

**Frederico Novais Guimarães**

**A IMPORTÂNCIA DOS ROTADORES EXTERNOS NA  
PREVENÇÃO DE LESÕES DO LIGAMENTO CRUZADO  
ANTERIOR EM ATLETAS DO SEXO FEMININO:**

revisão de literatura

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2011

**Frederico Novais Guimarães**

**A IMPORTÂNCIA DOS ROTADORES EXTERNOS NA  
PREVENÇÃO DE LESÕES DO LIGAMENTO CRUZADO  
ANTERIOR EM ATLETAS DO SEXO FEMININO:**

revisão de literatura

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Fisioterapia Esportiva 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 Fisioterapia Esportiva.

Orientador: Prof. MS. Anderson Aurélio da Silva

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2011

## RESUMO

O ligamento cruzado anterior é uma estrutura comumente lesionada na prática esportiva (LANE *et al.*, 2008) sendo que a maioria das lesões ocorre em atletas do sexo feminino (TAUTON *et al.*, 2002 e AGEL *et al.*, 2005). A etiologia dessa lesão aponta vários mecanismos de lesões relacionados a fatores intrínsecos e extrínsecos (HEWETT *et al.*, 2006). Atualmente, os estudos investigam principalmente os fatores biomecânicos, uma vez que estes podem ser modificáveis por treinamentos preventivos (HEWETT *et al.*, 2006; SLOCUM ; LARSON, 2007). Dentre os fatores biomecânicos, autores relatam o aumento do valgo dinâmico no momento da aterrissagem, na desaceleração ou na mudança de direção como fator de risco para a lesão do LCA em atletas femininas (MARKOLF *et al.*, 1995; KROSSHAUG *et al.*, 2007; RENSTROM *et al.*, 2008; HERRINGTON, 2010; QUATMAN *et al.*, 2010). Grande parte dos autores associa este aumento do valgo dinâmico nas mulheres a uma insuficiência da musculatura abduutora e rotadora externa do quadril em controlar esse movimento (FERBER *et al.*, 2003; HEWETT *et al.*, 2006; BOLING *et al.*, 2009). Assim, são incentivados trabalhos preventivos em mulheres atletas que apresentam valgo dinâmico baseados em treinos pliométricos, fortalecimento excêntrico da musculatura rotadora, técnicas corretas de execução do movimento visando diminuir o valgo dinâmico e, conseqüentemente, a possibilidade de lesão do LCA (NOYES *et al.*, 2005; HEWETT *et al.*, 2006; MYER *et al.*, 2008; CHAPPELL; LIMPISVASTI, 2008; HERRINGTON, 2010). Mesmo com essas técnicas preventivas, autores acreditam que os números de lesões ainda são alto em atletas femininas (AGEL *et al.*, 2005) e que os protocolos de treinamento preventivo, mesmo se associados a outro tipo de treinamento, são muito questionados pelos profissionais envolvidos no esporte (HERRINGTON, 2010).

Palavras-Chave: Lesão do LCA, momento valgo do joelho, lesões em atletas femininas.

## ABSTRACT

The anterior cruciate ligament is a structure commonly injured in sports (LANE *et al.*, 2008). Most injuries occur in female athletes (TAUTON *et al.*, 2002 and AGEL *et al.*, 2005). There are several mechanisms of these injuries can be linked to intrinsic and extrinsic factors (HEWETT *et al.*, 2006). Extrinsic factors have the use of equipment, rules of the game, type of road and weather conditions, we have intrinsic hormonal factors, anatomical and biomechanical (SLOCUM ; LARSON, 2007). Currently, most studies have focused on biomechanical factors as these can be easily modifiable by preventive training (Hewett *et al.*, 2006, Slocum and Larson, 2007). Among the biomechanical factors, many studies have reported increased dynamic valgus at the time of landing, deceleration or change of direction as a risk factor for ACL injury in female athletes (Markolf *et al.*, 1995; Krosshaug *et al.*, 2007; Renstrom *et al.*, 2008; Herrington, 2010; Quatman *et al.*, 2010). Most authors associate this increased dynamic valgus in women with deficiencies in lateral rotator and abductor muscles of the hip to control the movement (Ferber *et al.*, 2003; Hewett *et al.*, 2006; Boling *et al.*, 2009). Thus, some authors have shown that preventive work with athletes who had valgus based on dynamic plyometric training, eccentric muscle strengthening rotator, technically correct execution of the movement and flexibility are able to reduce the dynamic valgus and with it the possibility of injury ACL (Noyes *et al.*, 2005; Hewett *et al.*, 2006; Myer *et al.*, 2008; Chappell and Limpisvasti, 2008; Herrington, 2010). Even with these preventative techniques, the authors believe that the numbers of injuries are still high in female athletes (Agel *et al.*, 2005) and preventive training protocols, even if associated with other types of training are very challenged by the professionals involved in the sport (Herrington, 2010).

Keywords: ACL injury, Knee valgus moment, injuries in female athletes

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>05</b>
<b>2</b>	<b>MÉTODOS E RESULTADOS.....</b>	<b>08</b>
<b>3</b>	<b>INCIDÊNCIA.....</b>	<b>09</b>
<b>4</b>	<b>MECANISMOS DE LESÃO DO LCA.....</b>	<b>10</b>
<b>4.1</b>	Mecanismo de lesão relacionados ao quadríceps.....	10
<b>4.2</b>	Mecanismo de lesão relacionados ao valgo dinâmico.....	12
<b>4.3</b>	Mecanismo de lesão relacionados aos planos de movimento.....	13
<b>5</b>	<b>DIFERENÇAS ENTRE OS GÊNEROS E SUA IMPORTÂNCIA NAS LESÕES DO LCA .....</b>	<b>16</b>
<b>5.1</b>	Diferenças entre os gêneros relacionadas à anatomia.....	16
<b>5.2</b>	Diferenças entre os gêneros relacionadas aos hormônios.....	17
<b>5.3</b>	Diferenças entre os gêneros relacionadas à biomecânica.....	18
<b>5.3.1</b>	Ativação excessiva do quadríceps.....	18
<b>5.3.2</b>	Valgo dinâmico.....	19
<b>6</b>	<b>OS ROTADORES EXTERNOS DO QUADRIL COMO PARTE NA PREVENÇÃO DE LESÕES DO LCA.....</b>	<b>21</b>
<b>7</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>26</b>
<b>8</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>28</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>29</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O aumento de adeptos à prática esportiva está contribuindo para um maior número de lesões musculoesqueléticas, dentre elas, a do complexo articular do joelho. Nesse complexo, temos o ligamento cruzado anterior (LCA), uma estrutura comumente lesionada. A primeira descrição de lesão do LCA foi feita por Amandee Bonnet em 1845, sendo desde então, objeto de vários estudos (LANE *et al.*, 2008).

Para compreender o mecanismo de lesão do LCA várias abordagens metodológicas são usadas, dentre elas, entrevistas com atletas, vídeos no momento da lesão, estudos clínicos, estudos in-vivo, estudos em cadáveres, modelos matemáticos e simulações de situações de lesão (RENSTROM *et al.*, 2008).

Aproximadamente, ocorrem 100.000 lesões do LCA por ano nos EUA e na sua maioria em jovens saudáveis. Cerca de 70% dessas lesões acontecem por mecanismo sem contato e durante um movimento de aterrissagem, desaceleração ou mudança de direção. Também está bem relatado que no esporte as lesões desse ligamento ocorrem mais em atletas do sexo feminino (MCLEAN *et al.*, 2005). Estudos mostram que na população americana, se gasta em média 17.000 dólares por paciente com cirurgia e reabilitação e que em um ano gasta-se mais de 1,7 bilhões de dólares em tratamentos do LCA (HEWETT *et al.* 2006).

O ligamento cruzado anterior (LCA) é formado por dois feixes, anteromedial e posterolateral, passa anteriormente, medialmente e distalmente a partir da inserção femoral na fossa intercondilar e posterolateral a inserção tibial na face anterior do platô tibial medial. O feixe anteromedial apresenta um comprimento maior que posterolateral, quase duas vezes maior. Além de divergência dos tamanhos, eles também divergem quanto ao momento de tensão, pois o feixe anteromedial tem sua tensão máxima aos 45 graus de flexão de joelho enquanto o feixe posterolateral apresenta tem sua tensão máxima na extensão total do joelho. (CHABBRA *et al.*, 2006).

O LCA é responsável por mais ou menos 85% da restrição da translação anterior da tibia sobre o joelho e também contribui para restringir movimentos no plano frontal e transversal da mesma articulação (BUTLER *et al.*, 1980). Porém, aplicações de carga

pura nos planos frontal ou transversal podem ter menos efeitos de tensão sobre o LCA do que no plano sagital (FLEMING *et al.*, 2001).

O LCA possui uma rigidez maior nos jovens e adultos e tem uma menor rigidez em pessoas com mais de 60 anos. Sua carga máxima é de 2200 N, valor encontrado em pessoas entre 22 e 35 anos, diminuindo para 1/3 em idosos. Durante um movimento de extensão passiva do joelho com o LCA intacto pode gerar sobre ele uma força de 100 N, durante uma caminhada 400 N e até 1700 N durante uma atividade de mudança de direção e movimentos rotacionais (GABRIEL *et al.*, 2004).

A lesão do LCA representa uma grande perda para a atleta, pois além de deixar de participar das competições e perder incentivos financeiros, ela tem um grande risco em desenvolver osteoartrose no joelho. Vários estudos mostram que as lesões do LCA independentes do tipo de reabilitação, colocam uma atleta com maior possibilidade de desenvolver osteoartrose no joelho acometido mais tarde na vida (VON PORAT *et al.*, 2004; MYKLEBUST; BAHR, 2005). O estudo feito por Myklebust; Bahr (2005) compila dados publicados por sinais radiológicos de osteoartrose após a lesão do LCA e indica que quase todos os pacientes lesados irão mostrar sinais de osteoartrose entre 15 e 20 anos após a lesão do LCA. Já Lohmander *et al.* (2007) mostraram que o risco para desenvolver a osteoartrose é por volta de 10 a 15 anos após a lesão. Como a grande maioria das lesões do LCA ocorre na adolescência, essas pessoas tendem a desenvolver osteoartrose por volta dos 30 anos de idade (MYKLEBUST; BAHR, 2005). Os fatores de riscos para lesão do LCA são divididos em fatores intrínsecos e extrínsecos, sendo que, os fatores intrínsecos citados nos estudos são os fatores anatômicos (aumento do ângulo Q, índice de massa corporal, geometria do LCA e largura da fossa intercondilar), fatores biomecânicos, nutricionais e psicológicos (GRIFFIN *et al.*, 2006). Existem também autores que colocam os hormônios sexuais como sendo fatores de risco intrínsecos (WOJTYS *et al.*, 2002; GRIFFIN *et al.*, 2006; ZAZULAK *et al.*, 2006). Os fatores extrínsecos citados são as condições meteorológicas, regras do jogo, uso de equipamentos e tipos de piso (HEWETT *et al.*, 2006).

Segundo vários autores, a biomecânica adequada do quadril é fundamental para prevenir lesões em membros inferiores (FEBER *et al.*, 2003). Partindo desse princípio, protocolos de treinamentos neuromusculares envolvendo pliometria, fortalecimento, equilíbrio, técnicas corretas do gesto esportivo dentre outros, são propostos afim de

previnirem eventos de lesão do LCA (NOYES *et al.*, 2005; HEWETT *et al.*, 2006; HERMAN *et al.*, 2008; QUATMAN *et al.*, 2009; HERRINGTON, 2010).

A finalidade desse estudo é revisar estudos sobre lesões do ligamento cruzado anterior (LCA), buscar as suas principais causas, possíveis fatores que propiciam maior acometimento em atletas do sexo feminino, qual a relação da musculatura rotadora externa do quadril com a lesão e como um trabalho neuromuscular dessa musculatura poderia ajudar na sua prevenção.

## **2 MÉTODOS E RESULTADOS**

A revisão narrativa da literatura desse estudo foi realizada por meio de buscas nas bases de dados Pubmed, Medline, Lilacs e Scielo, incluindo os artigos com as seguintes palavras-chaves: Lesão do LCA, momento valgo do joelho, lesões em atletas femininas. Todas as buscas foram feitas sem restrições ao idioma.

Foram selecionados 75 artigos. Dos 75 estudos, 29 foram excluídos por apresentarem pouca relevância para essa revisão. Foram utilizados nessa revisão 46 artigos, dos quais 17 serviram de base para esse trabalho e os outros de apoio. Todos continham as três palavras – chaves, destacando aqueles que focavam o mecanismo de lesão, a utilização dos rotadores laterais na prevenção de lesão do LCA em atletas femininas.

### 3 INCIDÊNCIA

O ligamento cruzado anterior é comumente afetado na prática esportiva entre adolescentes e adultos jovens. Nos EUA, estima-se que 1 a cada 3000 americanos sofrem esse tipo de lesão (LAPRADE *et al.*, 2007).

Aproximadamente ocorrem 100.000 lesões do LCA por ano nos EUA e na sua maioria em jovens saudáveis. Cerca de 70% a 90% dessas lesões ocorrem por mecanismo sem contato e durante um movimento de aterrissagem, desaceleração ou mudança de direção. Vários estudos mostraram que as atletas femininas jovens tem maior possibilidade de lesionar o LCA quando comparadas aos atletas masculinos, cerca de 2 a 8 vezes e que uma a cada 100 sofrerá esta lesão durante o ano esportivo (AGEL *et al.*, 2005).

Num estudo feito por Waldén *et al.* (2011) nas temporadas 2001- 2009 de futebol profissional masculino e feminino da primeira liga da Suécia e da liga profissional masculina Européia, foram acompanhados prospectivamente 57 clubes e 2329 jogadores. Durante esse período, ocorreram 78 lesões do LCA sendo que 5 foram lesões parciais. As mulheres apresentaram mais que o dobro de lesões em relação aos homens e em sua maioria era mais jovem quando comparadas aos homens. Também relataram que aproximadamente 58% das lesões ocorreram por mecanismos sem contato.

Para Waldén *et al.* (2011), a maior parte das lesões do LCA no futebol ocorrem durante as partidas e durante o primeiro semestre da temporada. Em relação aos atletas, os de elite apresentam maior índice que os de nível inferior. Quando comparada as outras lesões como estiramentos musculares ou entorses, a incidência de lesão do LCA no futebol é relativamente pequena.

## 4 MECANISMOS DE LESÃO DO LCA

Hewett *et al.* (2006) mostraram que a maioria das lesões do LCA ocorrem por mecanismos autógenos, ou seja, produzidos pelo próprio corpo e sem força externa (contato físico) e que existem muitos fatores intrínsecos e extrínsecos teorizados que colocam certos atletas numa condição de maior risco. Assim, a maioria das lesões do ligamento cruzado anterior acontece no momento da desaceleração, aterrissagem ou na mudança de direção (BODEN *et al.*, 2003).

A maioria das lesões é secundária a uma ou mais manobras feitas com o pé apoiado ao solo e o joelho próximo da extensão máxima. As aterrissagens uni ou bipodálica, associadas a pouca flexão de quadril e joelho, estresse em valgo no joelho (rotação interna e adução femoral) e rotação externa da tíbia, caracterizam o movimento com maior prevalência das lesões do LCA (GABRIEL *et al.*, 2004; SLOCUM; LARSON, 2007;).

Para compreender o mecanismo de lesão do LCA várias abordagens metodológicas são usadas, dentre elas, entrevistas com atletas, vídeos no momento da lesão, estudos clínicos, estudos *in-vivo*, estudos em cadáveres, modelos matemáticos e simulações de situações de lesão. Segundo estudos, a análise de vídeo é essencial, uma vez que ela possibilita obter informações no momento exato da lesão (RENSTROM *et al.*, 2008).

### 4.1 Mecanismos de lesão relacionados ao músculo quadríceps

Forças excêntricas do músculo quadríceps geradas pela desaceleração em uma aterrissagem ou mudanças de direção, em uma posição próxima a extensão máxima do joelho, provocam uma força de estiramento do LCA podendo ser proporcional à velocidade da contração muscular durante o movimento e muito superior aos movimentos normais do joelho. Num estudo feito por Markolf e colaboradores foi demonstrado que uma força aumentada do quadríceps juntamente com uma carga em

abdução aumentava em 100 % a tensão do LCA quando comparado ao mesmo movimento, porém, sem a força do quadríceps (QUATMAN *et al.*, 2010).

Vários estudos mostraram que no momento de uma aterrissagem, uma força maior do quadríceps além de possibilitar um menor ângulo de flexão do joelho, possibilita também um movimento de anteriorização da tibia em relação ao femur, proporcionando assim, uma grande tensão no LCA capaz de lesá-lo. Essa anteriorização da tibia em relação ao femur baseia-se em exames de ressonância magnética que feitos após a lesão, mostraram que as contusões ósseas na tibia estão localizadas mais posteriormente no condilo femural (QUATMAN *et al.*, 2009). Também é comprovado através de estudos feitos em cadáveres e em diagnóstico in-vivo de que o LCA no plano sagital tem como função restringir a translação anterior da tibia e esses estudos mostraram que pessoas com LCA lesionados apresentaram maior translação anterior da tibia em comparação aos não lesionados (QUATMAN *et al.*, 2010).

Estudos eletromiográficos mostraram um desequilíbrio significativo no momento da desaceleração na aterrissagem entre o acionamento do quadríceps e dos isquiotibiais nas mulheres. Essa diferença entre esse maior acionamento da musculatura do quadríceps pode possibilitar uma maior translação anterior da tibia e conseqüentemente lesar o LCA. Foi demonstrado também que a contração do quadríceps além de gerar a translação anterior da tibia, gerou também uma rotação interna e um valgismo do joelho (QUATMAN *et al.*, 2010).

Há também estudos de modelos matemáticos e em cadáveres que mostraram que para reduzir a translação anterior da tibia e com isso as forças de tensão no LCA, basta uma co-contracção dos isquiotibiais, principalmente entre 15 e 60 graus de flexão do joelho. Shin e colaboradores relataram que durante uma aterrissagem ou numa desaceleração, forças de reação do solo são dirigidas posteriormente a tibia proximal, protegendo assim o LCA (QUATMAN *et al.*, 2010).

Quatman *et al.* (2009) demonstrou que as mulheres apresentam menores graus de flexão do joelho no momento da aterrissagem e que elas apresentam um maior recrutamento do quadríceps em relação aos isquiotibiais, dificultando assim o melhor controle do processo de translação anterior da tibia.

## 4.2 Mecanismos de lesão relacionados ao valgo dinâmico

A maioria das lesões do LCA sem contato apresenta uma postura corporal comum que envolve um colapso em valgo da articulação do joelho, este estando em quase extensão total (entre 0 e 30 graus), rotação tibial externa com o pé plantado durante uma manobra de desaceleração (QUATMAN *et al.*, 2010). Krosshaug *et al.* (2007) em seus estudos realizados por vídeos, descobriram que o colapso em valgo foi o mecanismo mais comum de lesão do LCA em atletas femininas de Handebol e Basquetebol. Herrington (2010) em seus estudos também descreveu o mesmo padrão de movimento no momento de lesão.

Em estudos prospectivos com atletas antes de suas temporadas, durante a aterrissagem, descobriram que as atletas que passaram por experiências de lesões do LCA, tinham um valgo do joelho maior (8 graus) do que as atletas que completaram a temporada ilesas. A medida da pré-temporada do valgo dinâmico prevendo lesão do LCA teve sensibilidade de 73% e especificidade de 78%. Sabe-se que existem diferentes mecanismos subjacentes primários da lesão do LCA, com as mulheres apresentando mais lesões em função do colapso em valgo do joelho (QUATMAN *et al.*, 2010).

Vários estudos em vídeos de lesões do LCA mostram que a maioria das lesões ocorre por cargas que geram colapso em abdução do joelho, o que seria fruto da combinação da rotação interna do quadril com abdução do joelho com rotação externa da tibia ou através do cisalhamento anterior da tibia que seria o deslocamento anterior da tibia em relação ao fêmur (KROSSHAUG *et al.*, 2007; BODEN *et al.*, 2009).

Carga em valgo tem sido demonstrada em vários estudos como propulsor no aumento da força sobre o LCA (FUKUDA *et al.*, 2003).

Num estudo com atletas femininas de Handebol da Noruega, demonstrou que mais de 50% das atletas apresentaram colapso em valgo durante a lesão, enquanto nos homens apenas 20% apresentaram o mesmo mecanismo. Bolden *et al.* (2009) corroboraram com esses achados, mostrando que as mulheres apresentavam maior ângulo em valgo do que os homens homólogos durante a lesão do LCA. Estudos de modelos matemáticos mostraram que durante uma manobra de mudança de direção,

cargas externas em valgo são capazes de causar ruptura do LCA e estas cargas em valgo ocorrem mais frequentemente entre as mulheres do que entre os homens (QUATMAN *et al.*, 2010).

Segundo Yu e Garrett, o LCA não sofre tensão aumentada após sofrer torques passivos em valgo ou rotações tibiais externas. Porém, quando sofrem essas mesmas tensões em condição de sustentação de peso, e como as lesões do LCA ocorrem em momentos de sustentação de peso corporal, o torque passivo de rotação externa pode danificar o LCA.

#### **4.3 Mecanismos de lesão relacionados aos planos de movimentos**

Markolf *et al.* (1995) mostraram que o LCA pode estar sujeito a grandes forças durante diversas condições de cargas. Estudos mostraram que lesões do LCA sem contato ocorrem por aumento de cargas no plano sagital, frontal, transversal ou multiplanar (MARKOLF *et al.*, 1995; KROSSHAUG *et al.*, 2007; BODEN *et al.*, 2009). Shimokochi e Shultz e seus colaboradores em seus estudos evidenciaram que o mecanismo primário para lesão do LCA é devido a cargas multi-planares no joelho. Como prova da ação multi-planar no evento da lesão, temos o teste de Pivô Shift, que é realizado por um estresse em valgo associado a uma flexão e rotação tibial, descrito por muitos autores como o teste mais específico para ruptura do LCA (QUATMAN *et al.*, 2009).

Existem atualmente evidências de que o plano frontal seja o único fator predisponente para lesão do LCA, cerca de 10% dos estudos, ou que seja um contribuinte para a mesma lesão multiplanar, cerca de 80% dos estudos. Como movimento no plano frontal, supõe-se que a abdução é responsável por essa lesão. Poucos estudos adotam como mecanismo único de lesão o plano transversal, apenas 5%, e isso ocorre porque como no plano frontal, a sua amplitude de movimento é difícil de ser avaliada devido à sua pequena amplitude de movimento. Estudos mostraram que movimentos excessivos no plano frontal podem ser totalmente prejudiciais a articulação do joelho (QUATMAN *et al.*, 2009).

Quatman *et al.* (2010) relatam que 32% dos estudos sobre lesões no LCA adotam o plano sagital como único mecanismo de lesão. Isso ocorre porque o LCA é o ligamento cuja função é principalmente reter a anteriorização da tibia e com movimentos no plano sagital, principalmente ocasionado por uma contração exacerbada do quadríceps que possibilita uma força de cisalhamento anterior da tibia, aumentando a carga no LCA e diminuindo o ângulo de flexão do joelho. Segundo eles, o plano sagital apresenta maior amplitude de movimento em relação aos outros e quanto maior o grau de extensão do joelho na aterrissagem, maior a chance de lesar o LCA.

Existem vários estudos em vídeos que mostram que no momento da lesão o indivíduo apresentava com o joelho em quase extensão muitas vezes combinado com o joelho em valgo ou com uma rotação do joelho. Esse mecanismo é apoiado por exames de imagens feitos em pessoas com lesões do LCA onde aparecem contusões ósseas na parte lateral do fêmur e na parte posterior do platô tibial (QUATMAN *et al.*, 2010).

As contusões ósseas contradizem a ruptura do LCA em um só plano. Lesões ósseas evidenciadas em exames de ressonância magnética após lesão no LCA mostram que em 80% dos exames houve lesões ósseas na parte lateral do côndilo femoral ou na parte posterolateral do platô tibial, indicando que o colapso em valgo provavelmente ocorre durante a lesão (VISKONTAS *et al.*, 2008).

Se houvessem somente forças de cisalhamento anterior da tibia, esses mesmos exames mostrariam contusões ósseas na parte do platô medial da tibia. Outra abordagem feita por eles é que contrações do quadríceps afetaria o LCA em mais de um plano como a rotação interna e que momentos em valgo ocasionam também uma anteriorização da tibia (QUATMAN *et al.* 2010).

Para Renstrom *et al.* (2008) vários estudos divergem quanto à quantidade de graus de rotação interna e externa do joelho e de flexão do mesmo são capazes de gerar lesão do LCA, necessitando com isso uma abordagem mais sistemática para coleta dos dados para precisar exatamente o momento cinemático da lesão.

Segundo Quatman *et al.* (2010) existem relatos indicando que no momento da lesão mulheres apresentavam maiores graus de flexão do joelho em relação aos homens, mostrando que o grau de flexão do joelho não pode ser um único fator predisponente para lesão do LCA. Para eles mais estudos precisam serem feitos adotando não somente a

articulação do joelho como mecanismo de lesão, como também mecanismos de estruturas próximas ou distais a esta articulação, como o pé, tornozelo, quadril, tronco e membros superiores, uma vez que, é sabido que qualquer movimento ou força feito por um desses segmentos podem alterar a mecânica articular do joelho.

## **5 DIFERENÇAS ENTRE OS GÊNEROS E SUA IMPORTÂNCIA NAS LESÕES DO LCA**

Segundo Baldon *et al.*(2011) e Hewett *et al.* (2006) os fatores que induzem uma maior incidência de ruptura do LCA em mulheres são divididos em três grupos: anatômicos, hormonais e biomecânicos. Este último tem sido cada vez mais estudado uma vez que a intervenção fisioterapêutica é mais possível, ao contrário dos outros dois grupos. Além disso, a maioria das rupturas do LCA (88%) se dá por mecanismos de não contato, o que pressupõe que existam diferenças entre os gêneros nos movimentos realizados cotidianamente e na prática esportiva, favorecendo o elevado acometimento nas mulheres.

### **5.1 Diferenças entre os gêneros relacionadas à anatomia**

As mulheres apresentam alguns fatores anatômicos como o aumento da anteversão femoral, aumento do ângulo Q, torção tibial aumentada e uma maior pronação do pé que as predispõem a sofrerem uma lesão do LCA. Entretanto, erros metodológicos, tais como diferentes métodos de medição, desequilíbrios biomecânicos no momento da medição ou na obtenção de imagens por RX, peso e altura, fazem com que essas diferenças não sejam totalmente confirmadas (GONÇALVES, 2005).

Sabe-se que a medida da fossa intercondilar no sexo feminino é menor que no sexo masculino. Porém, não existe um padrão de medida da fossa para considerá-la como um fator eminente de risco (SLOCUM; LARSON, 2007).

Alguns estudos concluíram que o LCA é geometricamente menor nas mulheres quando normalizados pelo índice de massa corpórea e podendo elas apresentar os mesmos com menor tração linear, resultando em falha no alongamento e menor absorção de energia. (RENSTROM *et al.*, 2008).

## 5.2 Diferenças entre os gêneros relacionadas aos hormônios

Pesquisas procuram compreender como os hormônios sexuais (estrogênio, testosterona e relaxina), podem afetar propriedades do metabolismo, estrutura e mecânica do LCA. Até o momento nenhum mecanismo específico foi identificado e não há evidências suficientes para sugerir que os hormônios são fatores importantes na biologia e fisiologia normais do músculo, colágeno e osso (Renstrom *et al.*, 2008).

Para Gonçalves (2005) temos três hipóteses em relação aos hormônios sexuais femininos e o LCA:

- 1- hormônios sexuais específicos aumentam a frouxidão tecidual;
- 2- hormônios sexuais específicos alteram a composição e estrutura dos ligamentos;
- 3- a influência hormonal pode ser absoluta ou alterna-se mediante o ciclo menstrual, alterando a coordenação do movimento do membro.

Atualmente, os estudos concentram-se nas alterações hormonais durante o ciclo menstrual. Wojtys *et al.* (2002) usando auto relatos e dados do histórico menstrual para caracterizar o estado menstrual no momento da lesão, demonstraram que havia uma maior prevalência nas lesões sem contato em mulheres na fase pré-ovulatória. Em um estudo posterior do mesmo grupo, 37 níveis de metabólitos na urina foram usados para caracterizar o estado menstrual de uma mulher no momento da lesão, confirmando que as lesões do LCA ocorreram mais durante os dias 9-14 de um ciclo de 28 dias (fase pré-ovulatória), e menos nos dias 15 até o fim do ciclo (fase pós-ovulatória).

Arendt (2007) descobriu que havia maior risco de lesão do LCA nas mulheres na fase pré-ovulatória em comparação com a fase pós-ovulatória. Myklebust *et al.* (2003) num estudo com jogadoras de Handebol por mais de 3 anos demonstrou que havia um risco aumentado de lesão do LCA durante a semana anterior ou logo após o início da menstruação. Wojtys *et al.* (2002) relatou que 72,5% das mulheres que não usavam contracepção oral tiveram lesões do LCA durante a fase pré-ovulatória comparada com 27,5% durante a fase pós-ovulatória do ciclo menstrual.

Para Renstrom *et al.* (2008) o uso de contraceptivos orais e seu impacto final, aguda ou cronicamente, nos tecidos moles, nas lesões ou performance ainda está por ser definido, não havendo provas conclusivas de que o seu uso tem um efeito protetor especificamente nas lesões do LCA. Segundo eles parece haver um consenso na literatura que a probabilidade de ocorrer uma lesão durante todo o ciclo menstrual não é

constante, com um risco bem maior durante a fase pré-ovulatória do que na fase pós-ovulatória.

### **5.3 Diferenças entre os gêneros relacionadas à biomecânica**

As mulheres nos gestos esportivos apresentam um maior descontrole neuromuscular dos movimentos, sejam eles, força, recrutamento e tempo alterados que contribuem para um maior risco de lesão em relação aos homens (MCLEAN *et al.*, 2005).

Sabe-se também que as mulheres adotam estratégias biomecânicas diferentes aos homens, principalmente relacionadas à musculatura do quadril para dissipar as energias oriundas dos gestos esportivos. Um conceito de “ligamento dominante” introduzido por Andrews e Axe caracteriza-se pelo aumento do valgismo do joelho nas mulheres em razão da incapacidade dos músculos do membro inferior em absorver adequadamente as forças produzidas resultando em sobrecarga excessiva no LCA (BALDON *et al.*, 2011).

#### **5.3.1 Biomecânica: ativação excessiva do quadríceps**

Existem ainda evidências de que as mulheres usam preferencialmente o músculo quadríceps para aumentar a estabilidade dinâmica do joelho, acompanhada com uma ação reduzida dos músculos posteriores da coxa e dos extensores do quadril, aumentando as forças de anteriorização da tíbia e conseqüente maior estresse sobre o LCA (BALDON *et al.*, 2011).

Na literatura temos que, durante a desaceleração de movimentos esportivos, as mulheres apresentam menores ângulos de flexão do joelho no contato inicial com o solo, além de possuírem ativação eletromiográfica aumentada do quadríceps e reduzida dos isquiotibiais quando comparadas aos homens. Zazulak *et al.* (2006) verificou em seu estudo que as mulheres apresentam maior ativação eletromiográfica do quadríceps e menor ativação do glúteo máximo quando comparado aos homens numa aterrissagem unipodal. Essa alteração poderia ser fator determinante para lesão do LCA.

Com isso, alguns autores defendem que atletas femininas que possuem uma força maior de quadríceps, podem, em algum momento da prática esportiva, ter um aumento da translação anterior da tíbia tornando-as mais vulneráveis a sofrerem lesão

do LCA (Gonçalves, 2005).

Boling *et al.* (2009) verificaram que as mulheres usam preferencialmente o músculo quadríceps para aumentar a estabilidade dinâmica do joelho juntamente com uma ação reduzida dos músculos posteriores da coxa e dos extensores do quadril ocasionando um aumento da força de anteriorização da tíbia e conseqüentemente o estresse sobre o LCA.

Segundo relatos, as mulheres apresentam menor grau de flexão do joelho, de 0 até 30 graus, durante a aterrissagem após salto em comparação com os homens. (Hewett *et al.*, 2006). Para tal gesto, elas utilizam preferencialmente para dissipar energia a musculatura do quadríceps e do gastrocnêmio e os homens a musculatura extensora do quadril.

Estudos mostraram que as mulheres têm um menor tempo de ativação do glúteo médio e isquiotibiais. Atualmente existem vários estudos que mostraram que após treino em cadeia cinética fechada dos glúteos e isquiotibiais, associados com programas de habilidades como controle de aterrissagem mais controle nas mudanças de direção, conseguem promover a prevenção da lesão do LCA (GONÇALVES, 2005).

### **5.3.2 Biomecânica: valgo dinâmico**

Muitas pesquisas atuais mostram que as mulheres durante uma atividade física que exige aterrissagem, mostraram-se no momento do pouso com um alinhamento em valgo no plano frontal bem mais frequente que os homens e sugeriram que isso poderia ser a causa da diferença entre o número de lesões entre os sexos (McLean *et al.*, 2005).

Alguns autores acreditam que em atividades mais dinâmicas e com maior sobrecarga no sistema musculoesquelético, as mulheres apresentam maiores ângulos de rotação medial do quadril e fêmur como na corrida, aterrissagem e mudanças bruscas de direção. (FERBER *et al.*, 2003; POLLARD *et al.*, 2007).

Markolf *et al.* (1995) verificaram que os movimentos isolados de abdução e rotação medial do joelho são capazes de produzir sobrecarga direta sobre o LCA. Num estudo prospectivo com atletas, Hewett *et al.* (2006) verificaram que as mulheres com maior ângulo de valgo dinâmico e momento em valgo apresentavam maior incidência de lesões do LCA na temporada esportiva.

Foi demonstrado por Pollard *et al.* (2007) que atletas do sexo feminino que

jogavam futebol na faculdade apresentavam mais momentos em valgo do joelho na desaceleração do que os atletas masculinos. Eles verificaram que durante a mudança de direção, observando a cinemática e cinética do quadril, atletas femininas apresentaram menor abdução do quadril quando comparado aos homens.

Várias pesquisas creditam o valgo dinâmico nas mulheres durante a marcha, corrida, agachamento e na aterrissagem a um possível déficit dos músculos abdutores e rotadores externos do quadril em controlar esses movimentos. (FERBER *et al.*, 2003; HEWETT *et al.*, 2006).

Quatman *et al.* (2009) em seu estudo concluiu que as mulheres apresentavam um ângulo máximo em valgo do joelho nas aterrissagens bipodal e unipodal, respectivamente. Hewett *et al.* (2005) mostraram que atletas femininas que romperam o LCA apresentavam durante a aterrissagem momentos em valgo maior ao que as não lesionadas.

Num estudo feito com vinte jogadores de basquete, sendo 10 homens e 10 mulheres, através de análise de vídeo dos movimentos, observou que o maior pico do momento em valgo do joelho na tarefa de sidestepping o quadril apresentava uma diminuição da flexão e em rotação interna e os joelhos em valgo, visto que nas mulheres esse quadro era mais evidente (MCLEAN *et al.*, 2005).

Pollard *et al.* (2007) em seu estudo feito em análise de vídeo com 30 atletas jogadores de futebol da faculdade, sendo 15 de cada sexo, saudáveis, sem história de lesão ou reparação do LCA com intuito de descrever a posição da articulação do quadril no momento do pico em valgo na manobra de desaceleração, viram que as mulheres apresentavam uma maior rotação interna do quadril e uma diminuição da flexão do quadril em comparação aos homens na mesma manobra. Segundo eles, as mulheres apresentaram um maior momento dos adutores do quadril e uma diminuição dos extensores do quadril na desaceleração.

## 6 OS ROTADORES EXTERNOS DO QUADRIL COMO PARTE DA PREVENÇÃO DE LESÕES DO LCA

São comuns na prática esportiva, treinamentos voltados para o fortalecimento dos músculos do membro inferior, acreditando que os trabalhos exaustivos dos mesmos melhoram o desempenho funcional das atletas. Tem-se que para melhorar a agilidade, rápida aceleração do centro de massa e boa execução do salto, é preciso que a musculatura do membro inferior esteja com uma boa força e potência. (KRAEMER *et al.*, 1998).

Feber *et al.*, (2003) em seus estudos demonstraram que para um bom controle dos movimentos dos membros inferiores em cadeia cinética fechada é preciso uma boa ação excêntrica dos músculos do quadril.

Leetun *et al.*, (2004) em seus estudos demonstraram que havia uma diferença significativa de força nos músculos do quadril entre homens e mulheres. Segundo ele, as mulheres possuíam uma fraqueza na musculatura do quadril e que isto poderia explicar parcialmente a maior incidência das lesões do LCA no sexo feminino. Baseando-se nisso sugeriram que novos estudos fossem feitos focando o quadril como influência na mecânica da extremidade inferior.

Atualmente estudos têm mostrado que no momento da aterrissagem, mudança de direção ou na desaceleração, as mulheres apresentam pouca ativação do glúteo médio e dos isquiotibiais quando comparados aos homens e programas de fortalecimento e propriocepção da musculatura glútea média e dos isquiotibiais durante a aterrissagem e mudanças de direção em modalidades esportivas têm mostrado promissores na prevenção das lesões do LCA (SLOCUM; LARSON, 2007).

Existem autores que em seus estudos não obtiveram relação do déficit dos músculos abdutores e rotadores laterais do quadril com o aumento do valgo dinâmico em certos movimentos uma vez que as avaliações dos respectivos músculos eram feitas de forma isométrica. (WALLACE *et al.*, 2008).

Para Boling *et al.* (2009) um déficit da ação excêntrica dos abdutores e rotadores externos do quadril são responsáveis por muitas disfunções ortopédicas da articulação

do joelho e, dentre elas, a lesão do LCA. Eles acreditam que esses músculos atuando excentricamente são capazes de dar uma boa estabilização dinâmica ao joelho, tanto no plano coronal quanto no plano transversal.

Estudos mostraram que programas de treinamentos neuromusculares são capazes de diminuir os fatores de risco biomecânicos para a lesão do LCA em atletas femininas. Os programas que obtiveram maiores sucessos foram os que abordaram trabalhos pliométricos, equilíbrio e exercícios de força realizados mais de uma vez por semana durante pelo menos 6 semanas (HEWETT *et al.*, 2006).

Mesmo com o sucesso dos programas de prevenção, o número de lesões em atletas femininas ainda continua alto (AGEL *et al.*, 2005).

Uma limitação dos estudos dos modelos atuais para se traçar metas preventivas é que os estudos de dados *in vivo* são obtidos em atletas antes da lesão, sendo um dado não representativo de um dano real, mas sim um indicativo da biomecânica subjacente durante os movimentos normais do esporte e, portanto, as cargas utilizadas para os modelos preventivos não representam os mecanismos de lesão do LCA. Porém, dados coletados de forma semelhantes em mulheres atletas, mostraram que em altos momentos de abdução do joelho predizem o risco de lesões do LCA com alta especificidade e sensibilidade e essa anormalidade biomecânica subjacente encontrada em atletas que tiveram uma lesão são semelhantes às descrições do mecanismo de lesão obtidos por análise em vídeos (HEWETT *et al.*, 2006; KROSSHAUG *et al.*, 2007).

Powers (2010) concluiu que o glúteo médio é o principal responsável pela geração de torque abdutor do quadril e rotador lateral secundário do mesmo usando sua porção posterior. Estudos mostraram que este músculo é importante para controlar o movimento de depressão pélvica contralateral, adução do fêmur e abdução do joelho e que as mulheres possuem maior demanda da musculatura abduutora do quadril durante movimentos em cadeia cinética fechada (FEBER *et al.*, 2003) e que havia uma boa relação entre o torque excêntrico abdutor do quadril e os ângulos de abdução do joelho.

Existem na literatura autores que propuseram como medida preventiva nas lesões do joelho o fortalecimento da musculatura abduutora e rotadora externa do quadril e que obtiveram como resultados uma diminuição do valgo dinâmico e melhora da performance funcional dos voluntários. (CHAPPELL ; LIMPISVASTI, 2008).

Durante dois anos, Leetun *et al.* (2004), acompanharam atletas e relataram que a fraqueza dos músculos rotadores externos do quadril eram importantes fatores para instalações de lesões nos joelhos e coluna.

Pollard *et al.* (2007) ao examinar a diferença na cinemática e cinética do quadril entre os sexos na manobra de mudança de direção, descobriram que atletas femininas apresentavam uma menor abdução do quadril durante o evento descrito. Segundo eles, os movimentos do joelho são influenciados pela mecânica do quadril e controlados por estruturas passivas do joelho.

Hughes *et al.* (2002) em seus estudos sugeriram que o glúteo médio e o tensor da fáscia lata são os principais responsáveis por não deixarem que a pelve contralateral caísse durante a fase de apoio durante a marcha. Alguns estudos verificaram que durante o agachamento unipodal, existe uma correlação negativa entre a força dos músculos abdutores do quadril com o valgo dinâmico do joelho (Claiborne *et al.*, 2006) e que uma pouca atuação excêntrica dos mesmos contribuem para um aumento da rotação medial do fêmur durante a aterrissagem (BOLING *et al.*, 2009).

Segundo McLean *et al.*, (2005) uma modificação da rotação interna-externa do quadril e joelho valgo-varo antes do contato com o solo podem diminuir o pico em valgo durante uma mudança de direção e conseqüentemente o risco de lesão do LCA, principalmente em atletas do sexo feminino.

Um estudo feito por Quatman *et al.* (2009) ficou demonstrado que no momento da aterrissagem, com baixo ângulo de flexão do joelho associado a um alto ângulo de abdução do joelho durante cargas de cisalhamento em abdução, translação anterior da tíbia ou pela combinação das duas, o LCA sofre altas alterações ao mesmo tempo em que, diminuindo o ângulo de abdução para o neutro e mesmo o joelho sofrendo as mesmas forças de cisalhamento descritas acima, o LCA não sofre deformações. Isso vem provar que programas de treinamento neuromuscular que adotam posturas em neutro durante o pouso podem ajudar a diminuir o risco de lesão do LCA.

Segundo Herrington (2010), jogadoras de basquete adotam a posição em valgo do joelho no momento da aterrissagem mais do que qualquer outra atleta de qualquer outra modalidade esportiva. Com isso viu-se a necessidade de programas de treinamento de salto com a finalidade de melhorar a aterrissagem e também melhorar o

desempenho funcional. Trabalhos mostraram também que programas de treinamento de salto reduziram os índices de lesões do LCA em atletas femininas.

Num estudo prospectivo feito por Leetun *et al.* (2004) onde avaliaram a força dos músculos abdutores e rotadores externos do quadril durante uma temporada em atletas com fatores de risco para lesões de membro inferior, concluíram que as atletas não lesionadas possuíam músculos abdutores e rotadores externos mais fortes e que, a força dos rotadores externos foi um preditor de lesões nos membros inferiores das atletas universitárias.:

Hewett *et al.* (2006) em seu estudo submeteram 11 atletas do sexo feminino a treinos pliométricos com duração de 6 semanas com o objetivo de aprimorar o gesto de aterrissagem. Depois do treino, verificaram que as mesmas apresentaram uma melhor relação entre o torque dos músculos isquiotibiais/quadríceps, redução em 22% do pico de reação do solo e minimização nos momentos em adução e abdução do joelho.

Noyes *et al.* (2005) em seus estudos com treino pliométricos concluíram que após treino as mulheres conseguiram aumentar a distância entre os joelhos no momento de aterrissagem.

Pollard *et al.* (2007) submeteram 18 jogadoras de futebol a um treino com exercícios pliométricos e de agilidades, onde se enfatizava a técnica correta de aterrissagem e mudança de direção do movimento e verificaram que após o treinamento, as atletas apresentaram uma redução da rotação medial do quadril e aumento dos ângulos de abdução do quadril durante a aterrissagem e os autores mesmo sem terem avaliado eletromiograficamente os músculos abdutores e rotadores laterais do quadril, acreditam que tais músculos influenciaram diretamente na melhora do padrão de movimento das atletas.

No estudo feito por Withrow *et al.* (2006) onde investigaram o efeito da carga em valgo no LCA em reposta a deformação de carga dinâmica simulando o pouso de um salto com a musculatura do joelho pré ativada, concluíram que com o joelho levemente flexionado com os músculos quadríceps, isquiotibiais e gastrocnêmio pré ativados, o LCA apresentou uma deformação bem maior com a carga em valgo mais flexão do que com a mesma carga somente em flexão.

Num estudo feito por Herrington (2010) com objetivo de comparar com estudos relatados na literatura anteriormente, pegaram 15 atletas do sexo feminino jogadoras de basquete da primeira divisão sem antecedentes prévios de lesão do LCA e através de vídeos, analisaram o salto isolado e a mudança de direção seguida de salto com arremesso como fariam durante a prática do esporte. Depois de avaliadas essas mesmas jogadoras, passaram por um treinamento de 4 semanas de duração com 3 sessões por semana com duração de 15 minutos. Cada atleta era bem monitorada com a técnica apropriada de aterrissagem e instrução apropriada para manter a boa técnica. Cada jogadora realizou no mínimo, 10 a 12 sessões e apresentaram uma importante melhora no valgismo do joelho tanto no momento da aterrissagem quanto no momento do teste de arremesso.

## 7 DISCUSSÃO

Grande parte das lesões do ligamento cruzado anterior (LCA) acontece em jovens atletas do sexo feminino (MCLEAN *et al.*, 2005). Muitos estudos buscam entender quais mecanismos intrínsecos e extrínsecos que predis põe a esta lesão (WOJTYS *et al.*, 2002; GRIFFIN *et al.*, 2006; HEWETT *et al.*, 2006; ZAZULAK *et al.*, 2006). Com isso, os fatores biomecânicos receberam mais atenção, uma vez que, eles podem ser modificados através de treinamentos neuromusculares (HEWETT *et al.*, 2006 e BALDON *et al.*, 2011).

Atualmente, muitos estudos têm vinculado à lesão do ligamento cruzado anterior em atletas do sexo feminino com a insuficiência dos músculos abdutores e rotadores externos do quadril (FERBER *et al.*, 2003; HEWETT *et al.*, 2006; BOLING *et al.*, 2009). Porém, existem atletas que apresentam tal insuficiência e que não sofrem a lesão durante sua vida esportiva (QUATMAN *et al.*, 2010).

O que chama a atenção dos autores é que durante seus estudos, viram que as mulheres esportistas apresentavam no momento da lesão, uma adução e rotação medial do quadril com uma abdução com rotação lateral do joelho no instante da lesão, momento definido com valgo dinâmico e que ele está intimamente relacionado, segundo autores, com a falta de força da musculatura abduutora e rotadora externa do quadril em restringir ou segurar esse movimento (FERBER *et al.*, 2003; HEWETT *et al.*, 2006; BOLING *et al.*, 2009).

As lesões do LCA podem estar associadas a lesões do menisco medial e do ligamento colateral medial. É motivo de discussão se as lesões do LCA e LCM acontecem concomitantemente. Estudos epidemiológicos apontaram que eventos de lesões do LCA e LCM são raros, menos de 30% do total das lesões do LCA (LAPRADE *et al.*, 2007). Alguns autores mostraram que o colapso em valgo levaria a uma tensão no LCA capaz de lesá-lo antes de ocorrer à abertura do espaço articular medial, fato que explicaria a não lesão concomitante do LCM (QUATMAN *et al.*, 2010). Viskontas *et al.* (2008) opondo-se à maioria dos estudos relataram que aproximadamente 70 % das lesões do LCA ocorrem em combinação com as lesões do LCM, sendo estas, entre grau 1 e 3. A diferença entre os estudos anteriores e o estudo

feito por Viskontas *et al.* pode ser atribuída ao fato de que nos relatos anteriores não eram citadas lesões de grau 1 e também muitos relatos eram baseados em exames clínicos como o estresse em valgo, o que determinaria uma lesão de grau mais elevado. Quatman (2009) mostrou que cargas provocantes do colapso em valgo são capazes de lesar tanto o LCA quanto o LCM e que os difere em relação ao número de lesões é que o LCM possui maior capacidade de deformação em relação ao LCA durante o pouso normal e em simulações de lesão e o LCA é carregado desproporcionalmente em relação ao LCM em simulações de lesão.

Com o objetivo de diminuir o valgo dinâmico, melhorar o gesto esportivo e, conseqüentemente, diminuir o número de lesões do LCA, muitos autores desenvolveram protocolos de treinamentos da musculatura rotadora externa do quadril tais como: fortalecimento excêntrico da mesma, exercícios pliométricos e técnicas corretas de execução do movimento (NOYES, *et al.*, 2005; HEWETT, *et al.*, 2006; CHAPPELL; LIMPISVASTI, 2008; HERRINGTON, 2010).

Porém, nota-se que a grande dificuldade do momento é que mesmo reconhecendo uma atleta com um risco maior de lesão e submetendo-a a um trabalho preventivo, não se sabe ainda:

(a) a melhor forma de desenvolver esse trabalho (forma isolada ou associada aos trabalhos normais de treino e técnica);

(b) durante qual período de treinamento (durante a pré temporada ou todo ano esportivo);

(c) o tipo adequado de exercício (pliométrico, fortalecimento excêntrico, controle de movimento);

(d) a forma de serem realizados, dentre outros.

Com tudo isso é notório que mais estudos precisam ser feitos para que possamos desenvolver um trabalho neuromuscular preventivo capaz de beneficiar realmente atletas que possuem um risco acentuado para tal lesão.

## 8 CONCLUSÃO

A maioria das lesões do LCA em atletas do sexo feminino está relacionada a pouca capacidade de controle do valgo dinâmico durante aterrissagem, desaceleração e/ou mudança de direção. Estudos mostraram que a musculatura rotadora externa do quadril é responsável pelo controle desse movimento e que, uma vez identificada à atleta com essa alteração biomecânica e submetida a esse treino, suas chances de lesionar tal estrutura seriam diminuídas. Estudos mostraram que o trabalho excêntrico da musculatura acima citada propiciaria não somente o controle de tal movimento, como também ajudaria a dissipar o excesso de energia resultante do movimento. Estudos que possam nortear formas e protocolos de como desenvolver esse trabalho excêntrico se fazem necessários para maior efetividade da prevenção de lesões dessa natureza.

## REFERÊNCIAS

- AGEL J.; ARENDT, E. A.; BERSHADSKY, B. Anterior cruciate ligament injury in National Collegiate Athletic Association basketball and soccer: a 13-year review. **Am J Sports Med.**, v.33, n.4, p.524–530, 2005.
- ARENDT, E. A. Musculoskeletal injuries of the knee: are females at greater risk? **Minn Med.**, n. 90, p.38–40, 2007.
- BALDON, R. M. *et al.* Diferenças biomecânicas entre os gêneros e sua importância nas lesões do joelho. **Fisioter. Mov.**, Curitiba, v. 24, n. 1, p. 157-166, jan./mar. 2011.
- BODEN, B. P.; TORG, J. S.; KNOWLES, S. B. Video analysis of anterior cruciate ligament injury: abnormalities in hip and ankle kinematics. **Am J Sports Med.**, n.37, p.252–9, 2009.
- BOLING, M. C. *et al.* A prospective investigation of biomechanical risk factors for patellofemoral pain syndrome: the Joint Undertaking to Monitor and Prevent ACL injury (JUMP-ACL) cohort. **Am J Sports Med.**, n.37, p.2108-2116, 2009.
- BUTLER, D. L.; NOYES, F.R.; GROOD, E.S. Ligamentous restraints to anterior-posterior drawer in the human knee: a biomechanical study. **J Bone Joint Surg Am**, n. 62, p.259–70, 1980.
- CHABBRA, A. *et al.* Anatômicos, radiográficos, biomecânica, e avaliação cinemática do ligamento cruzado anterior e seus feixes funcionais. **J Bone Joint Surg Am** 2006; 88 (Supp 4) : 2-10.
- CHAPPELL, J.D.; LIMPISVASTI, O. Effect of a neuromuscular training program on the kinematics and kinematics of jumping tasks. **Am J Sports Med.**, v. 36, n.6, p. 1081-1086, 2008.
- CLAIBORNE, T.L. *et al.* Relationship between hip and knee strength and knee valgus during a single leg squat. **J Appl Biomech.**, v.22, n. 1, p.41-50, 2006.
- FERBER, R.; DAVIS, I.M.; WILLIAMS, D.S. Gender differences in lower extremity mechanics during running. **Clinical Biomechanics**, n. 18, p.350-357, 2003.
- FLEMING, B.C. *et al.* The effect of weightbearing and external loading on anterior cruciate ligament strain. **Journal of Biomechanics** n.34, p.163–170, 2001.
- FUKUDA, Y. *et al.* A quantitative analysis of valgus torque on the ACL: a human cadaveric study. **Journal of Orthopaedic Research**, n.21, p.1107–1112, 2003.
- GABRIEL, M.T. *et al.* Distribution of in situ forces in the anterior cruciate ligament in response to rotatory loads. **Journal of Orthopaedic Research** , v.22, n.1, p.85–89, 2004.

GONÇALVES, A. F. Prevenção da lesão do ligamento cruzado anterior. **Motricidade**, v.1, n.4, p. 300-307, Nov., 2005.

GRIFFIN, L.Y. *et al.* Understanding and preventing noncontact anterior cruciate ligament injuries: a review of the Hunt Valley II meeting, January 2005. **Am J Sports Med.**, v.34, n.9, p.1512–1532, 2006.

HERMAN, D. C., *et al.* The effects of strength training on the lower extremity biomechanics of female recreational athletes during a stop-jump task. **Am J Sports Med.**,v.36, p.733-740, 2008.

HERRINGTON, L. The effects of 4 weeks of jump training on landing knee valgus and crossover hop performance in female basketball players. **Strength Cond J**, v.24, n.12, p.3427–3432, 2010.

HEWETT, T.E.; FORD, K.R.; MYER, G.D. Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: part 2, a meta-analysis of neuromuscular interventions aimed at injury prevention. **Am J Sports Med.**, v.34, n.3, p.490–498, 2006.

HUGHES, P.E.; HSU, J.C.; MATAVA, M.J. Hip Anatomy an Biomechanics in the Athlete. **Sports Med Arthroscopy Review**, n.10, p.103-114, 2002.

KRAEMER, W.J. *et al.* The effect of short-term resistance training on endocrine function in men and women. **Eur J Appl Physiology**, n.78, p.69-76, 1998.

KROSSHAUG, T. *et al.* Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in basketball: video analysis of 39 cases. **Am J Sports Med**, n.35, p.359–67, 2007.

LANE, C.G.; WARREN, R.; PEARLE, A.D. The pivot shift. **J Am Acad Orthop Surg.**, n.16, p.679-688, Dec., 2008

LAPRADE, R.F. The anatomy of the posterior aspect of the knee: an anatomic study. **J Bone Joint Surg Am.**, n.89, p.758-64, 2007.

LEETUN, D.T. *et al.* Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes. **Med Sci Sports Exerc.**, v.36, n.6, p.926-34, 2004.

LOHMANDER, L. S. *et al.* The long-term consequence of anterior cruciate ligament and meniscus injuries: osteoarthritis. **Am J Sports Med.**, n.35, p.1756-1769, 2007.

MARKOLF, K. L. *et al.* Combined knee loading states that generate high anterior cruciate ligament forces. **J Orthop Res.**, n.13, p. 930-935, 1995.

MCLEAN, S.G.; HUANG, X.; VAN DEN BOGERT, A. J. Association between lower extremity posture at contact and peak knee valgus moment during sidestepping: implications for ACL injury. **Clin Biomech.**, Bristol, Avon, v.20, n.8, p.863–870, 2005.

MYKLEBUST, G.; BAHR, R. Return to play guidelines after anterior cruciate ligament surgery. **Br J Sports Med.**, n.39, p.127–31, 2005.

MYKLEBUST, G. *et al.* Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: a prospective intervention study over three seasons. **Clin J Sport Med.**, v.13, n.2, p.71–78, 2003.

MEYER, E. G. *et al.* Tibiofemoral contact pressures and osteochondral microtrauma during anterior cruciate ligament rupture due to excessive compressive loading and internal torque of the human knee. **Am J Sports Med.**, n.36, p. 1966-1977, 2008.

NOYES, F.R. *et al.* The drop-jump screening test- difference in lower limb control by gender and effect of neuromuscular training in female athletes. **American Journal of Sports Medicine**, v. 33, n.2, p.197-207, 2005.

POLLARD, C.D; SIGWARD, S.M.; POWERS, C.M. Gender differences in hip joint kinematics and kinetics during side-step cutting maneuver. **Clin J Sport Med.**, n.17, p.38-42, 2007.

POWERS, CM. The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: A biomechanical perspective. **J Orthop Sports Phys Ther.**, v.40, n.2, p.42-51, 2010.

QUATMAN, C.E. Anterior cruciate ligament injury mechanisms in female athletes: a finite element investigation. May 22, 2009.

QUATMAN, C.E; HEWETT, T.E. The anterior cruciate ligament injury controversy: is “valgus collapse” a sex-specific mechanism? **Br J Sports Med.**, n.43, p.328–335, 2009.

QUATMAN, C.E.; YATES, C.C.Q.; HEWETT, T.E. A ‘plane’ explanation of anterior cruciate ligament injury mechanisms. **Sports Med.**, v.40, n.9, p. 1-18, 2010.

RENSTROM, P. *et al.* (2008). Non-contact ACL injuries in female athletes: An International Olympic Committee current concepts statement. **British Journal of Sports Medicine**, n.42, p.394-412, 2008.

SLOCUM, D.B., LARSON, R.L. Instabilidade rotatória do joelho: Sua patogênese e um teste clínico para demonstrar sua presença. **Clin Orthop Relat.**, n.454, p. 5-13, 2007.

39. TAUNTON, J. E. *et al.* A retrospective casecontrol analysis of 2002 running injuries. **Br J Sports Med.**, v.36, n.2, p.95-101, 2002.

VISKONTAS, D. G. Bone bruises associated with ACL rupture: correlation with injury mechanism. **Am J Sports Med.**, n.36, p.927–33, 2008.

VON PORAT, A.; ROOS, E. M.; AND ROOS, H.). High prevalence of osteoarthritis 14 years after an anterior cruciate ligament tear in male soccer players: a study of radiographic and patient relevant outcomes. **Ann Rheum Dis.**, v. 63, p. 269-273, 2004.

ZAZULAK, B. T. *et al* (2006). The effects of the menstrual cycle on anterior knee laxity: a systematic review. **Sports Med** v.36, p.847-862, 2006.

WALDÉN, M. *et al.* Anterior cruciate ligament injury in elite football: a prospective three-cohort study. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v.19, n. 1, p.11-19, 2011.

WALLACE, B.J. *et al.* A comparison between back squat exercise and vertical jump kinematics: Implications for determining anterior cruciate ligament injury risk. **J Strength Cond Res.**, v..22, n.4, p. 1249-1258, 2008.

WOJTYS, E. M. The effect of the menstrual cycle on anterior cruciate ligament injuries in women as determined by hormone levels. **Am J Sports Med.**, v.30, n.2, p.182–188, 2002.

WITHROW, T. J. *et al* (2006). The effect of an impulsive knee valgus moment on in vitro relative ACL strain during a simulated jump landing. **Clin Biomech.**, v. 21, p. 977-983, 2006.