o que já é conhecido e encorajar a implementação de programas de prevenção neuromusculares (ou de outros componentes). Os numerosos benefícios que o desporto oferece tanto a homens como mulheres, não permite que a lesão do LCA, influencie a escolha do tipo de desporto a praticar por qualquer dos sexos. Devemos sim estimular a investigação na observação das múltiplas variáveis que podem contribuir na etiologia da lesão, de forma que a experiência dos atletas no desporto seja segura para todos os participantes.

Agradecimentos

Ao Dr. João Lourenço (Departamento Médico do S. C. Braga), Dr. José Carlos Noronha (Departamento Médico F. C. do Porto), Dr. Gil Gonçalves (Director do Serviço de Cirurgia Geral do Hospital de S. Sebastião – SMF) e Fisioterapeuta Carlos Salgado (docente na Universidade Fernando Pessoa).

Correspondência

Adriano Fernandes Gonçalves
Rua da Veiguinha, n.º1
4730-473 Vila do Prado

Referências

1. American Academy of Orthopaedic Surgeons American (1985). Knee Braces Seminar Report. American Academy of Orthopaedic Surgeons, Chicago.
2. Arendt EA, Bershadsky B, Agel JA (2001). Periodicity of non-contact ACL injuries during the menstrual cycle. *J Gend Specif Med*.
3. Arendt EA (2001). *Relationship between notch width index and risk of noncontact ACL injury. Prevention of noncontact ACL injuries* (Edited by: Griffin LY). American Academy of Orthopaedic Surgeons (Rosemont IL) 33-43
3. Arendt EA, Agel J, Dick R (1999). *Anterior cruciate ligament injury patterns among collegiate men and women*. *J Athl Training* 1999, 34:86-92.
5. Arendt EA, Dick R (1995). *Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer: NCAA data and review of literature*. *Am J Sports Med* 23:694-701.
6. Bobbert MF, van Zandwijk JP (1999). *Dynamics of force and muscle stimulation in human vertical jumping*. *Med Sci Sports Exerc* 31: 303-310
6. Carrafá A, Cerulli G, Progetti M (1996). *Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer: A prospective controlled study of proprioceptive training*. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, vol. 4(1), pp. 19-21.
7. Daniel D, Malcom L, Losse G (1983) *Instrumented measurement of ACL disruption*. *Orthop Trans* 7:585-586.
8. Decoster LC, Vailas JC, Lindsay RH, Williams GR (1997). *Prevalence and features of joint hypermobility among adolescent athletes*. *Arch Phys Med Rehab* 151:989-92.
9. DeJour H, Bonnin M (1994). *Tibial translation after anterior cruciate ligament rupture. Two radiographic tests compared*. *J Bone Joint Surg Br* 76:745-749.
10. Engstrom B, Forssblad M, Johansson C (1990). *Does a major knee injury definitely sideline an elite soccer player?* *Am J Sports Med* 18:101-105.
11. Ettlenger CF, Johnson RJ, Shealy JE (1995). *A method to help reduce the risk of serious knee sprains incurred in alpine skiing*. *Am J Sports Med* 25:531-537.
12. Gregoire L, Veeger HE, Huijing PA, van Ingen Schenau GJ (1984). *The role of mono-and biarticular muscles in explosive movements*. *Int J Sports Med* 5:301-305.
13. Griffin LY, Agel J, Albohm MJ, Arendt EA (2000). *Noncontact anterior cruciate ligament injuries: Risk factors and prevention strategies*. *J Am Acad Orthop Surg* 8:141-150.
14. Giffin JR, Vogrin TM, Zantop T, Woo SL-Y, Harner CD (2004). *Effects of increasing tibial slope on the biomechanics of the knee*. *Am J Sports Med* 32(2):376-82.
15. Heid R, Sweeterman L, Carlonas R (2000). *Avoidance of Soccer Injuries with preseason conditioning*. *American Journal of Sports Medicine*, vol. 28, pp.659-662.
16. Heitz NA, Eisenman PA, Beck CL, Walker JA (1999). *Hormonal changes throughout the menstrual cycle and increased anterior cruciate ligament laxity in females*. *Journal of Athletic Training* 34:144-149.
17. Henning C, Griffis N (1990). *Injury prevention of the anterior cruciate ligamente (videotape)*. In: Mandelbaum B, Silvers H, Griffin L. Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing the incidence of ACL injuries in female athletes: two-year follow up. Institutional information: Santa Monica Orthopaedic and Sports Medicine Research Foundation
18. Hewett TE, Lindenfeld TN, Riccobene JV, Noyes FR (1999) *The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes: a prospective study*. *Am J Sport Med* 27:699-7705.
19. Hewett TE, Stroupe AL, Nance TA, Noyes FR (1996) *Plyometric training in female athletes. Decreased impact forces and increased hamstring torques*. *Am J Sports Med* 24:765-773.
20. Huston LJ, Wojtys EM (1996). *Neuromuscular performance characteristics in elite female athletes*. *Am J Sports Med* 24:427-436.
21. Jackowski DM, Kirkley A, Speechley M (1996). *A prospective cohort study to determine risk factors for ACL injury in varsity athletes* University of Western Ontario
22. Kalenak A, Morehouse CA (1975). *Knee stability and knee ligament injuries*. *JAMA* 15;234(11):1143-5.
23. Kirkendall DT, Garrett WE (2000). *The anterior cruciate ligament enigma*. *Clin Orthop Rel Res* 2000, 372:64-68.

Prevenção da lesão do Ligamento Cruzado Anterior

Adriano Fernandes Gonçalves

24. Lambson RB, Barnhill BS, Higgins RW (2001). *Football cleat design and its effect on anterior cruciate ligament injuries. A three-year prospective study.* Am J Sports Med 24(2): 155-159.
25. Liu SH, Al-Shaikh R, Panossian V (1996). *Primary immuno-localization of estrogen and progesterone target cells in the human anterior cruciate ligament.* J Orthop Res 14:526-533.
26. Mandelbaum B, Silvers H, Griffin L (2002). *Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing the incidence of ACL injuries in female athletes: two-year follow up.* Institutional information: Santa Monica Orthopaedic and Sports Medicine Research Foundation.
27. Medvecky MJ, Bosco J, Sherman OH (2000). *Gender disparity of anterior cruciate ligament injury: etiological theories in the female athlete.* Bull Hosp Jt Dis 59:217-226.
28. Meister K, Talley MC, Horodyski MB (1998). *Caudal slope of the tibia and its relationship to noncontact injuries to the ACL.* Am J Knee Surg 11:217-219.
29. Morteza JA, Walters R, Smith L (1982). *Flexibility as a predictor of knee injuries in college football players.* Phys Sportsmed 10:93-97
30. Moore JR, Wade G (1989). *Prevention of ACL injuries.* J Strength Cond Res 11:35-40.
31. Muneta T, Takakuda K, Yamamoto H (1997). *Intercondylar notch width and its relation to the configuration and cross-sectional area of the anterior cruciate ligament.* Am J Sports Med 25:69-72.
32. Myklebust G, Engebretsen L, Brækken I, Skjølberg A, Olsen L, Bahr R (2003). *Prevention of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Team Handball Players: A Prospective Intervention Study Over Three Seasons.* Clinical Journal of Sport Medicine, 13:71-78.
33. Myklebust G, Maehlum S, Holm I, Bahr R (1998). *A prospective cohort study of anterior cruciate ligament injuries in elite Norwegian team handball.* Scan J Med Sci Sports 8:149-153.
34. Najibi S, Albright JP (2005). *The use of knee braces, part 1: Prophylactic knee braces in contact sports.* Am J Sports Med 33(4):602-11.
35. Nemeth, G., Lamontagne, M., Tho, K. e Eriksson, E (1997). *Electromyography activity in expert downhill skiers using functional knee braces after anterior cruciate ligament injuries.* American Journal Sports Medicine 25: 635-641.
36. Nicholas JA (1970). *Injuries to knee ligaments: Relationship to looseness and tightness in football players.* JAMA 212:2236-2239.
37. Noronha, J. (2000). *Ligamento Cruzado Anterior. Chanfradura intercondiliana e rotura do LCA.* Porto: Merck Sharp & Dohme.
38. Powell JW, Schootman M (1992). *A multivariate risk analysis of selected playing surfaces in the National Football League: 1980 to 1989. An epidemiologic study of knee injuries.* Am J Sports Med 20(6):686-94.
39. Putnam CA (1993). *Sequential motions of body segments in striking and throwing skills: descriptions and explanations.* J Biomech 26:125-135.
40. Rozzi SL, Lephart SM, Gear WS, Fu FH (1999). *Knee joint laxity and neuromuscular characteristics of male and female soccer and basketball players.* Am J Sports Med 27:3212.
41. Staeubi HU, Adam O, Becker W, Burghart R (1999). *Anterior cruciate ligament and intercondylar notch in the coronal oblique plane: anatomy complemented by magnetic resonance imaging in cruciate ligament-intact knees.* Arthroscopy 15:349-359.
42. Tillman MD, Smith KR, Bauer JA, Cauraugh JH, Falsetti AB, Pattishall JL (2002). *Differences in three intercondylar notch geometry indices between males and females: a cadaver study.* Knee 9(1):41-6.
43. Weesner CL, Albohm MJ, Ritter MA (1986). *A comparison of anterior and posterior cruciate ligament laxity between female and male basketball players.* The Physician and Sportsmedicine 14:149.
44. Wojtys EM, Huston LJ, Lindenfeld TN (1998). *Association between the menstrual cycle and anterior cruciate ligament injuries in female athletes.* Am J Sports Med 26:614-619.
45. Wojtys EM, Kothari SU, Huston LJ (1996). *Anterior cruciate ligament functional brace use in sports.* Am J Sports Med 24(4):539-46.

46. u B, Herman D, Preston J, Lu W, Kirkendall DT, Garrett WE (2004). *Immediate effects of a knee brace with a constraint to knee extension on knee kinematics and ground reaction forces in a stop-jump task.* Am J Sports Med 32(5):1136-43.

47. Zeller BL, McCrory JL, Kibler WB, Uhl TL (2003). *Differences in kinematics and electromyographic activity between men and women during the single-legged squat.* Am J Sports Med 31(3):449-56.