

Vinícius Moreira Andrade Araújo

**PROGRAMAS PREVENTIVOS PARA PREVENÇÃO DE  
LESÕES DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR (LCA)**

Belo Horizonte  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG  
2011

Vinicius Moreira Andrade Araújo

## **PROGRAMAS PREVENTIVOS PARA LESÕES DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR (LCA)**

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.

Orientadora: Prof. Natalia F. N. Bittencourt

Belo Horizonte  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG  
2011

## RESUMO

**Introdução:** A ruptura do Ligamento Cruzado Anterior (LCA) além de ser uma lesão traumática para o atleta levando à incapacidade de longa duração, que inclui a perda potencial de temporadas inteiras, participações em jogos, treinamentos e ter um custo financeiro elevado, ainda tem as complicações futuras como a osteoartrite, que acomete aproximadamente metade dos atletas lesionados após 10(dez) anos e quase todos após 15-20 anos da lesão independentemente do tratamento realizado. Por essas e outras razões os programas de prevenção podem apresentar uma solução tanto para diminuir os gastos financeiros quanto para melhorar a qualidade de vida e o desempenho dos atletas nos esportes. **Objetivo:** Realizar uma revisão narrativa da literatura e analisar os diferentes programas preventivos para prevenção da lesão do ligamento cruzado anterior (LCA). **Métodos:** A revisão narrativa da literatura deste estudo foi realizada por meio de buscas nas bases de dados Pubmed, Medline, Pedro, Lilacs, Scielo e Bireme, incluindo artigos com as seguintes palavras-chave; Knee, Injury, Anterior Cruciate Ligament, ACL and, Prevention. A pesquisa deste tema foi limitada a língua inglesa, indexadas nos períodos 1995 a 2010. **Resultados:** Foram usados nessa revisão bibliográfica 31 artigos. Dos 31 artigos selecionados, dezessete foram revisões bibliográficas e quatorze ensaios clínicos experimentais. **Conclusão:** Os estudos atuais sobre o foco do treinamento neuromuscular como medida preventiva passam por programas que incluem análise biomecânica, treinamento de força, flexibilidade, pliometria, equilíbrio, exercícios de agilidade e velocidade, correção de desequilíbrios musculares e melhora do gesto esportivo. Os programas preventivos não apenas mostraram eficácia na redução das taxas de incidência de lesão do LCA como também se mostraram importantes para melhorar o desempenho individual dos atletas nos esportes.

**Palavras-chave:** Joelho, Lesão, Ligamento Cruzado Anterior, LCA e prevenção

## ABSTRACT

**Introduction:** Rupture of Anterior Cruciate Ligament (ACL) in addition to being a traumatic injury to the athlete taking the long-term disability, which includes the potential loss of entire seasons, participating in games, training, and have a high financial cost, is still future complications such as osteoarthritis, which affects about half of the injured athletes after 10 (ten) years and almost all of the lesion after 15-20 years regardless of treatment. For these reasons and more prevention programs can provide a solution both to reduce the financial costs and to improve the quality of life and performance of athletes in sports.

**Objective:** a narrative review and analyze the different preventive programs to prevent injury to the anterior cruciate ligament (ACL). **Methods:** A narrative review of this study was conducted by searching the databases Pubmed, Medline, Peter, Lilacs, and Scielo Bireme, including articles with the following keywords; Knee Injury, Anterior Cruciate Ligament, ACL and , Prevention. The theme of this research was limited to English, indexed in the periods 1995 to 2010. **Results:** We used in this review 31 articles. Of the 31 selected articles, reviews and seventeen were fourteen experimental trials. **Conclusion:** The current studies focus on the neuromuscular training as a preventive measure go through programs that include biomechanical analysis, strength training, flexibility, plyometrics, balance, speed and agility drills, correction of muscle imbalances and improve the sporting gesture. Preventive programs not only showed efficacy in reducing incidence rates of ACL injury also were important to improve the performance of individual athletes in sports.

**Keywords:** Knee, Injury, Anterior Cruciate Ligament, ACL and prevention.

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES/TABELAS**

<b>TABELA 1- Tabela das revisões bibliográficas.....</b>	<b>10</b>
<b>TABELA 2- Tabela dos estudos experimentais.....</b>	<b>15</b>
<b>FIGURA 1- Correção da técnica esportiva.....</b>	<b>29</b>
<b>FIGURA 2- Treinamento proprioceptivo/ equilíbrio .....</b>	<b>29</b>
<b>FIGURA 3- Treinamento proprioceptivo/ equilíbrio .....</b>	<b>30</b>
<b>FIGURA 4- Exercícios pliométricos .....</b>	<b>30</b>
<b>FIGURA 5- Exercício com a técnica correta.....</b>	<b>31</b>
<b>FIGURA 6- Exercício com a técnica correta.....</b>	<b>31</b>
<b>FIGURA 7- Fortalecimento muscular.....</b>	<b>32</b>
<b>FIGURA 8- Fortalecimento muscular.....</b>	<b>33</b>
<b>FIGURA 9- Exercício de equilíbrio.....</b>	<b>34</b>
<b>FIGURA 10- Treinamento de salto.....</b>	<b>34</b>
<b>FIGURA 11- Treinamento de salto.....</b>	<b>35</b>
<b>FIGURA 12- Exercício de estabilização central.....</b>	<b>36</b>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>2 MÉTODOS .....</b>	<b>9</b>
<b>3 RESULTADOS .....</b>	<b>10</b>
<b>4 DISCUSSÃO .....</b>	<b>22</b>
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>37</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>38</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A atual realidade do mundo esportivo, caracterizado pela forte tendência ao profissionalismo, traz implícita as variáveis de intensidade, frequência e duração do treinamento, aumentadas de forma não coerente as condições dos atletas (BERTOLINI *et al.*, 2003). Esses fatores acabam ocasionando níveis importantes de estresse físico e mental, influenciando na saúde, qualidade de vida dos esportistas, favorecendo potencialmente a incidência das lesões (BODEN *et al.*, 2000; MIHAT *et al.*, 2006).

Conseqüente a tudo isto, o grande índice de lesões relacionadas ao esporte se torna cada vez maior, principalmente em relação ao sistema músculo esquelético dos membros inferiores (AUGUSTSSON *et al.*, 2006). Lesões não tratadas ou mal tratadas, podem ser a maior causa de recidivas destas lesões, fazendo com que o atleta e a equipe tenham um grande desgaste até que este jogador esteja apto ao retorno (REESER *et al.*, 2006). Além disso, lesões como a ruptura do ligamento cruzado anterior (LCA) do joelho podem causar osteoartrite após 10 anos da lesão, independente do tratamento realizado, ocasionando problemas na qualidade de vida dos atletas (VON PORAT *et al.*, 2004).

O tratamento dessas lesões são geralmente difíceis, caros e longos, podendo gerar grande incapacidade funcional e conseqüentemente o afastamento dos atletas de suas atividades (PARKARI *et al.*, 2001). Segundo Petersen *et al.*, (2005), o tratamento das lesões desportivas na maioria das vezes é delicado e dispendioso. A lesão do LCA possui um gasto aproximado de U\$17.000 por atleta e nos USA o custo anual com o tratamento desta lesão é em torno de U\$1,7 bilhões (HEWETT *et al.*, 1999). Por isso estratégias e atividades preventivas são justificáveis do ponto de vista médico, econômico e profissional, além disso, estima-se que apenas nos USA ocorra mais de 100.000 novas lesões a cada ano. (PRODOMOS *et al.*, 2007). Noyes *et al.*, (1999), relataram que quatro quintos das lesões ocorreram através de um mecanismo sem contato e a maioria destas ocorreu na aterrissagem de um salto. Em razão disso a maior incidência é observada em atletas que praticam esportes de salto e giro, tais como, basquete, futebol, vôlei e handebol.

Vários esforços vem sendo realizados para diminuir este grande índice de lesões, e o fisioterapeuta, como profissional da área da saúde e um integrante importante em qualquer equipe multidisciplinar do esporte, tem a obrigação, não apenas de realizar o tratamento das lesões, mas também deve buscar meios de prevenção para que menos lesões venham a acontecer e prejudicar o trabalho de uma equipe ou mesmo a qualidade do desempenho desportivo individual. (PARKKARI *et al.*, 2001; AUGUSTSSON *et al.*, 2006; LLOYD *et al.*, 2001). Além disso, o fisioterapeuta pode promover a melhora da performance dos atletas que não perderão tempo com o tratamento destas lesões e menos gastos financeiros serão despendidos. (JUNGE *et al.*, 2002; BARH; KROSSHAUG, 2005).

O entendimento das causas das lesões é o ponto central do avanço do conhecimento, particularmente quando se fala em prevenção e prognóstico (MEEUWISSE, 1994). Para Mechelen *et al.*, (2003), os estudos sobre prevenção de lesões no esporte passa por quatro etapas: em primeiro lugar a magnitude do problema como a incidência e gravidade da lesão, em segundo lugar, os mecanismos dos fatores de risco e prejuízos que desempenham, o terceiro passo é introduzir medidas que possam reduzir os riscos futuros e/ou a gravidade. Essas medidas devem ser baseadas em informações sobre fatores etiológicos e os mecanismos da lesão identificadas na etapa anterior. Finalmente o efeito das medidas devem ser avaliadas através da repetição do primeiro passo.

Como dito anteriormente, uma etapa fundamental para a evolução das atividades preventivas é estabelecer as causas das lesões. Isto inclui a obtenção de informações, em particular por que um atleta pode estar em risco em uma dada situação (fatores de risco) e como as lesões acontecem (mecanismo de lesão) (MCINTOSH, 2005). Além disso, uma compreensão completa das causas e prejuízos deve abordar o caráter multifatorial, usado para contabilizar todos os fatores envolvidos, isto é, os fatores de risco intrínsecos e extrínsecos das lesões esportivas (MEEUWISSE, 2009).

Caraffa *et al.*, (1996), demonstraram em um estudo prospectivo controlado que o treinamento neuromuscular realizado em atletas de futebol diminuiu significativamente a incidência de lesão do LCA. Depois de um programa progressivo de cinco fases de treinamento sobre placas de equilíbrio,

a incidência de lesões diminuiu mais de sete vezes nesses atletas. Em outro estudo feito por Hewett *et al.*, (1999), com atletas de futebol, vôlei e basquete, a incidência de lesão do LCA foi 3,6 vezes maior no grupo de atletas que não passaram pelo programa preventivo composto por treinamentos neuromusculares, exercícios pliometricos, treinamento de força e flexibilidade realizado durante a pré temporada. Além disto, Ettlinger *et al.*, (1995), observaram que a ocorrência de lesões ligamentares em atletas poderia apresentar uma redução de mais de 60% usando um programa de treinamento padronizado antes do início da temporada.

Programas preventivos que inclui exercícios pliometricos, fortalecimento muscular, correção de desequilíbrios musculares, alongamentos, treinamento neuromuscular, melhoria da técnica esportiva, principalmente do salto e aterrissagem, além de uma avaliação funcional, tem sido defendido não apenas para diminuir o risco de lesões mas também para melhorar o desempenho principalmente em atletas participantes de esportes com salto. (PRODROMOS *et al.*, 2007; HEWETT *et al.*, 2005; MYER *et al.*, 2005). Considerando todos esses dados, fica evidente a importância da atuação do trabalho preventivo no campo esportivo (BERTOLINI *et al.*, 2003; ROME *et al.*, 2005; JUNGE *et al.*, 2002; VERHAGEN *et al.*, 2005; HEIDERSCHEIT *et al.*, 2010; EMERY *et al.*, 2007). Dessa forma, através de uma revisão narrativa da literatura, o objetivo deste estudo foi analisar os diferentes programas preventivos para prevenção da lesão do ligamento cruzado anterior (LCA).

## **2 METODOLOGIA**

A revisão narrativa da literatura deste estudo foi realizado por meio de buscas nas bases de dados Pubmed, Medline, Pedro, Lilacs, Scielo e Bireme, incluindo artigos com as seguintes palavras-chave; Knee, Injury, Anterior Cruciate Ligament, ACL and, Prevention. A pesquisa deste tema foi limitada a língua inglesa, indexadas nos períodos 1995 a 2010.

### 3 RESULTADOS

Foram encontrados 35 artigos. Dos 35 artigos, quatro foram excluídos por apresentarem pouca relevância para essa revisão. Foram usados nessa revisão bibliográfica 31 artigos, sendo que todos estavam incluídos na metodologia e com relevância ao tema utilizado. Dos 31 artigos selecionados dezessete foram revisões bibliográficas (tabela 1) e quatorze ensaios clínicos experimentais (tabela 2).

Tabela 1 – Relação das revisões bibliográficas

Estudo	Amostra	Resultados encontrados
HEWETT <i>et al.</i> , 2001	57 referencias	Um programa eficaz na prevenção de lesão do LCA deve abordar o treinamento neuromuscular, com exercícios pliometricos, flexibilidade e treinamento de força, diminuindo os desequilíbrios musculares e promovendo a correção da técnica esportiva.
YU <i>et al.</i> , 2007	41 referencias	O colapso valgo pode potencialmente levar a lesão do LCA sem contato. Grande parte do benefício dos programas preventivos parece ser através de reduções na magnitude nos momentos da adução e abdução do joelho.

GRINDSTAFF <i>et al.</i> , 2006	44 referencias	Programas de treinamento neuromuscular, pliometria, equilíbrio, exercícios de agilidade, flexibilidade, fortalecimento muscular, devem ser realizados para auxiliar na prevenção de lesões do LCA sem contato e para melhorar o desempenho físico.
PARKKARI <i>et al.</i> , 2001	78 referencias	Estudos controlados indicaram que é possível prevenir lesões no esporte
MYER <i>et al.</i> , 2004	78 referencias	Estudos indicam que o treinamento neuromuscular pode diminuir o risco de lesões do LCA em atletas do sexo feminino, essa diminuição pode ser devido ao aumento da estabilidade dinâmica da articulação do joelho e melhorias de técnica e força, principalmente na hora da aterrissagem do salto.
MYER <i>et al.</i> , 2008	56 referencias	Programas de treinamento neuromuscular orientado é capaz de reduzir a lesão do LCA em atletas adolescentes e adultas do sexo feminino. O programa bem orientado durante ou perto do início da

		puberdade, podem, simultaneamente melhorar a força dos membros inferiores e reduzir biomecanicamente forças perigosas relacionadas com a lesão do LCA.
OLSEN <i>et al.</i> , 2004	33 referencias	Estratégias eficazes de prevenção de lesões com base em sólidos dados de vigilância e investigação de elevada qualidade são essenciais para promoção da segurança e prevenção de lesões em atletas de futebol.
BAHR; KROSSHAUG , 2005	50 referencias	Conhecimento sobre fatores de risco e mecanismo de lesão é necessário pra desenvolver medidas preventivas eficazes para lesões esportivas.
TRACKER <i>et al.</i> , 2003	30 referencias	Programas de formação que incluíram treinamento neuromuscular proprioceptivo foram eficazes para prevenção de lesão do LCA.
HEWETT <i>et al.</i> , 2005	60 referencias	A aterrissagem de um salto em uma postura varo ou valgo é uma posição menos estável para o

		joelho, portanto uma diminuição na adução e abdução no momento da aterrissagem pode estabilizar a articulação e evitar grave lesão no joelho
OWEN <i>et al.</i> , 2006	16 referencias	Futuras pesquisas sobre a prevenção de lesões do LCA deve investigar protocolos de treinamento proprioceptivo ou equilíbrio de forma isolada e como componente de um programa de treinamento neuromuscular.
MCINTOSH, 2005	7 referencias	Programas de prevenção de lesão tem um elevado potencial de sucesso.
REESER <i>et al.</i> , 2006	57 referencias	Correção da técnica do salto e aterrissagem mostrou-se eficaz para diminuir o colapso valgo da articulação do joelho diminuindo o risco de uma lesão do LCA sem contato.
QUATMAN; HEWETT, 2009	96 referencias	Há evidencias crescentes que programas de treinamento neuromuscular podem reduzir o risco de lesão do LCA. Esses programas incluíram análise biomecânica, exercícios pliometricos,

		correção da técnica esportiva, equilíbrio/propriocepção e treinamento de força.
PRODOMOS <i>et al.</i> , 2007	41 referencias	O sexo feminino teve uma incidência em torno de 3 vezes mais lesões de LCA no futebol e basquete em relação ao sexo masculino. Programas preventivos foram eficazes reduzir a incidência de lesão do LCA.
HEWETT <i>et al.</i> , 2006	71 referencias	O programa que incluía treinamento pliométrico combinado com a formação técnica e análise biomecânica tem mostrado eficácia consistente na redução da incidência de lesão do LCA.
MCLEAN, 2008	41 referencias	Considerando o aumento contínuo na quantidade e na provável qualidade de pesquisa direcionada à lesão do LCA sem contato, parece intuitivo que a nossa capacidade para identificar e posteriormente para agir contra os mecanismos de lesão também devem progredir.

Tabela 2—relação dos estudos experimentais

Estudo	Amostra	Resultados encontrados
HAGGLUND <i>et al.</i> , 2009	516 times de futebol da Suécia, foram separados em grupo controle (256) e grupo intervenção (260). Atletas entre 13 a 17 anos participaram do estudo.	O programa preventivo composto por aquecimento específico do esporte, treinamento pliométrico, equilíbrio e exercícios para promover uma maior estabilidade central (core) reduziu em 50% o risco de uma lesão do LCA.
HEWETT <i>et al.</i> , 1999	1263 atletas de futebol, basquete e volei foram divididos em grupo controle e grupo intervenção	A incidência de lesão no joelho por 1000 atletas exposto foi de 0,43 no grupo controle e 0,12 no grupo intervenção. O programa preventivo composto por exercícios pliométricos, flexibilidade, fortalecimento muscular, correção da técnica esportiva demonstrou diminuição da incidência de lesão do LCA em atletas do sexo feminino.
CARAFFA <i>et al.</i> , 1996	40 times (600 atletas) de futebol semi-profissional e amador na Itália. Os atletas foram divididos em 2	Caraffa <i>et al.</i> demonstraram em um estudo que o treinamento proprioceptivo em atletas de futebol diminuiu significativamente a

	grupos; intervenção e controle.	incidência de lesão do LCA. Depois de um programa de treinamento progressivo de 5 fases sobre placas de equilíbrio, a incidência de lesão do LCA diminuiu mais de 7 vezes. .
MYKLEBUST <i>et al.</i> , 2003	Atletas de handebol profissional da Noruega, sendo que (1998–1999) serviu como anos de controle para determinar as taxas de lesões e as duas temporadas seguintes (1999-2000 e 2000-2001) serviram como ano de intervenção.	A intervenção consistiu de uma combinação de corrida, salto, agilidade, equilíbrio e exercícios que enfatizavam a técnica adequada e era realizada por 15 minutos, 3 vezes por semana. Durante a temporada de controle ocorreram 18 lesões do LCA sem contato comparado com 10 e 7 lesões nas duas temporadas seguinte de intervenção respectivamente, isso significa que o risco de uma lesão de LCA foi reduzida em 48% entre as atletas que participaram do programa de prevenção de lesões.
MANDELBAUM <i>et al.</i> , 2005	Atletas de futebol feminino com idade entre 14 e 18 anos	O programa de prevenção era realizado 3 vezes por semana antes da pratica

	foram divididas em grupo controle e grupo de intervenção foram analisadas por mais de duas temporadas.	esportiva com duração de 20 minutos e incluía alongamentos, fortalecimentos, exercícios pliometricos, exercícios de agilidade e específicos do esporte. Antes do inicio do programa os atletas assistiram a um vídeo mostrando e enfatizando a técnica adequada e exemplo de técnica imprópria. Mais de duas temporadas 6 lesões do LCA sem contato ocorreram no grupo de intervenção e 67 no grupo controle ou seja o risco de uma lesão do LCA foi reduzida em 82%.
EMERY <i>et al.</i> , 2007.	920 atletas de basquete de nível colegial foram distribuídos aleatoriamente em grupo controle (426) e grupo intervenção (494).	Um programa de treinamento preventivo foi eficaz na redução de lesões no basquete colegial.
PETERSEN <i>et al.</i> , 2005.	276 atletas de handebol foram separados em grupo controle (142) e grupo intervenção	O programa de intervenção foi realizado por 10 minutos antes da pratica esportiva 3 vezes por semana e incluía

	(134)	<p>treinamento de salto, exercícios de equilíbrio dividido em 6 fases e educação para sensibilização da técnica correta e mecanismo comum de lesão. Nenhuma lesão do LCA sem contato ocorreu no grupo intervenção já no grupo controle ocorreram 5 lesões do LCA ao longo da temporada.</p>
HEIDT <i>et al.</i> , 2000.	300 atletas de futebol de nível escolar.	<p>Um programa de treinamento de sete semanas que era composto por trabalho pliometrico, condicionamento específico do esporte, treinamento de força, flexibilidade e exercícios para melhorar a velocidade e agilidade. Um número significativamente menor de atletas que tinham participado do programa de treinamento na pré-temporada foram lesionadas (14%) em comparação ao grupo controle (33,7%).</p>
SOLIGARD <i>et</i>	125 times	O programa preventivo

<i>al.</i> , 2008	(1892atletas) de futebol da Noruega, 65(1055 atletas) times formam o grupo de intervenção e 60(837) o grupo controle	focado na técnica biomecânica adequada, estabilidade do tronco, equilíbrio, controle neuromuscular, bem como o alinhamento do quadril e joelho para evitar o valgismo do joelho foi eficaz e reduziu em 40% o risco de uma da lesão do LCA
COWLING <i>et al.</i> , 2003	24 atletas do sexo feminino	Os autores deste estudo concluíram que os atletas podem responder com sucesso as instruções (comandos) verbais simples, como aumentar a flexão dos joelhos durante a aterrissagem de um salto, diminuindo assim o risco de uma lesão do LCA.
SODERMAN <i>et al.</i> , 2000	13 equipes (221 atletas) de futebol feminino da Suécia. 7 equipes foram selecionadas para o grupo intervenção e 6 para o grupo controle.	As atletas realizam o programa todos os dias durante 10 a 15 minutos em casa. O programa era constituído de cinco exercícios com o grau de dificuldade aumentando progressivamente. Não houve diferenças significativas entre os grupos, talvez pelo

		protocolo, critérios de inclusão, ambiente de treinamento e supervisão.
JUNGE <i>et al.</i> , 2002	Atletas de futebol da Suíça durante duas temporadas (1999-2000). Atletas foram divididas em dois grupos: controle e intervenção.	Os exercícios do grupo de intervenção era destinados a melhorar a estabilidade do tornozelo e articulação do joelho, a flexibilidade e a força do tronco, quadril, e músculos da perna, bem como para melhorar a coordenação, o tempo de reação e a resistência. A taxa de incidência de lesão do LCA por 1000 atletas de futebol foi de 0,11 no grupo de intervenção e 0,47 no grupo controle.
OLSEN <i>et al.</i> , 2005	Atletas de handebol entre 15 e 17 anos de idade foram separados aleatoriamente para participar do grupo de intervenção ou grupo controle.	O programa de intervenção foi de 15 a 20 minutos e incluía aquecimento, técnica, equilíbrio e força/potencia (pliometria) e era realizado antes de cada pratica esportiva. Durante a temporada de 8 meses uma lesão do LCA sem contato ocorreu no grupo de intervenção e 5 lesões ocorreram no grupo controle o que significa que o risco de lesão foi diminuído em 82%.

WEDDERKOPP <i>et al.</i> , 1999	22 equipes de handebol feminino sendo que 111 atletas foram selecionados para o grupo intervenção	Os treinadores foram instruídos sobre o programa e as atletas do grupo de intervenção faziam durante 10 a 15 minutos em todas as sessões de treinamentos, exercícios pliométricos, de equilíbrio, proprioceptivo. Duas lesões do LCA foram observadas no grupo intervenção contra oito no grupo controle. Este estudo apontou diminuição da incidência de lesão no joelho com o programa preventivo.
------------------------------------	---	--

## 4 DISCUSSÃO

Apenas nos Estados Unidos são esperadas cerca de 100.000 lesões do ligamento cruzado anterior a cada ano, mais de 10.000 lesões nos joelhos em atletas do sexo feminino de nível colegial, dessas, mais de 2.200 será a ruptura do LCA, com uma incidência de lesão de aproximadamente 0,22 por 1000 atletas expostos. Muitas dessas lesões será necessário o tratamento conservador, a cirurgia ou ambos. O custo do tratamento para essas atletas esta estimado em 37 milhões de dólares anualmente, ultrapassando o valor de U\$1,7 bilhões no total das lesões, gerando um custo médio por paciente em torno de 17.000 dólares, incluindo os cuidados ortopédicos, a reconstrução do ligamento, a reabilitação e complicações futuras (QUATMAN; HEWET, 2009; GRINDSTAFF *et al.*, 2006; MYER *et al.*, 2008). Além dos gastos financeiros e do efeito traumático destas lesões nos atletas, incluindo a perda potencial de temporadas inteiras, participações em jogos e treinamentos, tem ainda as futuras complicações como a osteoartrite, que acomete aproximadamente metade dos atletas lesionados após 10(dez) anos e quase todos após 15-20 anos da lesão independentemente do tratamento realizado ou a artroplastia total do joelho que atinge mais frequentemente joelhos com o LCA deficiente ou reconstruído. Por essas razões os programas de prevenção podem apresentar uma solução tanto para diminuir os gastos financeiros quanto para melhorar a qualidade de vida e o desempenho dos atletas nos esportes específicos (HEWETT *et al.*, 2005; OWEN *et al.*, 2006; FORD *et al.*, 2004; VON PORAT *et al.*, 2004).

É bem documentado que as mulheres apresentam maior incidência de lesão de LCA do que indivíduos do sexo masculino, variando de 1-10 vezes mais dependendo do esporte praticado, mas a média é em torno de 3 a 6 vezes mais (ARENDDT; DICK, 1995; CHANDY; GRANA, 1984; FERRETTI *et al.*, 1992; WHITESIDE, 1980). Prodromos *et al.*, (2007), relataram em seus estudos as diferenças de incidência de lesão do LCA em atletas do sexo masculino e feminino de nível colegial, listando por esporte específico: basquete→ a incidência no colegial feminino foi de 0,29 e a taxa do sexo masculino foi de 0,08, a incidência em mulheres foi 3,63 maior do que nos

homens. Futebol→ a taxa media de lesão nas mulheres foi de 0,32 e nos homens foi de 0,12, com isso a relação feminino-masculino foi de 2,67. Futsal→ no futsal a incidência de lesão nas mulheres foi de 0,52 e nos homens foi de 0,18, a relação feminino-masculino foi de 2,77. Handebol→ a taxa media de lesão nas atletas do sexo feminino foi de 0,56 e no sexo masculino foi de 0,11, a incidência em mulheres foi de 5,01 maior do que nos homens. Lutas→ a taxa media de lesão nas mulheres foi de 0,77 e nos homens foi de 0,19 a relação feminino-masculino foi de 4,1. Haycock; Gillette (1976), atribuíram esses resultados as diferenças anatômicas (estrutura pélvica e alinhamento dos membros inferiores), nas diferenças fisiológicas (maior debilidade e frouxidão das articulações), e diferentes níveis de formação e treinamento. Outros autores (GRAY *et al.*, 1985; WOJTYS *et al.*, 1998; ZELISKO *et al.*, 1982.) sugeriram que o hormônio estrogênio possa estar envolvido diretamente nas taxas aumentadas de lesão de LCA nas mulheres. Mas para Haycock; Gillette (1976), Hutchinson (1995), Shelbourne (1998), a hipótese de que um entalhe estreito intercondilar e o ligamento cruzado anterior menor possam predispor o joelho feminino a lesão do LCA.

A prevenção de lesões do LCA pode assumir muitas formas, incluindo uma variedade de protocolos de treinamento, educação do atleta (técnica esportiva) (FIGURA 1), e orteses (bandagens). Os estudos atuais sobre o foco do treinamento neuromuscular como medida preventiva passam por programas que incluem treinamento de força, flexibilidade, pliometria, exercícios de agilidade voltado para o esporte, aprimoramento da velocidade, equilíbrio, melhora do gesto esportivo, e o envolvimento de todo departamento medico (COWLING *et al.*, 2003; PRODROMOS *et al.*, 2007; HEWETT *et al.*, 2005). Alguns estudos como o realizado por Myklebust *et al.*, (2003) demonstrou que com um programa preventivo em atletas de handebol, o risco de uma lesão do LCA foi reduzido em 48%, em outro estudo Mandelbaum *et al.*, (2005), analisaram as atletas de futebol por duas temporadas e constataram que ocorreram 6 (seis) lesões no grupo de atletas que participaram da intervenção contra 67 (sessenta e sete) no grupo controle. Olsen *et al.*, (2004), com um programa preventivo durante a temporada reduziu em 81% o risco de lesão do ligamento cruzado anterior sem contato nos atletas que participaram da intervenção.

A identificação dos mecanismos de riscos que levam a lesão do ligamento cruzado anterior ajudam no desenvolvimento de programas de treinamento neuromuscular voltados a diminuição dos padrões de carga perigosa ao joelho, promovendo a prevenção de lesões do LCA. Estudos observacionais indicam que a maioria das lesões do LCA sem contato ocorreram durante o giro lateral, aterrissagem ou durante manobras de desaceleração no esporte, ou seja, durante um complexo movimento multiplanar da articulação do joelho nos movimentos esportivos específicos (THACKER *et al.*, 2003; CARAFFA *et al.*, 1996; HEWETT *et al.*, 2006). Embora os estudos indiquem que os fatores de riscos biomecânicos no plano sagital contribuam para o mecanismo de sobrecarga no LCA, é improvável que as lesões do LCA sem contato ocorram apenas como resultado de mecanismos de sobrecarga no plano sagital, principalmente em mulher atleta. O “Colapso” valgo frontal, bem como fatores biomecânicos no plano transversal contribuem para os eventos de lesão do LCA, com isso, programas de prevenção devem incluir análise biomecânica, treinos pliometricos, correção da técnica esportiva, equilíbrio/ propriocepção (FIGURA 2 E 3) e treinamento de força, além do treinamento de exercícios multidirecional (multiplanar), com foco na redução dos riscos biomecânicos em outros planos, como grande valgismo de joelho, rotações internas e externas do joelho e diferentes ângulos de flexão do joelho (GRINDSTAFF *et al.*, 2006; QUATMAN; HEWETT, 2009).

Hewett *et al.*, (1999), em seu estudo teve como objetivo avaliar prospectivamente o efeito de programas neuromusculares sobre a incidência de lesões no joelho em atletas de futebol, volei e basquete. Participaram do estudo quarenta e três equipes de nível colegial que foram divididas em três grupos; um grupo com quinze equipes e apenas atletas do sexo feminino (intervenção), que fazia o programa de prevenção com as atividades pré determinadas durante a pré temporada, três vezes por semana, em dias alternados, por seis semanas, com duração de 60 a 90 minutos cada sessão, um outro grupo (controle) formado também por quinze equipes de atletas somente do sexo feminino que não faziam o programa e um outro grupo com treze equipes formado apenas por atletas do sexo masculino que foram observados como controle pra os grupos do sexo feminino. O programa preventivo foi elaborado através de uma combinação das melhorias de técnica

e força, passando por trabalhos pliométricos (FIGURA 4), treinamento de flexibilidade e fortalecimento muscular, incluindo treinos de salto e aterrissagem com técnicas concebidas para aumentar a altura do salto vertical e aumentar a força muscular antes da participação esportiva. Foram implementadas três fases ao longo do programa de formação do salto; fase I → fase técnica, incluído no período inicial de duas semanas quando a técnica do salto foi demonstrada e corrigida, fase II → concentrou-se na construção de uma base de força, potencia e agilidade e fase III → fase do desempenho, centrada na obtenção da altura máxima do salto vertical. Ao longo de cada sessão das duas primeiras fases, os exercícios tiveram um aumento de duração, cada atleta foi incentivada a fazer o maior número de saltos possível utilizando a técnica adequada, o tempo de recuperação foi de um a dois minutos entre os exercícios. Os alongamentos foram realizados logo antes do programa e o treinamento com peso foi feito após o trabalho de salto com um período de quinze minutos de descanso e uma serie abreviada de alongamentos. O fisioterapeuta era responsável por demonstrar os alongamentos e as técnicas do trabalho pliométrico com ênfase na perfeita execução dos movimentos. Com este treinamento ficou comprovada a diminuição considerável das forças de aterrissagem diminuindo assim a adução e abdução dos joelhos na hora do salto proporcionando maior estabilidade dinâmica aos membros inferiores. Além disso aumentou a potência dos músculos quadríceps e isquiossurais e foi importante para a correção dos desequilíbrios de forças entre os mesmos músculos com conseqüente aumento da coativação dos isquiossurais e a correção do desequilíbrio da musculatura da perna dominante versus não dominante. A incidência de lesão no joelho por 1000 atletas exposto foi de 0,43 nas atletas que não fizeram o programa, 0,12 nas que fizeram e de 0,09 no grupo controle masculino. As atletas não treinadas tiveram uma incidência 3,6 maior do que as atletas que fizeram o programa preventivo e 4,8 maior do que o grupo controle masculino, ou seja, este estudo demonstrou uma diminuição considerável da incidência de lesão do LCA em atletas que participaram de um programa específico de treinamento neuromuscular.

Em outro estudo realizado por Myklebust *et al.*, (2003) foram avaliadas atletas profissionais de handebol, o primeiro ano do estudo (1998-

1999) serviu como controle para determinar as taxas de lesões do ligamento cruzado anterior, os dois anos seguintes (1999-2000 e 2000-2001) foram anos de intervenção em quais os atletas participaram de um programa composto por três exercícios de equilíbrio com 5 (cinco) níveis de dificuldade. O programa de intervenção foi realizado por quinze minutos, três vezes por semana nas primeiras cinco a sete semanas durante a pré temporada e depois uma vez por semana durante a temporada. Os exercícios eram constituídos de salto, agilidade, equilíbrio, combinação de corrida e atividades que enfatizava a técnica correta. Antes do início do programa de intervenção foram fornecido vídeos aos atletas e treinadores com instruções, demonstrando e descrevendo as técnicas corretas dos exercícios. O fisioterapeuta era responsável por supervisionar e fornecer o feedback necessário aos atletas que eram sempre incentivados a executar as tarefas com a técnica correta, com foco no tronco, quadril e no joelho em relação ao posicionamento dos pés (FIGURA 5 E 6). Durante a temporada de controle, ocorreram 18 (dezoito) lesões do LCA sem contato comparado com 10 (dez) e 7 (sete) lesões nos dois anos seguintes, isto significa que o risco de uma lesão sem contato do LCA foi reduzido em 48% entre os indivíduos que participaram do programa de prevenção.

Mandelbaum *et al.*, (2005), analisaram atletas de futebol feminino, com idade entre 14 (quatorze) e 18 (dezoito) anos por mais de duas temporadas competitivas. Voluntárias eram incentivadas a participar em qualquer grupo, no grupo de intervenção que passava por um programa de prevenção de lesão ou no grupo controle. O programa de prevenção era composto de 20 (vinte) minutos, realizado três vezes por semana, antes das sessões de treinamento específico. O programa incluía alongamentos, fortalecimento muscular (FIGURA 7 E 8), exercícios pliométricos e específicos do esporte, exercícios de agilidade. Antes do início do programa, os atletas assistiram um vídeo mostrando e enfatizando a técnica adequada e exemplos de técnica imprópria. Mais de duas temporadas, 6 (seis) lesões do LCA sem contato ocorreram no grupo de intervenção que participou do programa de prevenção, já no grupo controle foram registradas 67 (sessenta e sete) lesões, ou seja, o risco de uma lesão do LCA sem contato foi reduzido em 82% no grupo que participou do programa.

Olsen *et al.*, (2005), analisaram em seu estudo atletas de handebol do sexo masculino e feminino com idade entre 15 e 17 anos. Os atletas foram separados aleatoriamente para participar do grupo de intervenção e do grupo controle por um período de oito meses. O programa de prevenção tinha duração de 15 a 20 minutos e incluía quatro tipos de exercícios: aquecimento, técnica, equilíbrio (FIGURA 9) e força/ potência (pliométrie), era realizado antes de cada prática esportiva durante as 15 primeiras sessões e depois uma vez por semana para o restante da temporada. Antes do início do programa cada equipe recebeu uma cartilha de cuidados e orientações de um instrutor da federação de handebol, os atletas foram verbalmente encorajados pelo médico e fisioterapeuta a realizar tarefas com a técnica correta, com ênfase na estabilidade das principais articulações envolvidas; quadril e o joelho. Durante a temporada de oito meses, uma lesão sem contato do LCA ocorreu no grupo de intervenção e 5 (cinco) lesões ocorreram no grupo controle, nenhum atleta do sexo masculino foi lesionado em ambos os grupos, isto significa que o risco de uma lesão de LCA sem contato foi reduzido em 81% entre os atletas que participaram do grupo de prevenção de lesões.

Petersen *et al.*, (2005), realizaram outro estudo com atletas de handebol do sexo feminino durante uma temporada, com o objetivo de avaliar a eficácia de um programa para diminuir o índice de lesão do LCA. As atletas foram divididas aleatoriamente nas equipes de intervenção, que fazia o programa preventivo e o grupo controle que não fazia e seriam supervisionadas pelo fisioterapeuta durante as exposições de risco, como treinamentos e jogos, além de serem avaliadas pelo médico e o próprio fisioterapeuta. O programa preventivo foi realizado três vezes por semana, durante a pré temporada e depois uma vez por semana no restante da temporada, tinha duração de dez minutos e era realizado antes da prática esportiva. O programa incluía treinamento de equilíbrio, que era dividido em seis fases e treinamentos de saltos (FIGURA 10 E 11), outro componente foi o programa de educação para sensibilização da técnica correta dos exercícios e os mecanismos de lesão mais comum. Os resultados mostraram que nenhuma lesão do LCA ocorreu no grupo intervenção, já no grupo controle ocorreram 5 (cinco) lesões ao longo da temporada. O estudo revelou que para prevenir uma lesão sem contato do LCA

durante uma temporada, 28 (vinte e oito) atletas teriam que participar do programa preventivo.

Embora o mecanismo exato da eficácia do programa de prevenção de lesões permaneça desconhecido, os fatores de risco que predis põe atletas à lesão do LCA sem contato foram identificados. A redução da exposição a posições de alto risco como o aumento da flexão do joelho durante a aterrissagem de um salto, a diminuição da força de reação do solo no momento de um salto vertical, menores momentos de adução e abdução da articulação do joelho, podem diminuir as lesões do LCA sem contato (FORD *et al.*, 2003; LLOYD, 2001; MYER *et al.*, 2004). Além disso o aumento do controle neuromuscular do quadril (FIGURA 12) e do joelho pode prevenir o LCA a uma ruptura. As manobras que são influenciadas por programas preventivos são a aterrissagem com a técnica correta, ou seja, aterrissagem suave com o joelho flexionado e alinhado com o segundo dedo do pé e técnicas de desaceleração adequada. Educação e instrução a respeito da execução do salto e as manobras de ataque (corte) são direcionadas também para diminuir o risco de lesão. Programas de treinamento neuromuscular para a prevenção de lesões que incluem exercícios pliometricos, equilíbrio, treinamento de força explosiva, velocidade, agilidade, melhora do salto vertical, além de ter um efeito biomecânico vem demonstrando que são eficazes não apenas como medidas preventivas mas também são importantes para melhorar o desempenho do atleta no esporte específico ( HEWETT *et al.*, 2005; MYER *et al.*, 2004; GRINDSTAFF *et al.*, 2006; AGEL *et al.*, 2005).



FIGURA 1 -- Correção da técnica esportiva – Soligard *et al.*, 2008



FIGURA 2 -- Treinamento proprioceptivo/ equilíbrio – Olsen *et al.*, 2005



FIGURA 3 -- Treinamento proprioceptivo/ equilíbrio – Olsen *et al.*, 2005

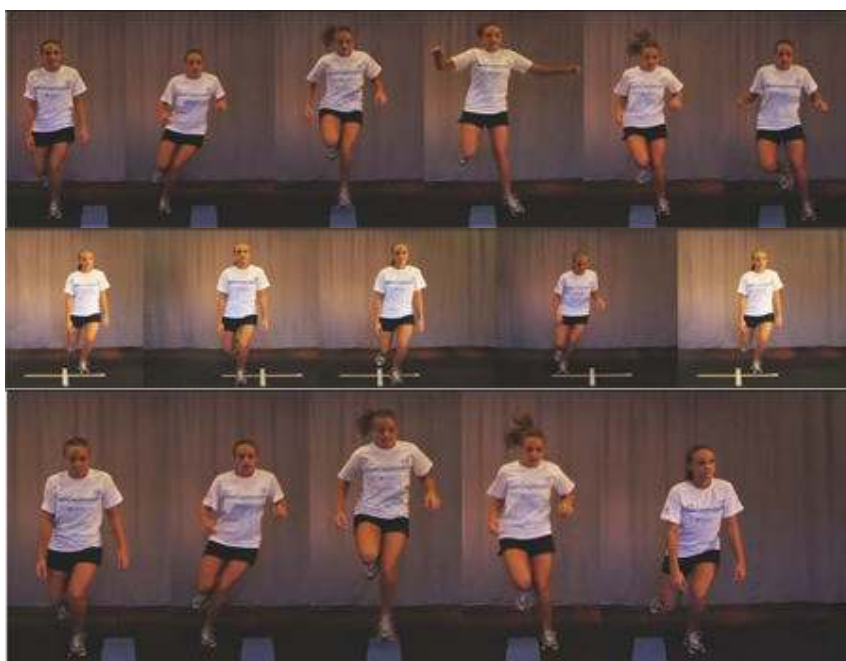


FIGURA 4 -- Exercícios pliometricos -- Mayer *et al.*, 2008

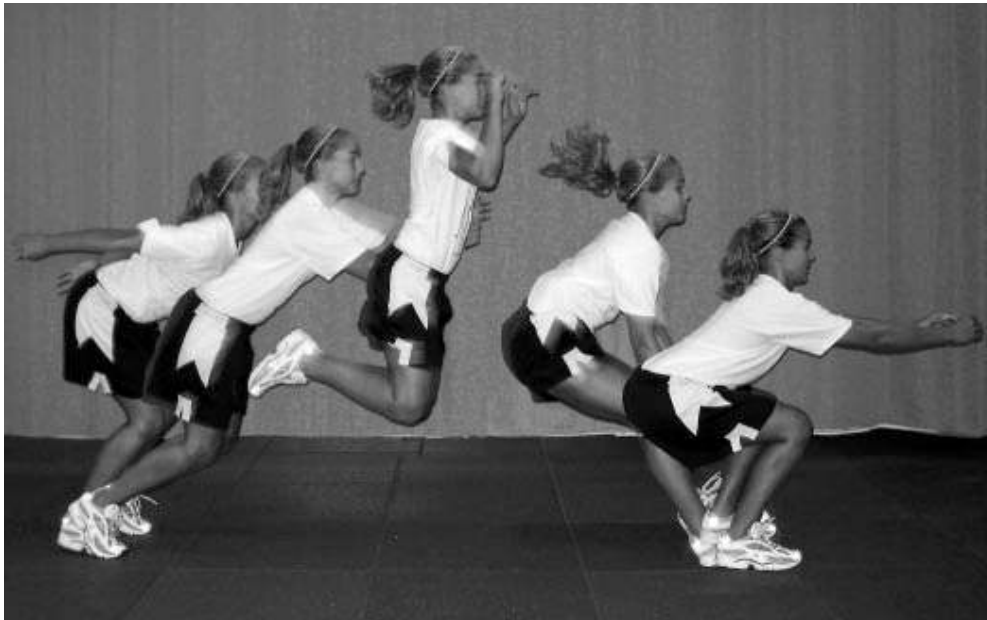


FIGURA 5 -- Aterrissagem com a técnica correta – Myer *et al.*, 2004



FIGURA 6 -- Aterrissagem com a técnica correta – Myer *et al.*, 2004

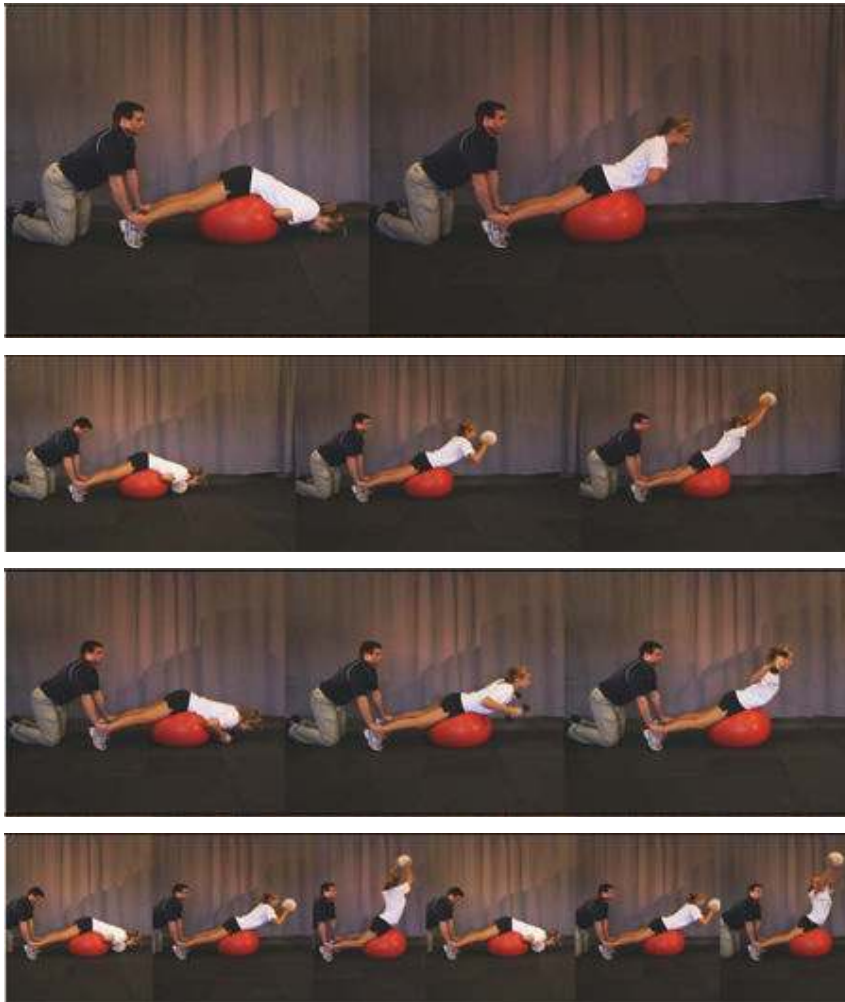


FIGURA 7 -- Fortalecimento muscular -- Myer *et al.*, 2009

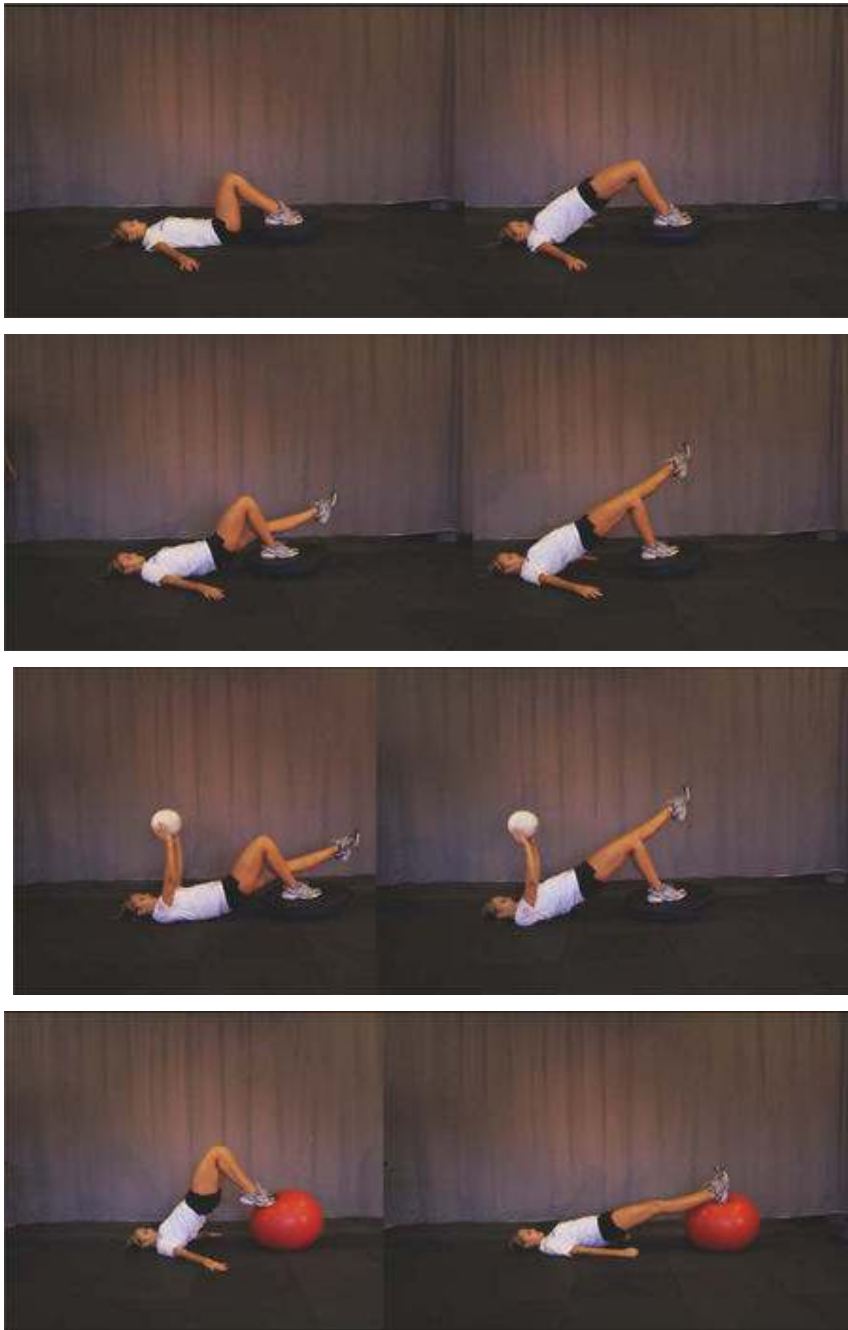


FIGURA 8 -- Fortalecimento muscular -- Myer *et al.*, 2009

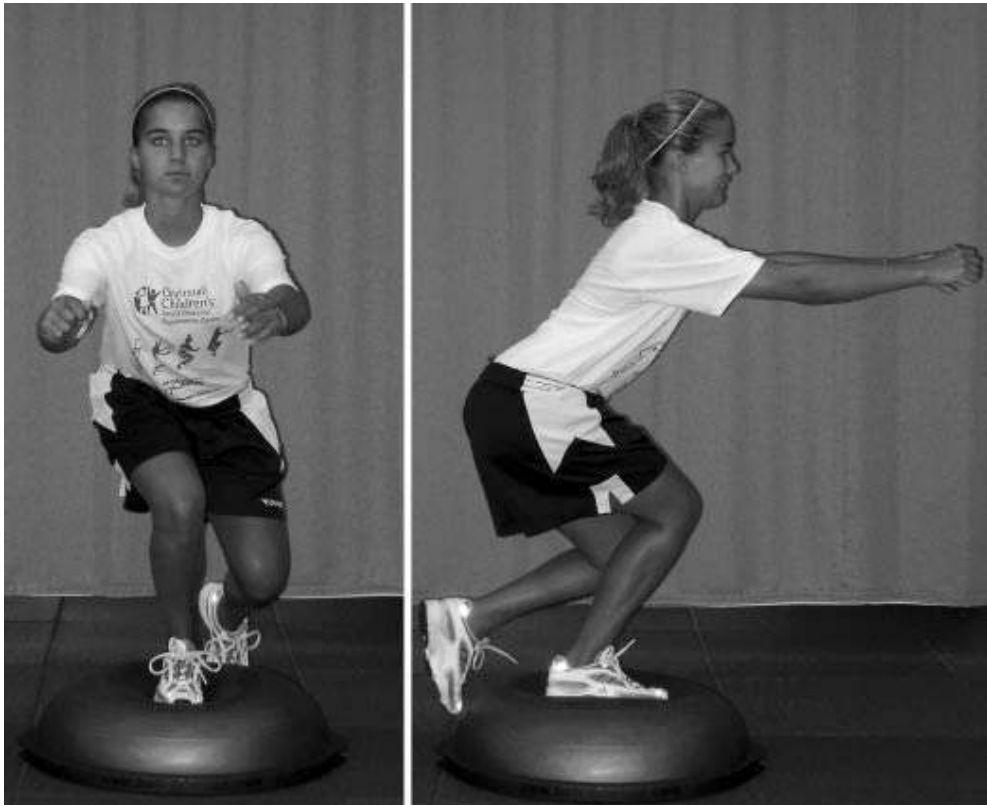


FIGURA 9 -- Exercício de equilíbrio – Myer *et al.*, 2004

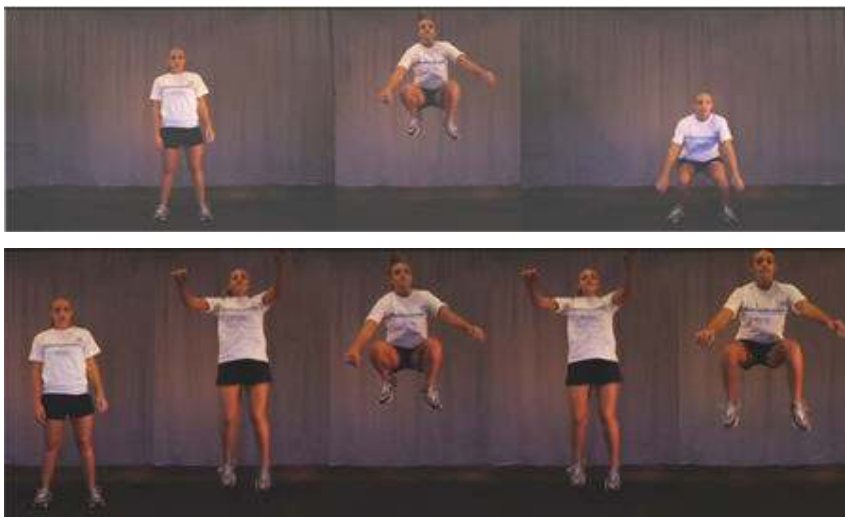


FIGURA 10 -- Treinamento de salto -- Myer *et al.*, 2009

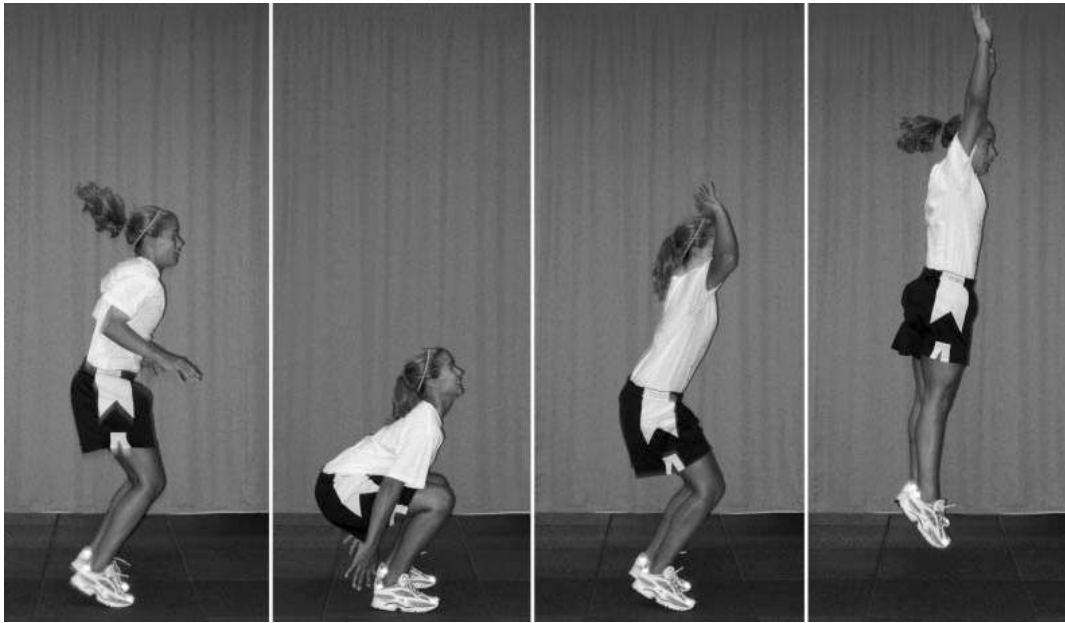


FIGURA 11 -- Treinamento de salto – Myer *et al.*, 2004

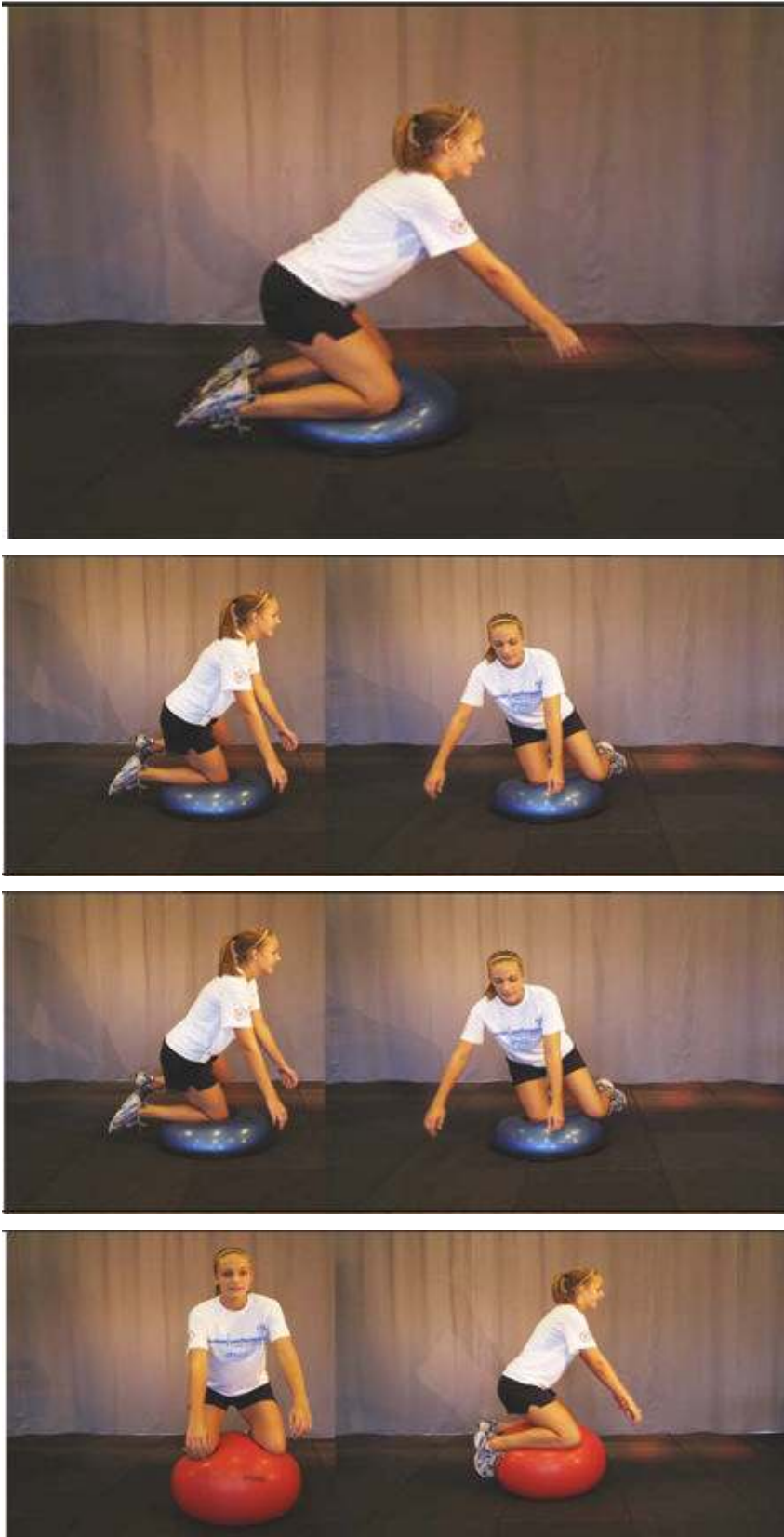


FIGURA 12 -- Exercício de estabilização central -- Myer *et al.*, 2009

## 5 CONCLUSÃO

Após a revisão da literatura este estudo concluiu que a identificação dos mecanismos de riscos que levam a lesão do LCA ajudam no desenvolvimento de programas de treinamento neuromuscular voltados a diminuição dos padrões de carga perigosa ao joelho, promovendo a prevenção de lesões do LCA. . Estudos indicam que a maioria das lesões do LCA ocorrem através de um mecanismo sem contato, durante o giro lateral, aterrissagem de um salto ou durante manobras de desaceleração, ou seja, durante um complexo movimento da articulação do joelho nos esportes específicos.

A prevenção de lesões do LCA pode assumir muitas formas, incluindo uma variedade de protocolos de treinamento e educação do atleta (técnica esportiva correta). Os estudos atuais sobre o foco do treinamento neuromuscular como medida preventiva passam por programas que incluem análise biomecânica, treinamento de força, flexibilidade, pliometria, equilíbrio, exercícios de agilidade voltado para o esporte, aprimoramento da velocidade, correção de desequilíbrios musculares e melhora do gesto esportivo. Os programas preventivos não apenas mostraram eficácia na redução das taxas de incidência de lesão do LCA como também se mostraram importantes para melhorar o desempenho individual dos atletas nos esportes.

## REFERENCIAS

AGEL, J.; ARENDT, E.A.; BERSHADSKY, B. Anterior cruciate ligament injury in national collegiate athletic association basketball and soccer: a 13-year review. **Am Journal Sports Medicine**, v.33, n.4, p.524–530, 2005.

ARENDT, E.; DICK, R. Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer. NCAA data and review of literature. **Am Journal Sports Medicine**, v.23, n.6, p.694–701, 1995.

AUGUSTSSON, R.R. *et al.* Injuries and preventive actions in elite Swedish volleyball. **Scand Journal Medicine Science Sports**, V.16, P.433–440, 2006

BAHR, R.; KROSSHAUG, T. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. **Journal Sports Medicine**, v.39, p.324-329, 2005.

BERTOLINI, G.R.F.*et al.* Incidência de lesões no futebol em atletas jovens e a importância da fisioterapia preventiva. **Revista fisioterapia em movimento**, v.16, n.3, p.71-77, 2003.

BODEN, B.P.; DEAN, G.S.; FEAGIN, J.A. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. **Journal Orthopedics**, v.23, p.573–578, 2000.

BODEN, B.P.; GRIFFIN, L.Y.; GARRETT, W.E.JR. Etiology and prevention of noncontact ACL injury. **Physician Sports medicine**, v.28, n.4, p.53–60, 2000.

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

COWLING, J.E.; STEELE, J.R.; MCNAIR, P.J. Effect of verbal instructions on muscle activity and risk of injury to the anterior cruciate ligament during landing. **Journal Sports Medicine**, v.37, p.126–130, 2003.

EMERY, C.A. *et al.* Prevention Strategy to Reduce the Incidence of Injury in High School Basketball: A Cluster Randomized Controlled Trial. **Journal Sport Medicine**, v.17, p.17–24, 2007.

FAGENBAUM, R.; DARLING, W.G. Jump landing strategies in male and female college athletes and the implications of such strategies for anterior cruciate ligament injury. **Am Journal Sports Medicine**, v.31, p.233–240, 2003.

FORD, K.R.; MYER, G.D.; HEWETT, T.E. Valgus knee motion during landing in high school female and male basketball players. **Medicine Science Sports Exercise**, v.35, n.10, p.1745–1750, 2003.

FORD, K.R. *et al.* Gender differences in the kinematics of unanticipated cutting in young athletes. **Medicine & Science in Sports**, v.37, n.1, p.124–129, 2005.

FORD, K.R. *et al.* A comparison of dynamic coronal plane excursion between matched male and female athletes when performing single leg landings. **Clinical Biomechanics**, v.21, n.1, p.33–40, 2006.

FORD, K.R.; MYER, G.D.; HEWETT, T.E. Increased Trunk Motion in Female Athletes Compared to Males during Single Leg Landing. **Medicine Science Sports Exercise**, v.39, n.5, p.70-79, 2007.

GILCHRIST, J. *et al.* randomized controlled trial to prevent noncontact anterior cruciate ligament injury in female collegiate soccer players. **Am Journal Sports Medicine**, v.36, p.1476-1483, 2008.

GRINDSTAFF, T.E. *et al.* Neuromuscular Control Training Programs and Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury Rates in Female Athletes: A Numbers-Needed-to-Treat Analysis. **Journal Sports Medicine**, v.41, n.4, 2006.

HÄGGLUND, M.; ATROSHI, W.M. Preventing knee injuries in adolescent female football players – design of a cluster randomized controlled trial [NCT00894595] **IBMC Musculoskeletal Disorders**, v.10, p.75-83, 2009.

HEWETT, T.E. *et al.* The effect of Neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes: a prospective study. **Am Journal Sports Medicine**, v.27, p.699–706, 1999.

HEWETT, T.E.; MYER, G.D.; FORD, K.R. Prevention of anterior cruciate ligament injuries. **Curr Womens Health Rep**, v.1, p.218–224, 2001

HEWETT, T.E. *et al.* Identifying Female Athletes at High Risk for ACL Injury. **Cincinnati Children's Hospital: National Institutes of Health**, 2003.

HEWETT, T.E.; MYER, G.D.; FORD, K.R. Decrease in neuromuscular control about the knee with maturation in female athletes. **Journal Bone Joint Surgery Am**, v.86, p.1601–1686, 2004.

HEWETT, T.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 Journal Sports Medicine**. v.33, p.492–501, 2005.

HEWETT T.E.; MYER, G.D.; FORD, K.R. Reducing knee and anterior cruciate ligament injuries among female athletes: a systematic review of neuromuscular training interventions. **Journal Knee Surgery**, v.18, p.82–88, 2005.

HEWETT, T.E.; MYER, G.D.; FORD, K.R. Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: Part 1, mechanisms and risk factors. **Am Journal Sports Medicine**, v.34, p.299-311, 2006.

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 Journal Sports Medicine**, v.34, p.490–498, 2006.

JUNGE, A. *et al.* The Prevention of Soccer Injuries: A Prospective Intervention Study in Youth Amateur Players. **American journal of sports medicine**, v.30, n.5, 2002.

KIRKENDALL, D.T.; GARRETT, W.E JR. The anterior cruciate ligament enigma. Injury mechanisms and prevention. **Clinical Orthopedics**, v.32, p.64–68, 2000.

KROSSHAUG, T. *et al.* Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in basketball: video analysis of 39 cases. **Am Journal Sports Medicine**, v.35, p.359–367, 2007.

LLOYD, D.G. Rationale for training programs to reduce anterior cruciate ligament injuries in Australian football. **Journal Orthopedics Sports Phys Ther**, v. 31, p.645–654, 2001.

MANDELBAUM, B.R. *et al.* Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-year follow-up. **Am Journal Sports Medicine**, v.33, p.1003–1010, 2005.

MCINTOSH, A.S. Risk compensation, motivation, injuries, and biomechanics in competitive sport. **Journal Sports Medicine**. v.39, p.2-13, 2005.

MCLEAN, S.G. The ACL Injury Enigma: We Can't Prevent What We Don't Understand. **Journal of Athletic Training**, v.43, n.5, p.538–540, 2008.

MCLEAN, S.G.; HUANG, X.; VAN DEN BOGERT, A.J. Investigating isolated neuromuscular control contributions to non-contact anterior cruciate ligament

injury risk via computer simulation methods. **Clinical Biomechanics**, v.23, p.926–936, 2008.

MEEUWISSE, W. *et al.* A Dynamic Model Etiology in Sport Injury: The Recursive Nature of Risk and Causation Willem. **Journal Sport Medicine**, v.17, p.215–219, 2007.

MIHATA, L.C.; BEUTLER, A.I.; BODEN, B.P. Comparing the incidence of anterior cruciate ligament injury in collegiate lacrosse, soccer, and basketball players: implications for anterior cruciate ligament mechanism and prevention. **Am Journal Sports Medicine**, v.34, n.3, p.899–904, 2006.

MYER, G.D.; FORD, K.R.; HEWETT, T.E. Rationale and clinical techniques for anterior cruciate ligament injury prevention among female athletes. **Journal of Athletic Training**, v.39, p.352–364, 2004.

MYER, G.D.; FORD, K.R.; HEWETT, T.E. Methodological approaches and rationale for training to prevent anterior cruciate ligament injuries in female athletes. **Scand Journal Medicine Science Sports**, v.14, n.5, p.275–285, 2004.

MYER, G.D. *et al.* Neuromuscular training improves performance and lower-extremity biomechanics in female athletes. **Journal Strength Cond Res**, v.19, p.51–60, 2005.

MYER, G.D. *et al.* The Effects of Plyometric versus Dynamic Balance Training on Landing Force and Center of Pressure Stabilization in Female Athletes. **Journal Sports Medicine**, v.39, n.6, p.397–405, 2005.

MYER, G.D. *et al.* The effects of plyometric versus dynamic stabilization and balance training on lower extremity biomechanics. **Journal Sports Medicine**, v.34, p.445–455, 2005.

MYER, G.D. *et al.* The Effects of Plyometric versus Dynamic Balance Training on Power, Balance and Landing Force in Female Athletes. **Journal Strength Cond Res**, v.20, n.2, p.345–353, 2006.

MYER, G.D. *et al.* Differential neuromuscular training effects on ACL injury risk factors in "high-risk" versus "low-risk" athletes. **BMC Musculoskelet Disord**, v.8, n.39, p.1–7, 2007.

MYER, G.D. *et al.* Trunk and Hip Control Neuromuscular Training for the Prevention of Knee Joint Injury. **Clinical Sports Medicine**, v.27, n.3, p. 425-435, 2008.

MYKLEBUST, G. *et al.* A prospective cohort study of anterior cruciate ligament injuries in elite Norwegian team handball.  
**Scand Journal Medicine Science Sports**, v.8, p.149–153, 1998.

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

OLSEN, O.E. *et al.* Injury mechanisms for anterior cruciate ligament injuries in team handball: a systematic video analysis. **Am Journal Sports Medicine**, v.32, p.1002–1012, 2004

OLSEN, L. *et al.* Strategies for prevention of soccer related injuries: a systematic review. **Journal Sports Medicine**, v.38, p.89–94, 2004.

OLSEN, O.E. *et al.* Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: cluster randomised controlled trial. **BMJ**, v.3, p.330:449, 2005.

ORCHARD, J. *et al.* Rainfall, evaporation and the risk of non-contact anterior cruciate ligament injury in the Australian football league. **Journal Medicine Australian**, v.170, p.304-306, 1999.

OWEN, J.L. *et al.* Is there evidence that proprioception or balance training can prevent anterior cruciate ligament (ACL) injuries in athletes without previous ACL injury? **Physical Therapy**, v.86. n.10, 2006.

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

PFEIFFER, R.P. *et al.* Lack of effect of a knee ligament injury prevention program on the incidence of noncontact anterior cruciate ligament injury. **Journal Bone Joint Surgery Am**, v.88, p.1769-1774, 2006.

PRODROMOS, C.C. *et al.* A meta-analysis of the incidence of anterior cruciate ligament tears as a function of gender, sport, and a knee injury-reduction regimen. **Journal Arthroscopy**, v.25, p.1320-1325, 2007.

QUATMAN, C.E.; HEWETT, T.E. The anterior cruciate ligament injury controversy: is "valgus collapse" a sex-specific mechanism? **Journal Sports Medicine**, v. 43. p.328-335, 2009.

REESER, J.C. *et al.* Strategies for the prevention of volleyball related injuries. **Journal Sports Medicine** v.40, p.594–600, 2006.

SELL, T.C. *et al.* The effect of direction and reaction on the neuromuscular and biomechanical characteristics of the knee during tasks that simulate the noncontact anterior cruciate ligament injury mechanism. **Am Journal Sports Medicine**, v.34, p.43–54, 2006.

SÖDERMAN, K. *et al.* Balance board training: prevention of traumatic injuries of the lower extremities in female soccer players? A prospective randomized intervention study. **Knee Surgery, Sports Traumatol, Arthroscopy**, v.8, p.356-363, 2000.

SOLIGARD, T. *et al.* Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: cluster randomized controlled Trial. **BMJ**, v.3, p.2437-2469, 2008.

STEFFEN, K. *et al.* Preventing injuries in female youth football – a cluster-randomised controlled trial. **Scand Journal Medicine Science Sports**, v.18, p.605-614, 2008.

THACKER, S.B. *et al.* Prevention of knee injuries in sports: a systematic review of the literature. **Journal Sports Medicine Phys Fitness**, v.43, p.165–179, 2003

UHORCHAK, J.M. *et al.* Risk factors associated with noncontact injury of the anterior cruciate ligament: a prospective four-year evaluation of 859 West Point Cadets. **Am Journal Sports Medicine**, v.31, p.831–842, 2003.

VON PORAT, A.; ROOS, E.M.; 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.

WEDDERKOPP, N. *et al.* Prevention of injuries in young female player in European team handball: a prospective intervention study. **Scand Journal Medicine Science Sports**, v.9, p.41–47, 1999.

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

YU, B.; GARRETT, W.E. Mechanisms of non-contact ACL injuries. **Journal Sports Medicine**, v.41, p.47–51, 2007.

