

Izabel Assunção Moreira

**LESÕES DE LCA NO FUTEBOL FEMININO**  
Revisão de Literatura

Belo Horizonte  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG  
2010

Izabel Assunção Moreira

**LESÕES DE LCA NO FUTEBOL FEMININO**  
Revisão de Literatura

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Treinamento Esportivo da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Treinamento Esportivo.

Área de Concentração: Treinamento Esportivo

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Luiz Carneiro

Belo Horizonte  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG  
2010

## RESUMO

A popularidade do futebol feminino vem crescendo cada vez mais desde a década passada. Hoje, existem aproximadamente 50.000 jogadoras já registradas em 1200 clubes, e observadas por milhões de espectadores por todo o mundo. Esse crescimento implica uma maior incidência de acidentes, sendo a Lesão do Ligamento Cruzado anterior uma das mais citadas e mais graves entre os traumas estudados. A lesão no LCA envolve longos períodos de incapacidade esportiva e sua recuperação é relativamente lenta (devido à localização intra-articular), geralmente ocorre em episódios sem contato entre as jogadoras, em situações de desaceleração, aterrissagem, deslocamento lateral ou giro. Caracterizada como umas das lesões mais caras para o clube, somente nos EUA são gastos aproximadamente U\$17.000,00 por lesão. Em nível nacional, cirurgias e reabilitações associadas à lesão no LCA em mulheres, chegam a custar U\$646 milhões anualmente. Sendo assim é de fundamental importância o desenvolvimento de estratégias preventivas apropriadas, como exercícios pliométricos, corridas com mudança de direção, programa de fortalecimento muscular e treinos neuromusculares, para que o esporte possa ser praticado com segurança para auxiliar o desempenho da atleta.

Palavras-chave: LCA. Lesão. Mulheres. Futebol Feminino.

## ABSTRACT

The popularity of women's soccer is growing increasingly over the past decade. Today, there are approximately 50,000 registered players already in 1200 clubs and observed by millions of spectators around the world. This growth implies a higher incidence of accidents, injury to the anterior cruciate ligament is one of the most cited among the most severed traumas studied. Injury to the ACL involves long periods of disability sport and its recovery is relatively slow, due to intra-articular location, usually occurs during a noncontact episode, typically during deceleration, landing, lateral displacement or pivoting. Characterized as one of the most expensive injuries to the club, in the U.S. alone is spending approximately U.S. \$ 17,000.00 for injury. Nationally, surgery and rehabilitation associated with ACL injury in females can cost U.S. \$ 646 million annually. Therefore it is of fundamental importance to develop preventive strategies appropriate, as plyometrics, running with a change of direction, a weight training program and neuromuscular training for that sport can be practiced safely to assist the athlete's performance.

## SUMÁRIO

<b>1 – INTRODUÇÃO/JUSTIFICATIVA</b> .....	5
<b>2 – METODOLOGIA</b> .....	6
<b>3 – DESENVOLVIMENTO</b> .....	7
<u>O FUTEBOL FEMININO</u> .....	7
<u>O LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR</u> .....	9
3.1 - Estrutura Anatômica do LCA.....	8
3.2 - Função Mecânica do LCA.....	9
3.3- Epidemiologia.....	9
3.4 – Mecanismos de Lesão.....	11
3.5 – Fatores de Risco.....	12
3.5.1 – Fatores Intrínsecos.....	12
a) Idade.....	12
b) Sexo.....	13
c) Efeitos Hormonais.....	13
d) Anatomia do joelho e alinhamento biomecânico .....	14
e) Flexibilidade.....	15
f) Força muscular.....	15
3.5.2 – Fatores Extrínsecos.....	16
a) Calçado e superfície.....	16
b) Condicionamento físico e coordenação.....	16
<b>4 – PREVENÇÃO</b> .....	17
4.1 – Fortalecimento.....	18
4.2 – Condicionamento Físico.....	18
4.3 – Pliometria.....	19
4.4 – Propriocepção e Controle Neuromuscular.....	19
<b>5 – DISCUSSÃO</b> .....	22
<b>6 – CONCLUSÃO</b> .....	23
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	24

## 1 INTRODUÇÃO / JUSTIFICATIVA

Os ligamentos proporcionam estabilidade estática enquanto as contrações dos músculos quadríceps e posteriores da coxa conferem estabilidade dinâmica à articulação do joelho. Dois ligamentos muito importantes do joelho são, o ligamento cruzado anterior e o ligamento cruzado posterior, assim denominado por se cruzarem dentro do joelho, entre a tíbia e o fêmur. Esses ligamentos são vitais para a manutenção, respectivamente, da estabilidade anterior e posterior da articulação do joelho, bem como sua estabilidade rotacional. (THOMPSON e FLOYD, 2002).

Este estudo apresenta uma revisão de literatura sobre a lesão no LCA, uma vez que essa estrutura possui significativa contribuição para o movimento mecânico e estabilidade da articulação do joelho, e relacioná-la ao Futebol Feminino, esporte que vem crescendo extensivamente e adquirindo grande quantidade de praticantes a cada dia. Esse tipo de pesquisa tem por objetivo diminuir o risco de lesão em atletas, através de experiências e análises, examinando a incidência, gravidade, natureza, localização e diferentes gêneros e idades, obtendo dados para avaliar estratégias profiláticas atuais, regimes preventivos e definir futuras pesquisas epidemiológicas. (GALL, CARLING e REILLY, 2008).

A Lesão no LCA é uma das lesões mais comuns da articulação do joelho e tem como consequência a instabilidade do joelho, acarretando insegurança durante o exercício e queda do rendimento, o que faz com que muitos atletas optem pelo tratamento cirúrgico. O tratamento de reabilitação das lesões de LCA tem custo elevado e longa duração, resultando em maior tempo para o retorno ao esporte. (LLOYD, 2001).

Apesar dos números variarem, as mulheres têm de 2 a 8 vezes mais chance de ter ruptura de LCA do que os homens. Variações hormonais com alto nível de estrógeno estão sendo relacionadas com a alta taxa de lesão em mulheres atletas, porém, há controvérsias. (KRAEMER e KNOBLOCH, 2009). Também devem ser considerados índices neuromusculares diferentes, e características de força muscular, corrida, passadas laterais e aterrissagem (WESTIN et al, 2006).

Dessa forma, serão incluídas no estudo informações a respeito da anatomia do ligamento, estrutura, mecânica funcional, epidemiologia da lesão, fatores de risco, e prevenção.

## 2 METODOLOGIA

Foram reunidos diversos estudos sobre o Ligamento Cruzado Anterior e o futebol feminino mundial, buscando analisar toda a estrutura e possíveis estratégias preventivas, através de informações dos últimos 10 anos que possibilitaram a coleta de dados para construção da revisão de literatura. Como fontes de pesquisa foram utilizados os sites de procura: Scielo, ScienceDirect, Pubmed, Google Acadêmico, e palavras-chave: LCA, lesão, mulheres, futebol feminino.

### 3 DESENVOLVIMENTO

#### O FUTEBOL FEMININO

O futebol é, provavelmente, o esporte mais popular do mundo, e, especialmente, o interesse no futebol feminino está crescendo extensivamente desde a década passada.

A popularidade do futebol entre garotas e mulheres na França e em outros países, está em constante ascensão, com aproximadamente 50.000 jogadoras já registradas em 1200 clubes nacionalmente. Conseqüentemente, em 1998 o Centre National de Formation et d'Entertainment ( Centro Nacional de Desenvolvimento e Treinamento para mulheres) ou CNFE, foi criado pela Federação Francesa de Futebol para hospedar e desenvolver a Elite do Futebol Feminino Francês com jogadoras de 15 a 19 anos. Desde a criação do CNFE, a Liga Nacional Francesa Sub 19 ganhou o Campeonato Europeu Sub 19 em 2003 e terminou vice-campeão por mais 4 vezes. (GALL, CARLING, REILLY, 2008)

Em 1991, a primeiro Campeonato de Futebol Feminino aconteceu na China, com 12 times participantes. Foram 104 nações participantes na fase classificatória para a Copa do Mundo de 2003 nos Estados Unidos, formando 16 equipes participantes. 32 partidas foram assistidas por 670.000 espectadores nos estádios. Notadamente, a final da Copa do Mundo foi transmitida na TV alemã para aproximadamente 10,4 milhões de pessoas, o que corresponde a 33,5% do total de telespectadores, no estudo de Faude et al (2005).

No Brasil, se tem noticiado a prática do futebol por mulheres desde 1970, nos campos, praias e quadras, porém não se desenvolveu adequadamente no “país do futebol”. Este retardo e/ou impedimento não admite uma análise linear, pois depende do cruzamento entre as manifestações que o futebol oferece (campo, salão, quadra, praia e society). Todavia, muitos fatores são comuns aos entraves do desenvolvimento do Futebol Feminino (FF) no Brasil, em perspectivas histórico-sociais tais como, reclusão social por razão de ordem médica, valores sexistas, comparação entre desempenho esportivo de homens e mulheres, a mídia etc.

Atualmente, segundo a Confederação Brasileira de Futebol – CBF existem no Brasil cerca de 400 mil mulheres jogando futebol, embora a FIFA estime essa participação em 7 milhões. Em São Paulo, o estado com maior número de praticantes, há apenas 206 atletas federadas e somente 10% delas são profissionais. Neste contexto de nítida deficiência, o trajeto histórico sugere que o crescimento do FF no Brasil depende dos mesmos fatores que intermediaram e levaram ao destaque o futebol masculino: investimentos financeiros,

interesse dos meios de comunicação e de clubes que incentivem a prática, adoção de um mecanismo de incentivo pelos órgãos dirigentes (Federações e Confederações), adequação do sistema competitivo à mulher, valorização profissional das praticantes, entre outros. (MOREL e SALLES, 2006)

## O LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR

### 3.1 Estrutura Anatômica do LCA

Segundo Zantop, Petersen e Fu (2005), o LCA é uma banda de tecido conjuntivo denso que liga o fêmur e a tíbia, e é envolvido por uma membrana sinovial na articulação do joelho humano, que por definição é um ligamento intra-articular, mas extra-sinovial. Bicer et al (2009) descrevem sua localização como: “Proximalmente atribui a uma fossa na borda pósteromedial do côndilo femoral lateral. Ele segue um curso oblíquo no sentido ântero-medial-distal e distalmente atribui para a fossa intercondilar anterior no platô tibial.”

O LCA é composto por dois feixes funcionais: Ântero medial e Pósterolateral, demonstrado nos estudos fetais de *Ferretti et al*, e artroscópicos de *Steckel et al*, citados por Bicer et al (2009). Entretanto, existem evidências conflitantes sobre a divisão anatômica dos feixes. Em um estudo histológico, Odensen e Gillquist, concluíram que não havia separação distinta de feixes no LCA, contudo, Amis e Dawkins identificaram três feixes ao examinar o joelho de um cadáver, chamados de anteromedial, posteromedial e feixe intermediário.

Uma estrutura multifascicular envolvida por uma matriz de tecido conjuntivo frouxo compõe o Ligamento Cruzado Anterior. Tipo 1 e 3 de colágenos são os tipos mais abundantes dentro do ligamento. Fibroblastos e condrócitos também se mostraram presentes nesse estudo de Bicer et al (2009).

A função primária do LCA é limitar o deslocamento da tíbia no côndilo femoral, e também é essencial no impedimento da translação anterior da tíbia quando a maioria das estruturas passivas do joelho estão em tensão. No entanto, estudos feitos em cadáveres que usaram seccionamento serial de ligamentos e aplicação de cargas controladas concluíram que o LCA carrega 87% de toda a carga quando a força de translação anterior for aplicada no joelho estendido. Forças produzindo translação anterior da tíbia resultarão em excursão máxima da tíbia, em torno de 30° de flexão, quando ao mesmo tempo ocorrerá tensão no feixe de LCA. (LEVANGE e NORKIN, 2001)



### 3.2 Função Mecânica do LCA

Há consenso na literatura e entre os clínicos de que o ligamento cruzado anterior atua como estabilizador mecânico. Para Fu *et al.* e Fukubayashi *et al.* (*apud* FATARELLI, ALMEIDA e NASCIMENTO, 2004), a principal função do LCA é prevenir o deslocamento anterior da tíbia em relação ao fêmur. Kennedy *et al.* e Wascher *et al.* (*apud* FATARELLI, ALMEIDA e NASCIMENTO, 2004) observaram que esse ligamento age no mecanismo de rotação interno e externo do joelho e na restrição do estresse em valgo e varo, e também promove o deslizamento do côndilo sobre a glena no sentido contrário ao do rolamento (Escamilla, 2001). Funcionalmente, a maior vulnerabilidade do LCA ocorre em mecanismos rotacionais, visto que 70% das rupturas foram relacionadas a esse mecanismo (Mello *et al.*, citado por FATARELLI, ALMEIDA e NASCIMENTO, 2004).

O LCA suporta 86% da força de cisalhamento anterior e tem sua força estimada entre 1725 – 2160N. Tais forças, entre 0-60° de flexão, foram classificadas como mínimas, atingindo o pico de 28-500N. Um fator para esta baixa força anterior é a ação dos isquiotibiais que produzem uma força posterior durante todo o movimento (ALKNER 2000, FITZGERALD 2000, FÚRIA 1997). Outro fator é a força produzida pelo músculo quadríceps, através do tendão patelar, em ângulos de flexão superiores a 60°. A patela exerce uma força anterior até 50-60° de flexão, tendo o pico de força anterior com a extensão total do joelho.

Para eliminar a força anterior sobre o LCA, o autor cita a flexão de tronco e quadril, ocasionando o aumento da atividade dos músculos isquiotibiais e alteração no comprimento da tensão.

Já está bem estabelecido que de 45° de flexão do joelho até a extensão total, a ativação do quadríceps traciona a tíbia anteriormente em relação ao fêmur e conseqüentemente sobrecarregando o LCA. A combinação entre a rotação interna e translação anterior da tíbia é o responsável pela maior sobrecarga do LCA.

### 3.3 Epidemiologia

Estima-se que 13,5% da população norte americana, entre 18-35 anos sofrerá lesão articular, e que 15 milhões de estiramentos e deslocamentos ocorrem por ano. O joelho é a articulação mais lesada, e o LCA é o mais frequentemente lesado associado com amplitude limitada de movimento. Nos Estados Unidos ocorre 1 em cada 3.500 lesões, o que corresponde a 80.000 lesões de LCA a cada ano. Destas lesões, 72% ocorrem em homens e 28% em mulheres e 65% ocorrem durante alguma atividade esportiva (IRELAND, 1999),

mas quando comparados a mesma categoria e esporte praticados, a mulher tem de 2 a 8 vezes mais chance de ter uma lesão de LCA do que o homem (KRAEMER e KNOBLOCH, 2009).

A maioria das lesões ocorre em pessoas de 15 a 45 anos. Em lesões agudas 50-70% incluem lesão meniscal e alcançam até 90% nas lesões crônicas, enquanto a lesão dos ligamentos colaterais está presente em 40-75% dos casos.

Em um estudo com jogadoras de futebol, de 26-40 anos, que sofreram lesão no LCA há 12 anos, mais de 50% apresentaram osteoartrite no joelho lesado e aproximadamente 80% tinham característica radiográfica relacionada com a osteoartrite, 75% tiveram sintomas que afetaram substancialmente a atividade do joelho na qualidade de vida, e 42% relataram ter sintomática radiográfica do joelho com OA. (LOHMANDER, 2004).

A instabilidade do menisco no LCA do joelho lesado pode contribuir com o aumento do stress de contato da cartilagem afetando a distribuição da carga, a absorção do choque e a estabilidade da articulação. (LOHMANDER, 2004), contribuindo assim para o aumento do risco de artrose.

A taxa de abandono do esporte chega a 70% em jogadores de futebol que já sofreram lesão no LCA, independente de terem ou não operado, contrastando com apenas 15% que não tiveram lesão.

Estudos epidemiológicos demonstram que a maioria das lesões no esporte ocorre nos últimos minutos de jogo.

No futebol 68-88% das lesões estão relacionadas com membros inferiores, principalmente joelho e tornozelo. 30% dessas lesões ocorrem em atacantes e meio campistas, 25,6% nos defensores. Já nos membros superiores, 21,4% dos goleiros sofreram lesões. (GALL, CARLING E REILLY, 2008)

Em um estudo feito na liga sueca de 86, das jogadoras de futebol feminino, entre 26-40 anos, que sofreram de lesão no LCA, 8% continua a nível profissional, enquanto 50% jamais retornaram ao esporte. Somente 15% estimam que o nível de atividade comum seja igual ou melhor do que antes da lesão. (LOHMANDER, 2004).

### 3.4 Mecanismos de Lesão

A laceração do ligamento cruzado anterior (LCA) é uma das lesões sérias mais comuns do joelho. O mecanismo dessa lesão muitas vezes envolve forças rotacionais de não-contato associadas a paradas bruscas e mudanças rápidas de direção.

Há também estudos mostrando que o LCA pode ser rompido num mecanismo de hiperextensão ou simplesmente por uma contração violenta do quadríceps, que traciona a tíbia para frente sobre o fêmur (THOMPSON e FLOYD, 2002).

O jogador de futebol pode sofrer uma lesão de LCA através de um ou dois mecanismos básicos – através de um contato direto ou não contato. Boden registrou que 100 joelhos com ruptura do LCA foram resultado de atividades esportivas diferentes do esqui e observou que 72% ocorreram sem contato, e os outros 28% foram resultado de algum contato direto. As percentagens são similares ao estudo de McNair e Narshal (70% sem contato) assim como Noyes et al (78% sem contato).

Outros estudos oferecem uma comparação entre mecanismos de lesão entre homens e mulheres. Arendt e Dick observaram jogadores e jogadoras colegiais de futebol e basquete, e concluíram que a taxa de lesões no LCA no basquete é maior do que no futebol em ambos os gêneros, e que as mulheres tem probabilidade maior de ter lesão em ambos os esportes, na maior parte das vezes, também sem contato.

Lesões de LCA que ocorrem devido ao contato direto são encontradas com mais frequência no futebol, principalmente no masculino. A maioria dessas lesões induz à ruptura do ligamento através da aplicação de força em valgo exercida no joelho lesionado do atleta, apesar da aplicação de força em varo também ter sido encontrada em alguns casos. Já o mecanismo de lesão sem contato é mais comum no futebol feminino. A maioria dessas lesões é causada devido à desaceleração rápida, giro com rotação interna ou externa e aterrissagem com colapso de valgo ou varo do joelho.

Aproximadamente 75% das lesões de LCA acontecem entre 0 e 30° de flexão do joelho em movimentos de valgo com força anterior, 20% ocorrem por fixação do fêmur e 5% por fixação da tíbia. O indivíduo normalmente relata um estalo ou craque audível no momento da lesão, que nem sempre é detectada quando a lesão é parcial.

Quando o LCA é rompido devido à prática de atividades esportivas que exijam mudanças bruscas de direção é indicada a cirurgia para se fazer a reconstrução. (BASTONI, 2010).

### 3.5 Fatores de Risco

Fatores de risco tem sido foco de interesse de várias pesquisas, objetivando protegê-los de futuras lesões.

Os motivos do aumento na incidência das lesões são multifatoriais. Fatores intrínsecos e extrínsecos atuam de formas diferentes e são causadores, em maior ou menor grau, das lesões.

#### 3.5.1 Fatores Intrínsecos

##### a) Idade

A idade tem se apresentado um dos fatores de risco para muitas lesões em membros inferiores.

O aumento da incidência de lesões foi registrado em torno de jogadores de futebol de campo, jogadores australianos de futebol americano, atletas recreacionais e recrutas militares. Ostenberg e Ross estudaram 123 jogadoras de futebol feminino (entre 14-39 anos), e encontraram um significativo aumento do risco nas atletas com mais de 25 anos, sendo as mais comuns no joelho, tornozelo e pé.

Em um estudo de fatores de risco com jogadores australianos de futebol americano, Orchard encontrou que atletas acima de 23 anos de idade estão mais propensos a ter lesões isquiotibiais e na panturrilha, mas não está relacionada com lesões no quadríceps.

Semelhantemente, outro estudo com jovens entre 6-17 anos, participantes de um campeonato de futebol de campo, Backous constatou que o risco de lesão dobra depois dos 14 anos e em outra pesquisa anterior, foram estudadas lesões em esportes recreacionais em sujeitos de 9-56 anos de idade, Stevenson et al comprovou que atletas entre 26-30 possuem 55% maior chance de ter lesão do que os mais novos que 26 e mais velhos que 30.

Lindenfeld et al estudou a incidência de lesões em atletas de futsal e concluiu que homens acima de 25 anos sofreram a maior taxa de lesões considerando o grupo comparado com os jogadores de 19-24 anos, 16-18 anos, 12-15 anos e maiores de 12 anos. No feminino a maior incidência de lesões foi em jogadoras de 12-15 anos comparado com as maiores de 12 anos, de 16-18 anos, de 19-24 anos e maiores de 25. A lesão foi definida como um acidente que provoca o abandono do jogo pelo atleta, e requer atenção médica. As partes do corpo mais lesadas foram tornozelo e joelho.

Em contrapartida, algumas pesquisas defendem que a incidência de lesões não está relacionada com a idade dos atletas, como Hopper mostrou em seu estudo com jogadoras de vôlei.

Portanto, é difícil comparar os resultados dos trabalhos publicados, pois ocorrem em diferentes métodos, níveis de competição, temporadas, e tipos de lesões. Talvez sejam necessários mais estudos em jogadores com maior intervalo de idade, para uma conclusão fidedigna.

#### b) Sexo

Já é bem documentado que mulheres estão mais propensas a lesão de joelho do que homens, especificamente ruptura de LCA. Em um estudo de lesões de LCA com jogadoras Norueguesas de Handball, Myklebust et al constatou que mulheres têm o quíntuplo de chances de sustentar uma lesão de LCA do que os homens. Gwinn et al avaliou a incidência de lesão de LCA em torno de homens e mulheres recrutas militares participantes do campeonato intercolegial e treinamentos militares e encontraram a combinação do risco relativo de 2.44 para as mulheres. Dentro do campeonato intercolegial, jogadoras de futebol feminino foram 9 vezes mais susceptíveis de sustentar lesão de LCA do que os homens, entretanto, não existiram diferenças significantes no risco relativo entre jogadoras e jogadores de basquete. Finalmente, no treinamento militar, mulheres obtiveram um risco relativo de 9.74 comparado com os homens. Neste estudo, a lesão de LCA foi definida como aquela que precisa de reconstrução por meio de cirurgia e foi confirmada artroscopicamente.

#### c) Efeitos hormonais

Alguns autores têm notado que flutuações hormonais, associadas também com o ciclo menstrual, pode ser uma explicação para o crescimento do risco de lesões de LCA nas mulheres.

Os estudos relatam que é grande o risco das mulheres sofrerem uma ruptura do LCA na semana anterior ou posterior do início do período menstrual. Os resultados também mostram um maior risco durante a fase folicular (8º ao 14º dia).

Murphy, Connolly e Beinnon citam 3 trabalhos que investigaram a relação entre a fase do ciclo menstrual e a lesão de LCA. No entanto, os resultados são contraditórios. Dois deles concluíram que o risco de ocorrência de lesão de LCA é maior no início da menstruação, e o outro registrou que o risco é maior para mulheres no período ovulatório, e que não estão usando anticoncepcional.

Em estudos com animais com lesão de LCA foram encontrados estrogênio e progesterona, sugerindo que esses hormônios podem influenciar diretamente a composição e a estrutura ligamentar. Isso ocorre, pois a base do ciclo hormonal feminino é a coordenação

do sistema endócrino entre o hipotálamo, a glândula pituitária e os ovários. A coordenação entre esses centros ocorre no sistema circulatório através de hormônios. Durante o decorrer desse ciclo os níveis absolutos de estrógeno, progesterona e a relação dessas concentrações hormonais variam ao longo da duração média do ciclo de 28 dias.

O ciclo hormonal feminino representa uma série de interações complexas, e essas interações podem desempenhar um papel fundamental na susceptibilidade de lesões graves de joelho, principalmente no LCA (WOJTYS et al, 1998).

#### d) Anatomia do joelho e alinhamento biomecânico

As diferenças anatômicas entre homens e mulheres são a anteversão femoral, o valgismo e o ângulo Q (fig. 1), sendo que estes são maiores nas mulheres. Um ângulo maior que  $17^\circ$  é considerado normal em mulheres, e seu aumento pode resultar em forças excessivas lateralmente ao joelho e alterar o mecanismo de ação do quadríceps, consequentemente gerar maior estresse no LCA.



FIGURA 1. Ângulo Q. SHELBOURNE, 1997.

Outro aspecto importante é o tamanho da fossa intercondilar do fêmur, que se mostrou estatisticamente menor nas mulheres em comparação com os homens. Esta diferença foi principalmente relacionada com a estatura, e outra relação semelhante foi encontrada para o tamanho do ligamento cruzado anterior, ou seja, fossas estreitas refletem LCA pequenos e a taxa de lesão pode ser afetada pelo tamanho do LCA. (WILLIAMS et al, 2001).

Fatores posturais também tem sido relatados na prevalência de lesões de LCA em mulheres. Porém também existem estudos que não encontraram relações entre ângulo Q e predisposição a lesões.

#### e) Flexibilidade

Alguns estudos sugerem que existe uma alta correlação entre a flexibilidade da articulação e a frequência de lesões do LCA. (BODEN, 2000, HEIDT 2000)

Dados preliminares mostram que as mulheres têm maior flacidez muscular e no joelho do que os homens. Portanto, em atletas do sexo feminino, com flexibilidade de isquiotibiais acima da média, a capacidade de proteção desse grupo muscular pode estar reduzida, e as forças necessárias para estabilizar o joelho serão transferidas para os ligamentos. Embora estes parâmetros anatômicos podem não ser a principal causa de lesão do LCA, podem predispor as atletas à ruptura deste ligamento. Além da flacidez muscular, o sexo feminino demonstrou uma redução na rigidez ativa em relação aos indivíduos do sexo masculino em todos os níveis de torque. (GRANATA, WILSON e PÁDUA, 2002)

A capacidade de medir, com precisão, a flexibilidade dos músculos isquiotibiais e da interação entre flexores e extensores de joelho exigem um estudo mais aprofundado (BODEN 2000, WATSON 2001).

#### f) Força muscular

Diversos autores mostram que a força muscular e o desequilíbrio são fatores de risco para lesões de tornozelo e joelho. (MURPHY et al, 2003)

O balanço de força entre os isquiotibiais, agindo para conter a translação anterior da tibia, e o quadríceps, agindo para deslocar a tibia anteriormente é fundamental para um funcionamento normal do joelho, e talvez para prevenir lesão de LCA. (OVEREND, 1999)

No momento em que o pé toca no chão, isquiotibiais e quadríceps são de 40-80% ativados. A coativação destas estruturas é uma forma de proteção a articulação do joelho, não só contra a translação anterior, mas também contra a abdução do joelho e a dinâmica de membro inferior valgo. Deficits de força e ativação muscular podem limitar diretamente o potencial de co-contração que protege os ligamentos. (HEWETT, 2005)

Foram observadas diferenças no padrão de ativação muscular gerada no momento da aterrissagem, principalmente dos músculos isquiotibiais, nas mulheres em relação aos homens. (COWLING, 2000)

### 3.5.2 Fatores Extrínsecos

#### a) Calçado e Superfície

Já se especulou há muitos anos que o aumento da tração entre um calçado de futebol e da superfície de jogo causa um aumento na taxa de lesões no joelho. Um estudo prospectivo recente demonstrou que os calçados de futebol americano com maior número de chuteiras e maior resistência à torção estão associados ao aumento do número de lesões do LCA. Isso ocorre devido ao fato de a fricção entre a superfície e o calçado resultar em um estacionamento da tibia enquanto o fêmur está se movendo, aumentando o estresse no LCA. (ORCHARD, 2001)

#### b) Condicionamento físico e coordenação

Outro fator é o condicionamento físico e muscular, mostrado várias vezes na literatura como fator de risco para lesões osteomusculares em geral.

A translação tibial anterior aumenta mais de 30% após o exercício fatigante dos isquiotibiais e quadríceps, portanto, após o treino intenso e prolongado, a probabilidade de lesão no LCA é grande, e com mau condicionamento, torna-se ainda maior. (MAGALHÃES, 2001)

Uma das principais razões para a maior susceptibilidade de lesão do LCA em mulheres ocorre pelo atraso no recrutamento dos músculos posteriores da coxa, devido a uma descoordenação neuromuscular que permite um avanço anterior exagerado da tibia, com consequente hipersolicitação do LCA e aumento do risco de rotura (SOARES, 2007).

Foi registrada, em jovens praticantes de futebol, com ocorrência de lesão de LCA aos 12 anos de idade aproximadamente, a associação da diminuição do controle neuromuscular do joelho desde o início até o fim da puberdade nas mulheres. Em contrapartida, os rapazes melhoraram o controle neuromuscular do joelho durante o mesmo período maturacional. (BRITO et al, 2009).

Sendo assim, o aumento do número de participantes do sexo feminino nos esportes, inclusive iniciantes, transformou o condicionamento e a coordenação em um fatores significativos. São necessários mais estudos nessa área, para incentivar a formação de mulheres atletas nas categorias de base (BAKER, 1998).



#### 4 PREVENÇÃO

A lesão do joelho é a mais comum entre as lesões graves apresentadas por jogadores de futebol, destacando-se o LCA que são mais frequentemente lesados, sendo responsáveis pelo abandono da prática desportiva e pelo surgimento de possíveis complicações na integridade e funcionalidade da articulação do joelho dos atletas de futebol, além disso, o tratamento possui um elevado custo financeiro. (BRITO, 2009)

O treinamento biomecânico e neuromuscular correto pode ser uma alternativa efetiva e barata na redução de lesões no LCA, estabelecendo metas e considerando as condições de cada atleta. (BARROSO et al, 2002)

Muitos estudos revelaram que o déficit neuromuscular pode ser responsável pelo alto índice de LCA em mulheres atletas. Diversos autores mostraram que mulheres atletas podem cair em uma postura um pouco mais ereta para maximizar a energia absorção das articulações mais proximais para contato com o solo. Portanto, as mulheres podem estar em maior risco de lesão de LCA durante a aterrissagem por causa de sua estratégia de absorção de energia.

Estudos comprovaram um acentuado desequilíbrio entre os isquiotibiais e o quadríceps nas mulheres antes do treino e mostraram que a pliometria e programas de treinamentos de força podem reduzir o pico de tensão de cisalhamento tibial na aterrissagem e a carga no LCA, sem comprometer a performance, através da modificação do ângulo de flexão do joelho, ângulo da perna, e a parte do pé que toca a superfície no momento da aterrissagem. (PETERSEN 2005, MYERS 2010).

A falta de habilidades de equilíbrio também é uma questão a ser considerada. Muitos trabalhos de exercícios específicos para futebol tem sido introduzidos com objetivo de prevenir a lesão de LCA. Em uma das primeiras pesquisas com grupo controle, Caraffa et al de Perugia comprovou a significativa redução da ruptura de LCA de 1.15 para 0.15 por 1000 horas de exposição em jogadores de futebol. (KRAEMER e KNOBLOCH, 2009)

Outro mecanismo importante de prevenção é a ativação muscular seletiva, juntamente com a co-contração, agonista e antagonista, que pode reduzir a carga ligamentar. Alguns estudos revelam que durante forças externas impostas sobre o joelho em valgo ou em varo, durante a flexão ou extensão, há pouca co-contração dos isquiotibiais e quadríceps, mas há uma co-contração global. (LLOYD 2001 *apud* BARROSO et al 2002)

Baseado nessas informações, são numerados alguns pontos a serem trabalhados:

1) Fortalecimento de músculos estabilizadores da articulação do joelho; 2) Treinamentos pliométricos; 3) Exercícios proprioceptivos; 4) Controle Neuromuscular.

#### 4.1 Fortalecimento

O treinamento de força é uma importante profilaxia na prevenção de lesão no LCA, pois o treinamento muscular tem a capacidade de alterar os padrões de contração voluntária.

Como comprovado em diversos estudos citados anteriormente, o lesão do LCA pode ser causada por fraqueza no quadríceps, isquiotibiais e demais estruturas estabilizadoras do joelho, sendo assim o indivíduo pode realizar treinamento em aparelhos, sem estabilização do praticante já que as rotações em valgo ou varo já estarão controladas (o que não ocorre com pesos livres), o que melhoraria o padrão de ativação muscular. (LLOYD, 2001)

Mesmo após lesado, o músculo permanece com déficits no torque extensor, apresentando menor, mas precoce e decrescente ativação antagonista do músculo bíceps femoral, apesar do maior torque flexor e da maior ativação de unidades motoras durante a flexão do joelho. Possivelmente um trabalho de força mais precoce para o músculo quadríceps possa beneficiar mais significativamente na prevenção e na recuperação do LCA através da melhora no mecanismo de coativação muscular (PÁSSARO et al, 2008).

#### 4.2 Condicionamento Físico

Alguns estudos sugerem que o desempenho do músculo e do tecido conjuntivo podem sofrer adaptações ao treinamento físico, resultando em maior massa de tecido e aumento da força máxima de tração. Essas adaptações são especialmente evidentes em consequência de suporte de carga e treinamento resistido. Além disso, são apresentadas informações sugerindo que o pré-condicionamento e condicionamento físico durante a temporada reduz lesões entre os atletas. Além disso, um modelo teórico de formação, "periodização", é oferecido como um método de aumentar o desempenho para valores máximos ou ótimos, enquanto a reduz o overtraining e o potencial lesão.

Comprovando esse fato o condicionamento físico é citado como um importante fator de prevenção de lesões.

### 4.3 Pliometria

Exercícios pliométricos podem melhorar a performance e diminuir o risco de lesões em atletas, e são definidos como uma carga excêntrica seguida imediatamente de uma contração concêntrica, que reforçam os mecanismos de retenção dinâmica através da correção de saltos. Esses exercícios foram creditados com a indução de adaptações neuromusculares ao reflexo de estiramento, elasticidade do músculo e órgãos tendinosos de Golgi. Quando o reflexo de estiramento e o armazenamento de energia elástica são combinados uma força concêntrica mais poderosa é criada, sugerindo melhora na função neuromuscular e prevenção de lesão no joelho devido à maior estabilidade dinâmica. (MCCAULLEY, 2007)

Dados encontrados na literatura comprovam fortemente o papel das estratégias da musculatura do quadril, para contenção e controle dinâmicos de alinhamento de membros inferiores em contato com o solo. Exercícios de pliometria devem ser incorporados aos esquemas de formação de atletas do sexo feminino e podem reduzir o risco de lesões, através da melhora na estabilidade da articulação funcional na extremidade inferior (CHIMERA et al, 2004).

### 4.4 Propriocepção e Controle Neuromuscular

O termo propriocepção foi originalmente definido por Sherrington em 1906 como: “a percepção do movimento da articulação do corpo, assim como, a posição do corpo ou segmento corporal no espaço”. É geralmente definida em dois grupos: o conhecimento da posição da articulação e do movimento do membro, ou cinestesia (JEROSH e PRYMKA, 1996)

A propriocepção diz respeito às informações e mecanismos que contribuem para o controle postural, estabilidade articular e para diversas sensações conscientes. As estruturas base dessa capacidade designam-se por proprioceptores e desempenham um papel determinante na capacidade de o atleta efetuar de forma segura, eficiente e tecnicamente correta os diferentes gestos desportivos.

O LCA possui diferentes tipos de terminações sensitivas: corpúsculos de Ruffini, responsáveis pela adaptação do ligamento a estímulos suaves; corpúsculos de Pacini, que garantem a resposta do ligamento a estímulos bruscos; e corpúsculos de Golgi, responsáveis pela resposta a estímulos externos, tais como traumatismos intensos, que põem o joelho em posição de extrema estabilidade. Na verdade, os receptores e as terminações nervosas ocupam cerca de 1% do volume do LCA (NORONHA 1999 *apud* BRITO et al 2008), pelo

que, quando este ligamento é colocado sob elevado *stress*, os proprioceptores respondem como forma de proteção à integridade mecânica (ARENDDT, 1995).

O treino proprioceptivo no futebol tem vindo a assumir um papel decisivo de prevenção de lesões. Os exercícios baseiam-se em situações onde a variabilidade e a instabilidade são dois fatores constantes, pelo que se sugere que decorram em superfícies móveis, com diferentes propriedades e graus de dureza, com apoio unipodal e ainda com ou sem referências visuais (BRITO et al, 2008).

No estudo de Caraffa et al (citado por BODEN, 2000) feito em aproximadamente 600 jogadores de futebol na Itália durante 3 sessões, metade dos atletas foram preparados com um programa de treinamento proprioceptivo de 20 minutos por dia, durante, no mínimo, 6 semanas de treino de equilíbrio com ou sem os variados tipos de tábuas de equilíbrio. Os autores concluíram uma redução de sete vezes menos lesões no LCA com o grupo que realizou o programa em comparação com o que não realizou.

Em seguida (FIGURA 2) serão apresentadas algumas imagens de sugestões para exercícios proprioceptivos.

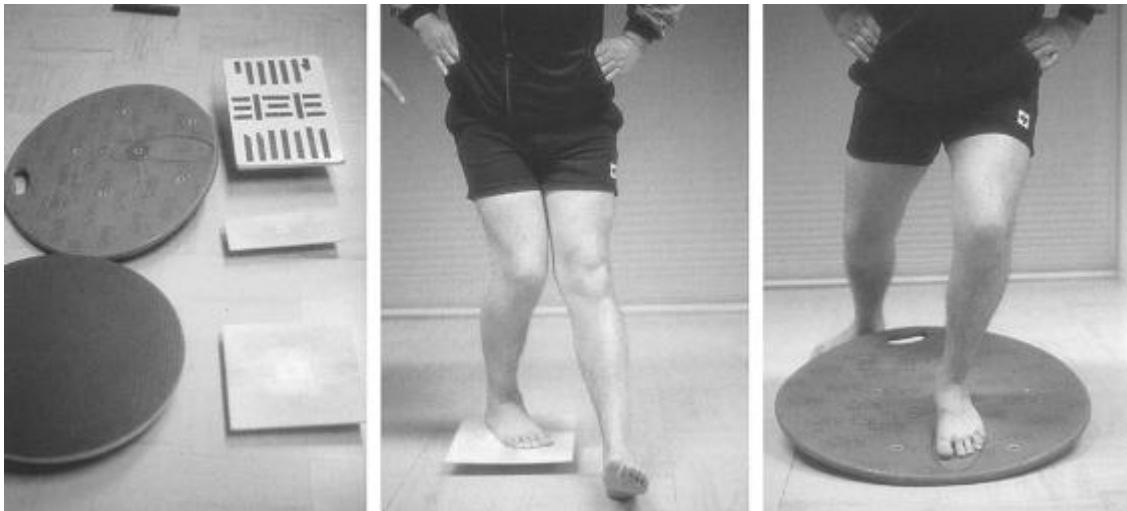


FIGURA 2 - *Diferentes superfícies de equilíbrio usadas no treinamento proprioceptivo.*

O treinamento proprioceptivo melhora o padrão de co-contracção muscular geral e seletiva do quadríceps e isquiotibiais, não através do reflexo músculo-ligamentar, o qual é muito lento, mas através da melhora da informação da propriocepção, o qual facilitaria o aprendizado da estabilização do joelho.

O tempo de latência para o reflexo de contracção dos isquiotibiais pode ser reduzido através da realização de exercícios de propriocepção, como já mostrado em alguns estudos, com o propósito de melhorar a velocidade e facilidade de contracção destes músculos, o que

suporta o princípio de prevenção de lesões. Os exercícios de estabilização, inibem o reflexo de estiramento muscular, o que pode agir para reduzir a co-contracção, reduzir o tempo de activação voluntário e o tempo para o pico de torque (BARROSO et al, 2002).

## 5 DISCUSSÃO

Este estudo investigou sobre a Lesão do Ligamento Cruzado Anterior, principalmente no futebol feminino, através de uma revisão de literatura, com objetivo de determinar formas de prevenção, uma vez que a modalidade se apresenta em crescente ascensão assim requerendo maiores atenções das autoridades e estudiosos do assunto.

Os estudos analisados apresentaram resultados em comum e também algumas controvérsias, onde podemos esclarecer algumas importâncias e chamar atenção para novos focos de pesquisa.

Dentre as evidências pode-se ressaltar que a lesão de LCA é uma das lesões mais graves e comuns do joelho, e acontece mais vezes em situações de não contato do que de contato direto, e ocorre devido a forças rotacionais associadas a paradas bruscas e mudanças rápidas de direção, sobrecarga na articulação e/ou fortes contrações da musculatura do quadríceps. Um desequilíbrio mecânico de força entre estes grupos musculares altera a dinâmica muscular do joelho e pode prejudicar a contenção da translação anterior da tíbia.

As mulheres apresentam maior índice de lesões de LCA, o que aparece nos estudos relacionados com alterações hormonais, flexibilidade, condicionamento físico e outros fatores, mas há controvérsias, existem relatos que não apresentam relação significativa com o ciclo menstrual, ou melhoras através de treinos de flexibilidade.

Estudos epidemiológicos revelaram que a maioria dos atletas abandona o esporte após uma lesão de LCA apesar de alguns estudos defenderem que o nível de atividade comum seja igual ou melhor do que antes da lesão.

Dada a importância de aprofundamento do assunto, a conclusão de grande parte das pesquisas é a necessidade de treinamentos preventivos e estratégias profiláticas, como alternativa efetiva e barata na redução dessa lesão, considerando condições de cada atleta.

Sendo assim, foram apresentados, analisados e estudados várias opções de atividades que podem ser desenvolvidas durante uma temporada de treino visando à preservação e fortalecimento da estrutura em questão, como propriocepção, treinos neuromusculares, pliométricos, entre outros.

O treinamento de prevenção ideal acarreta melhora significativa ao desempenho do atleta, proporcionando segurança para o exercício da modalidade esportiva.

## 6 CONCLUSÃO

Através do presente estudo pode-se concluir que um treinamento esportivo deve conter atividades preventivas com objetivo de reduzir a incidência de lesão de LCA, principalmente no futebol feminino, onde as mulheres apresentam maior vulnerabilidade à lesão e onde também não se encontram muitos estudos para a modalidade no Brasil, dificultando assim o acesso ao conhecimento e a importância do tema.

Após a coleta de dados e informações observa-se grande proporção de ocorrência dessa lesão grave de joelho, que causa, na maioria das vezes, o abandono do esporte pelo atleta, além de envolver uma recuperação relativamente longa e com custos elevados.

É de extrema importância o acompanhamento profissional na preparação física de atletas, com o objetivo de evitar esse tipo de lesão através da organização de treinamentos específicos para o bom desempenho da atividade

Sendo assim, é relevante afirmar a necessidade de mais estudos na área, proporcionando alternativas de treino e atividades profiláticas, fortalecendo a estabilidade e postura correta do atleta em campo, promovendo a saúde e apoiando o esporte em ascensão.

## REFERÊNCIAS

1 – FLOYD, R.; THOMPSON, Clem W. **Manual de cinesiologia estrutural**, 4 ed. Barueri: Manole, 2002, 279 p.

2 – GALL, F.; CARLING, C.; REILLY T., Injuries in Young Elite Female Soccer Players : An 8-Season Prospective Study. **The American Journal of Sports Medicine**, Villeneuve d'Ascq, v. 36, n. 2, p. 276-284, out. 2007.

3 – LLOYD, David G., Rationale for training programs to reduce anterior cruciate ligament injuries in Australian Football. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v.31, n. 11, p.645-654, 2001.

4 – KRAEMER, R.; KNOBLOCH, K.; A soccer-specific balance training program for hamstring muscle and patellar and achilles tendon injuries : an intervention study in premier league female soccer. **The American Journal of Sports Medicine**, Hannover, v. 37, n. 7, p. 1384-1393, 2009.

5 - BARBER-WESTIN, S.; NOYES, Frank R., GALLOWAY, M.; Jump-land characteristics and muscle strength development in young athletes : a gender comparison of 1140 athletes 9 to 17 years of age. **The American Journal of Sports Medicine**, Cincinnati, v. 34, n. 3, p. 375-384, 2006.

6 – ZANTOP, T.; PETERSEN, W.; FU, Freddie H., Anatomy of the anterior cruciate ligament. **Oper Tech Orthop**, Pittsburg, v.15, p. 20-28, 2005.

7 – FERRETTI, M; LEVICOFF, EA; MACPHERSON, TA; MORELAND, MS; COHEN, M; FU, FH; The fetal anterior cruciate ligament: an anatomical and histologic study. **Arthroscopy**, v.23, n.3, p. 278–283, 2007.

8 – STECKEL, H; FU, FH; BAUMS, MH; KLINGER, HM; Arthroscopic evaluation of the ACL double bundle structure. **Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc**, v.17, n.7, p.782–785, 2009.

9 – BICER, K.; LUSTIG, S.; SERVIEN E.; SELMI, T.; NEYRET, P.; Current knowledge in the anatomy of the human anterior cruciate ligament, **Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc**, Lyon-Caluire, v. 18, p. 1075–1084, 2009.

11 – NORKIN, CC.; LEVANGE, PK.; – **Joint structure & function**: a comprehensive analysis. 4 ed. Philadelphia: F.A. Davis Company, 2001.



12 - FU FH, *et al.* Biomechanics of knee ligaments. **The Journal of Bone and Joint Surgery**. v.75-A, n.11, p.1716-1727, 1993.

13 - FUKUBAYASHI T, *et al.* An in vitro biomechanical evaluation of anterior-posterior motion of the knee. **The Journal of Bone and Joint Surgery**. v.64-A, n.2, p. 258-264, 1982.

14 - FATARELLI, I. F. C.; ALMEIDA, G. L.; NASCIMENTO, B. G.; Lesão e reconstrução do LCA: uma revisão biomecânica e do controle motor, **Rev. bras. Fisioter.** Campinas, v.8, n.3, set. 2004.

15 – ESCAMILLA, F. Rafael. Knee biomechanics of the dynamic squat exercise, **Medicine and Science in Sports & Exercise**. v. 33, n.1, p. 127-139, 2001.

16 – MELLO, W., *et al.* História das lesões meniscais na reconstrução do ligamento cruzado anterior. **Revista Brasileira de Ortopedia**. v.34, n.11, p.569-574, 1999.

17 – ALKNER Bjork, PER Tesch, BERG Hans. Quadriceps EMG/force relationship in knee extension and leg press. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v.32, n.2, 2000.

18 – FITZGERALD, Kelly; AXE, Michael; MACKLER, Lynn. Proposed practice guidelines for nonoperative anterior cruciate ligament rehabilitation of physically active individuals. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**. v.30, n.4, p. 194-203, 2000.

19 –FÚRIA, John *et al.* Isometric measurements in the knee with the anterior cruciate ligament intact, sectioned and reconstructed. **The American Journal of Sports Medicine**. v. 25, n.3, 1997.

20 – IRELAND, Mary L. Anterior cruciate ligament injury in female athletes: epidemiology, **Journal of Athletic Training**. Lexington, v.34, n.2, jun. 1999.

21 – LOHMANDER, L. S.; OSTENBERG, A.; ENGLUND, M.; ROOS H. High prevalence of knee osteoarthritis, pain, and functional limitations in female soccer players twelve years after anterior cruciate ligament injury, **Arthritis & Rheumatism**. Lund, v.50, n.10, p. 3145–3152, out. 2004.

22 – BODEN, B; DEAN, G; FEAGIN, J, *et al.* Mechanisms of injury in the anterior cruciate ligament. Submitted for publication in the **Am J Sports Med**, v.23, p. 573-578.

- 23 – MCNAIR, P.; MARSHALL, R.; MATHESON, J. Important features associated with acute anterior cruciate ligament injury. **NZ Med J.** v.103, p.537-539, 1990.
- 24 – NOYES, F.; MOOAR, P.; MATTHEWS, D *et al.* The symptomatic ACL-deficient knee. **J Bone Joint Surg Am.** v.65, p. 154-174, 1983.
- 25 – ARENDT, E.; DICK, R. Knee injury patterns among men and women in collegiate Basketball and Soccer. **Am J Sports Med.** v.23, p. 694-701, 1995.
- 26 - DELFICO, Anthony J.; GARRETT, William E. Jr. Mechanisms of injury of the anterior cruciate ligament in soccer players, **Clinics In Sports Medicine.** v.17, n.4, out. 1998.
- 27 – BASTONI, V., Lesão de LCA. Disponível em: <<http://fisiooesporte.blogspot.com/2008/09/leso-de-lca.html>>. Acesso em: 10 out. 2010.
- 28 - OSTENBERG A, ROOS E, EKDAHL C, ROOS H. Isokinetic knee extensor strength and functional performance in healthy female soccer players. **Scand J Med Sci Sports.** v.8, p.257-264, 1998.
- 29 - ORCHARD JW. Intrinsic and extrinsic risk factors for muscle strains in Australian football. **Am J Sports Med.** v.29, p. 300–303, 2001.
- 30 – BACKOUS, DD; FRIEDL, KE; Smith, NJ, *et al.* Soccer injuries and their relation to physical maturity. **American Journal of Diseases in Children.** v.142, p.839–42, 1988.
- 31 – STEVENSON, MR; HAMER, P; FINCH, CF, *et al.* Sport, age, and sex specific incidence of sports injuries in Western Australia. **Br J Sports Med.** v.34, p.188–94, 2000.
- 32 – LINDENFELD, TN; SCHMITT, DJ; HENDY, MP, *et al.* Incidence of injury in indoor soccer. **Am J Sports Med** 22, p.364–71, 1994.
- 33 – HOPPER, DM; HOPPER, JL; ELLIOTT, BC. Do selected kinanthropometric and performance variables predict injuries in female netball players?, **J Sports Sci** 13, p.213–22, 1995.
- 34 – MURPHY, D. F.; CONNOLLY, D.; BEYNNON, B. Risk factors for lower extremity injury: a review of the literature, **Br J Sports Med.** v.37 p.13-29, 2003.

- 35 – MYKLEBUST, G; HAEHLUM, S; HOLM I, *et al.* A prospective cohort study of anterior cruciate ligament injuries in elite Norwegian team handball. **Scand J Med Sci Sports.** v.8, p.149–53, 1998.
- 36 – GWINN, DE; WILCKENS, JH; MCDEVITT, ER, *et al.* The relative incidence of anterior cruciate ligament injury in men and women at the United States Naval Academy. **Am J Sports Med.** v.28, p.98–102, 2000.
- 37 - WOJTYS, Edward M.; HUSTON, Laura J.; LINDENFELD, Thomas N.; HEWETT, Timothy E.; GREENFIELD, Mary Lou V. H. Association between the menstrual cycle and anterior cruciate ligament injuries in female athletes, **Am J Sports Med.** v.26, n. 5, p.614-619, 1998.
- 38 – SHELBOURNE, K.; DAVIS, T.; KLOOTWYK, T. The relationship between intercondylar notch width of the femur and the incidence of anterior cruciate ligament tears. **Am J Sports Med.** v.6, n.3, 1997.
- 39 – WILLIAMS, Glenn N., *et al.* Dynamic knee stability: current theory and implications for clinicians and scientists. **Journal of orthopaedic & Sports Physical Therapy.** v.31, n.10, p.546-566, 2001.
- 40 – HEIDT, R. S., *et al.* Avoidance of soccer Injuries with preseason conditioning, **Am J Sports Med,** v.28, n.5, p.659-662, 2000.
- 41 – BODEN, Barry P., *et al.* Etiology and prevention of noncontact ACL injury, **The Physician and Sportsmedicine,** v.28, n.4, abr. 2000.
- 42 – WATSON, A.; Sports injuries related to flexibility, posture, acceleration, clinical defects and previous injury, in high level players of body contact sports, **Int J Sports Med.** v.22, p.222-225, 2001.
- 43 – OVERENDE, T.; LEE, W.; SPEECHLEY, M. Anterior cruciate ligament injuries in intercollegiate basketball players: a survey of gender difference, **Physioterapy Canada,** v.51, n.1, p.22-26, 1999.
- 44 – HEWETT, Timothy E., *et al.* Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes : a prospective study, **Am J Sports Med.** Cincinnati, v.33, n.4, p.492-501, 2005.
- 45 – COWLING, Elizabeth J. et al, Is lower limb muscle synchrony during landing affected by gender? Implications for variations in ACL injury rates, **Journal of Electromyography and Kinesiology.** New South Wales, v.11, p.263–268, 2001.

46 – MAGALHÃES, J. *et al.* Avaliação Isocinética da força muscular de atletas em função do desporto praticado, idade, sexo e posições específicas. **Revista Portuguesa de Ciências do desporto**, v.1, n.2, p.13-21, 2001.

47 – SOARES, J. **O treino do futebolista**. Lesões - Nutrição. Porto: Porto Editora, 2007.

48 – BRITO, J.; SOARES, J., REBELO, ANTÓNIO N. Prevenção de lesões do ligamento cruzado anterior em futebolistas, **Rev Bras Med Esporte**, Porto, v.15, n.1, p.62-69, fev. 2009.

49 - BAKER, Margaret M. Anterior cruciate ligament injuries in the female athlete, **Journal of Women's Health**, Washington, v.7, n.3, 1998.

50 – FAUDE, O. *et al.* Injuries in female soccer players : a prospective study in the german national league, **Am J Sports Med**. Saarbrücken, v.33, n.11, p.1694-1700, 2005.

51 – MOREL, M.; SALLES, J., Futebol Feminino, In: DACOSTA, LAMARTINE, **Atlas do Esporte no Brasil**, Rio de Janeiro: CONFEEF, 2006.

52 – BARROSO, Danielle P. *et al.*, **Prevenção de lesões do ligamento cruzado anterior**, 2002, 37 f. Monografia (Graduação em Fisioterapia) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

53 – PETERSEN, W. *et al.*, A controlled prospective case control study of a prevention training program in female team handball players: the German experience, **Arch Orthop Trauma Surg**. Munster, v.125, p.614–621, fev. 2005.

54 – MYERS, Casey A.; HAWKINS, D. Alterations to movement mechanics can greatly reduce anterior cruciate ligament loading without reducing performance, **Journal of Biomechanics**. Davis, v.43, n.14, 2010.

55 – CARAFFA, A. *et al.*, Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer: a prospective controlled study of proprioceptive training. **Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc**. v.4, n.1, p.19-21, 1996.

56 – PÁSSARO, Anice C. *et al.*, Mecanismos de ativação agonista e antagonista no joelho de indivíduos com reconstrução de ligamento cruzado anterior: estudo cinético e eletromiográfico, **Acta Ortop Bras**. São Paulo, v.16, n2, p.117-121, 2008.

57 – MCCAULLEY, Grant O. *et al.*, Mechanical efficiency during repetitive vertical jumping, **Eur J Appl Physiol**. Boone, v.101, p.115–123, 2007.

58 – CHIMERA, Nicole J. *et al.*, Effects of plyometric training on muscle-activation strategies and performance in female athletes, **Journal of Athletic Training**. Dayton, v.39, n.1, p.24-31, mar 2004.

59 – JEROSCH, J.; PRYMKA, M. Proprioception and joint stability, **Knee Surg, Sports Traumatol Arthroscopy**. Munster, v.4, p.171-179, ago 1996.

60 – GRANATA, K.; WILSON, S.; PÁDUA, D.; Gender differences in active musculoskeletal stiffness. Part I: Quantification in controlled measurements of knee joint dynamics, **Journal of Electromyography and Kinesiology**. Charlottesville, v.12, n.2, abr. 2002.

61- NORONHA, JC. **Isometria na reconstrução do ligamento cruzado anterior**. Porto: Universidade do Porto; 1999.