

Fernanda Gonçalves de Andrade

**“EXERCÍCIOS QUE INFLUENCIAM NA DIMINUIÇÃO DO VALGO DINÂMICO  
DE JOELHO EM ADULTOS JOVENS”**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2016

Fernanda Gonçalves de Andrade

**“EXERCÍCIOS QUE INFLUENCIAM NA DIMINUIÇÃO DO VALGO DINÂMICO  
DE JOELHO EM ADULTOS JOVENS”**

Trabalho de conclusão do curso de especialização apresentado ao Departamento de Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito à obtenção do título de especialista em Ortopedia.

Orientadora: Profa. Dra. Natália F.N.Bittencourt

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2016

## RESUMO

O mau alinhamento do quadril, joelho e pé, gera o valgo dinâmico no joelho e essa alteração do padrão de movimento tem sido associada com várias lesões nos membros inferiores. Essas alterações biomecânicas podem estar correlacionadas com excesso de adução, rotação interna do quadril, queda pélvica contralateral, rotação do joelho e pronação do pé. Essas alterações dinâmicas do quadril podem estar ocorrendo devido à fraqueza dos músculos abdutores e rotadores externos do quadril, principalmente glúteo máximo e médio. Atualmente, existem evidências que o fortalecimento do quadril e joelho por si só não alteram padrões biomecânicos, mas associado a treino neuromuscular, treino pliométrico e equilíbrio melhoram a biomecânica dos membros inferiores. Assim, o objetivo deste estudo foi revisar sobre as evidências científicas acerca da prática de exercícios como intervenção para diminuir o valgo dinâmico de joelho. A revisão narrativa da literatura desse estudo foi realizada por meio de busca nas bases de dados pubmed, Medline, Pedro, Lilacs, Scielo e Bireme sendo incluídos nove artigos, cinco estudos experimentais, um artigo estudo transversal e três estudos randomizados controlados. De acordo com os resultados dos estudos revisados, a realização de exercícios para aumentar a força dos músculos rotadores externos, abdutores, quadríceps e isquissurais, associado com treinamento neuromuscular, pliométricos e equilíbrio, podem resultar na melhora da biomecânica do movimento diminuindo o valgo dinâmico de joelho, proporcionando um estímulo suficiente para promover alterações das estratégias de recrutamento musculares que atuam para modificar a cinemática dos membros inferiores.

**Palavras-chave:** Valgo dinâmico de joelho. Biomecânica. Força. Exercícios de reabilitação. Prevenção. Membros inferiores.

## ABSTRACT

The hip, knee and foot misalignment produces dynamic knee valgus and this altered movement pattern has been associated with various injuries in the lower limbs. These biomechanical changes may be related to excessive adduction, internal rotation of the hip, contralateral pelvic drop, knee rotation and foot pronation. These dynamic changes of the hip may be occurring due to abductor muscles and external hip rotators weakness, mainly gluteus maximum and medius. Currently, there is evidence that strengthening the hip and knee doesn't by itself alter biomechanical standards, but associated with neuromuscular training, plyometric training and balance improve the biomechanics of the lower extremities. Therefore, the aim of this study was to review the literature about which exercises reduces the dynamic knee valgus. The narrative review of the literature was performed by searching the Pubmed Database, Medline, PeDro, Lilacs, Scielo and Bireme being included nine articles, five experimental studies', cross- sectional study article and three randomized controlled trials. According to the results of the studies reviewed, exercises aimed to increase external rotator and abductors muscles strength, quadriceps and hamstrings associated with neuromuscular, plyometric and balance training can improve lower limb biomechanics, decreasing dynamic knee valgus, providing a sufficient stimulus to promote changes in muscle recruitment strategies that modify the kinematics of the lower limbs.

**Keywords:** Dynamic knee valgus. Biomechanics. Strength. Rehabilitation exercises. Prevention. Lower extremity.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES/TABELAS

Figura 1	21
Figura 2	22
Figura 3	22
Figura 4	22
Figura 5	22
Figura 6	23
Figura 7	23

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	07
2.	METODOLOGIA.....	09
3.	RESULTADOS.....	10
4.	DISCUSSÃO.....	16
5.	CONCLUSÃO.....	24

	REFERÊNCIAS.....	25
--	------------------	----

## 1 INTRODUÇÃO

O mau alinhamento do quadril, joelho e pé, gera o valgo dinâmico no joelho e essa alteração do padrão de movimento tem sido associado com várias lesões nos membros inferiores (MMII), como ruptura do ligamento cruzado anterior e síndrome da dor patelo-femoral. Estas lesões têm recebido atenção especial, uma vez que acarretam altos custos de tratamento e favorecem ao desenvolvimento de incapacidade (BALDON *et al.*, 2011). O valgismo dinâmico do joelho pode estar correlacionado com excesso de adução, rotação interna do quadril, queda pélvica contralateral, rotação do joelho, e pronação do pé (BOLGLA *et al.*, 2008; BREIMAN *et al.*, 1984; BURNHAM *et al.*, 2010; CLAIBORNE *et al.*, 2006). Acredita-se também que a limitação da dorsiflexão influencia no valgo dinâmico de joelho (FORD *et al.*, 2003). Dessa forma, o joelho por ser uma articulação intermediária na cadeia cinemática depende do comportamento mecânico adequado do quadril e do tornozelo para atenuar e distribuir adequadamente as forças impostas ao sistema musculoesquelético durante as atividades (BREIMAN *et al.*, 1984).

A sobrecarga gerada no joelho devido ao valgo dinâmico provoca alterações biomecânicas e isso pode levar a perda progressiva da cartilagem, osso subcondral e artrose subsequente, e alongamento da capsula ligamentar (ARAÚJO *et al.*, 2014). O controle de movimento do joelho no plano frontal, particularmente na direção do valgo, é clinicamente importante, pois este movimento combinado com a translação anterior da tíbia gera aumento na tensão sobre o ligamento cruzado anterior (LCA) em atividades de salto e/ou desaceleração (MAUREEN *et al.*, 2010; GEISER *et al.*, 2010). As alterações dinâmicas do quadril podem estar ocorrendo devido à fraqueza dos músculos abdutores e rotadores externos do quadril, principalmente glúteo máximo e médio (BREIMAN *et al.*, 1984; LEETUN *et al.*, 2004; LEMON *et al.*, 2003).

Vários estudos têm encontrado maior incidência de lesões no joelho e fraqueza acentuada da musculatura que controla o valgo dinâmico em mulheres comparando com os homens (WILLY *et al.*, 2011; FORD *et al.*, 2003). Essa alteração pode ser devido à diferença entre alinhamento estrutural dos membros inferiores entre gêneros, tais como uma maior largura do quadril, à relação do comprimento do fêmur e

maior medida do ângulo Q, gerando o valgismo acentuado (KATHLEEN *et al.*, 2005; BECKY *et al.* 2008; GEISER *et al.*,2010). A influência da força muscular no controle do joelho e quadril durante a sustentação de peso em atividades funcionais, também é uma diferença que implica no controle de movimento entre homens e mulheres (MAUREEN *et al.*, 2010), pois, um excesso de valgo no joelho é provavelmente causado por uma combinação de desequilíbrios muscular no quadril. Acredita-se que um pobre controle neuromuscular que inclui estruturas passivas da pelve e coluna toracolombar e contribuição ativa dos músculos do tronco, pode gerar um comportamento instável e predispor a lesão dos membros inferiores (CARVALHO *et al.*, 2010).

Atualmente, existem evidências que o fortalecimento do quadril e joelho melhora a biomecânica dos MMII e também reduz a incidência de sintomas (WILLY *et al.* 2011; GUSKIEWICZ *et al.*, 2008). O controle muscular da articulação do quadril pode auxiliar no controle do plano frontal do joelho, uma vez que reduz a adução e rotação interna do fêmur (WILLY *et al.*, 2011). Embora tenha sido demonstrado que estes programas melhoram a força e podem reduzir ou prevenir os sintomas, mas não está claro se o fortalecimento da musculatura do quadril realmente resulta em melhoria da biomecânica anormal do quadril e joelho durante atividades funcionais (GUSKIEWICZ *et al.*, 2008; KATIE *et al.*, 2013; TRACY *et al.*, 2008). Além disso, os estudos de intervenção que têm sido realizados até agora têm produzido resultados variados. Vários autores têm examinado a influência dos isquiossurais e gastrocnêmio, e quadríceps na instabilidade do joelho. A co-contração desses músculos aumenta a rigidez articular do joelho nas atividades dinâmicas (CLAIBORNE *et al.*, 2006), tendo importância da redução do valgo de dinâmico do joelho. Neste sentido existe a necessidade de maior investigação sobre como essas intervenções de fortalecimento vem sendo aplicado e sua efetividade. Portanto, objetivo deste estudo foi revisar sobre as evidências científicas acerca da prática de exercícios como intervenção para diminuir o valgo dinâmico nos joelhos.

## 2 MÉTODOS

A base de dado eletrônica PubMed, Medline, Pedro, Lilacs, Scielo e Bireme, foi consultada, utilizando a seguinte estratégia de busca: ("valgus dynamic knee " OR "strength" OR " internal rotation " OR "functional training" OR " hip " OR " " OR " internal rotation femur " OR " Frontal plane kinematics " OR " Anatomical alignment " OR " Q Angle " OR " Biomechanics " OR " Knee injury " OR " gluteus medius " OR "gluteus maximus" OR (Exercise therapy[Mesh] AND valgus dynamic knee) OR (Exercise[Mesh] AND valgus dynamic knee).

Os artigos identificados pela estratégia de busca inicial foram avaliados conforme os seguintes critérios de inclusão: (1) população (adultos jovens, com idade média entre 15 e 59 anos, com ou sem histórico de patologias/lesões musculoesqueléticas nos últimos seis meses), (2) intervenção (exercícios de fortalecimento), (3) desfecho (medida da eficácia para a melhora do desempenho), (4) testes utilizados para a avaliação (testes que avaliem a melhora do desempenho, no sentido de saltar com qualidade, correr com qualidade), (5) tempo apropriado de busca (últimos 35 anos), (6) tipos de estudo (revisões sistemáticas e críticas, e ensaios clínicos), (7) idiomas (inglês e português).

A seleção dos estudos foi realizada segundo os critérios estabelecidos em quatro etapas. A primeira consistiu de busca na base de dados selecionada. Em seguida, a leitura do título e seleção dos artigos de interesse. Na terceira etapa, já aplicando os critérios de inclusão que puderam ser identificados, foi realizada a leitura do resumo dos artigos selecionados e nova triagem, foram incluídos os estudos que analisaram exercícios que influenciaram na diminuição do valgo dinâmico de joelho, se a amostra envolveu adultos jovens com ou sem histórico de lesão. A quarta etapa consistiu na leitura completa dos artigos e seleção de todos os estudos que estavam de acordo com os critérios de inclusão.

### 3 RESULTADO

A pesquisa retornou 52 estudos. Na segunda etapa de seleção foram excluídos 42 (identificando nesses artigos critérios de exclusão), restando 9 estudos para leitura completa e análise e 47 estudos para complemento da pesquisa. Dessa forma, foram utilizados para a revisão nove (9) artigos, cinco (5) estudos experimentais (tabela 1), um (1) artigos estudo transversal (Tabela 1) e três (3) estudos randomizados controlados (tabela 3).

**Tabela 1** - estudos de laboratório experimental

Estudos	Amostra	Resultados
Distefano <i>et al.</i> (2009)	21 indivíduos (9 homens e 12 mulheres), fisicamente ativos e saudáveis para realizar a execução de 12 exercícios. Foram submetidos a sessões de pelo menos 60 minutos, 8 repetições de cada exercício terapeutico 3 vezes por semana.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ocorreu significativamente uma ativação maior do músculo glúteo médio durante a execução do exercício deitado em decubito lateral realizando abdução de quadril com joelho estendido.</li> <li>- No exercício de single-limb (agachamento unipodal com deslocamento lateral) a ativação do músculo glúteo médio foi significativamente maior que durante o exercício de decúbito lateral com 60° flexão de quadril.</li> <li>- Os exercícios single-limb (agachamento unipodal com deslocamento lateral) e levantamento terra produziram significativamente maior ativação do músculo glúteo máximo em comparação com a caminhada lateral com mini-band, decubito lateral com 30° de flexão de quadril, salto para a frente e transversal.</li> </ul>
Zebis <i>et al.</i> (2013)	16 mulheres, com idade média de 23 anos e sem historico de lesão previa. Realizaram 14 exercicio terapeutios, nove exercícos de força e cinco de equilíbrio/coordenação. Entre cada exercicio obteve um repouso de 3 minutos para evitar fadiga muscular.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Confiabilidade Intra examinador (ICC):</b> variou de 0,78 a 0,94 (p &lt;0,05).</li> <li>- <b>Nível de ativação dos músculos isquiossurais:</b> Para os níveis de ativação muscular acima de 60% para o músculo bíceps femoral, foram observados durante a ordem crescente – saltar de uma caixa com uma perna e receber com a mesma na prancha de equilibrio (DJU), saltar com uma perna em prancha de equilibrio (FJU), ponte de quadril unilateral (SPL), hiperextensão de guadril fora da mesa (HE), excêntrico de isquiossurais ajoelhado (NH), PrIC, extensão de tronco com kettlebell (KS), hiperextensão de tronco fora da mesa com barra (HEB), flexora sentada (SELC), ponte de quadril com flexão e extensão de joelho unilateral (Sulc). Para o músculo semitendíneo foi observados níveis elevados de ativação muscular durante a ordem crescente - saltar com uma perna em prancha de equilibrio (FJU), hiperextensão de quadril fora da mesa (HE), extensão de tronco com barra (RD), ponte de</li> </ul>

		<p>quadril unilateral (SPL), excêntrico de isquiossurais ajoelhado (NH), mesa flexora (PriC), cadeira flexora (SELC), hiperextensão de tronco fora da mesa com barra (HEB), ponte de quadril com flexão e extensão de joelho unilateral (Sulc), extensão de tronco com kettlebell (KS).</p> <p>- <b>Equilíbrio ativação dos isquiossurais medial-lateral:</b> Análises posteriores revelou uma ativação preferencial do músculo semitendinoso (MST) sobre o músculo bicépsfemoral (MBF) durante o exercícios RD e KS. A ativação preferencial do MBF sobre o MST foi observada durante o exercício de flexão de joelho na mesas flexora e extensão do quadril. Para o restante de exercícios não teve diferença significativa entre eletromiográfica (EMG) do MST em comparação com o MBF.</p> <p><b>Angulação do Joelho e quadril:</b> Durante os exercícios FJU e DJU, o MST em uma angulação da articulação do joelho obteve ativação prolongada em comparação com MBF através da eletromiografia (EMG). Para o restante dos exercícios não teve diferença significativa no joelho ou articulação do quadril em diferentes angulações através da EMG.</p>
Cochrane et al. (2010)	<p>50 homens saudáveis com ou sem história de dor no membro inferior ou lesão. Foram selecionados aleatoriamente para o grupo controle e intervenção, 10 pessoas para o grupo controle e mais 4 grupos com 10 pessoas para cada um (grupos: equilíbrio, peso livre, peso máquina, peso máquina + equilíbrio). Todos os grupos de treinamento exerceu durante 30 minutos, três vezes por semana durante 12 semanas, 3 minutos de descanso para evitar fadiga. O treinamento de força dos grupos seguiu um plano de sobrecarga progressiva a 80% de uma repetição máxima, oito repetições, três séries, três vezes por semana.</p>	<p>- O grupo de pesos livres aumento a força para 60% no agachamento e de 74% sobre cadeira flexores.</p> <p>- O grupo com máquinas com peso teve maior resistência, com 53% nos exercícios leg press e 66% na cadeira flexores.</p> <p>- O grupo de máquinas com peso + treinamento de equilíbrio aumentou a força em 58% no leg press e de 43% sobre a cadeira flexora.</p> <p>- No desempenho das manobras, não foram encontradas diferenças significativas para velocidade de abordagem entre os grupos, quando comparados dentro e entre as sessões para cada tipo de manobra.</p> <p><b>Na fase WA</b> (aceitação de peso). O grupo de treino de equilíbrio diminuiu valgo dinâmico durante WA para 62%, reduzindo de 0,09 Nlmlkgj antes do teste a 0,03 Nlmlkgj depois testes.</p> <p>- O grupo peso máquinas também experimentaram uma redução no valgo dinâmico 27%, de 0,13 Nlmlkgj antes testado a 0,09 Nlmlkgj após o teste.</p> <p>- O grupo controle aumentou o valgo dinâmico em 26%.</p> <p>- <b>Na fase de PPO</b> (pico de impulsão) - No treino com pesos livres aumentou a rotação interna de quadril em 28% após o treino.</p> <p>- O grupo de treino de equilíbrio diminuiu a rotação interna de quadril em 15%, após o treino.</p> <p>- O grupo máquina com pesos diminuiu 11% a rotação interna</p>

		<p>de quadril após o treino.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- O treinamento de equilíbrio + grupo máquinas com pesos, teve um pico de impulsão na flexão de joelho significativamente maior do que o grupo controle antes do teste e diminuiu para valores não significativamente diferentes do grupo controle após o teste.</li> </ul>
Hewett <i>et al.</i> (1996)	<p>11 mulheres atletas amadores e 9 homens atletas amadores, com idade entre 15 e 18 anos. Foram submetidos durante 6 semanas a um treino com exercícios pliométricos, exercícios de alongamento, fortalecimento da musculatura do tronco, do membros superiores e inferiores.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumentaram a razão do torque dos músculos isquiossurais/quadríceps, reduziram em 22% o pico de força de reação do solo e minimizaram os momentos em adução e abdução do joelho.</li> </ul>
Noyes <i>et al.</i> (2005)	<p>325 do sexo feminino e 130 do sexo masculino com idade entre 11 a 19 anos. As sessões de treinamento durou aproximadamente 1 hora por dia, 3 dias por semana, alternando os dias, e eles consistiu em alongamentos, salto pliométrico, e treinamento de peso. O treinamento de salto era dividido em 3 fases, que consiste de uma fase técnica (primeiro 2 semanas), uma fase de fundamentos (próximas 2 semanas) e um desempenho fase (final 2 semanas).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uma diminuição na distância de separação do joelho foi encontrado durante o salto, em 80% dos participantes e em 72% do sexo masculino.</li> <li>- Não houve diferença entre os atletas do sexo masculinos e femininos, na distância do joelho e tornozelo durante as fases de aterrissagem e impulsão.</li> <li>- As mulheres tiveram significativamente uma distância maior na separação dos joelhos comparando com a dos homens, de 29% normalizando para 68%.</li> </ul>

Tabela 2 - artigos estudo transversal

Estudos	Amostra	Resultados
Dwyer <i>et al.</i> (2010)	Os participantes incluíram 21 mulheres e 21 homens, com idade média 18 a 40 anos. Foram incluídos voluntários sem histórico lesão nos membros inferiores ou cirurgia. Em uma sessão de testes, os participantes realizaram 3 ensaios de cada exercícios: agachamento unipodal, afundo e passada em cima do step.	<p>- <b>Flexão do joelho:</b> Encontramos um efeito principal para o sexo. Ângulos de flexão do joelho foram menores em mulheres do que em homens em todas as tarefas. Não encontraram uma interação sexo-por-tarefa.</p> <p>- <b>Valgo dinâmico de joelho:</b> Não foram encontradas diferenças entre os sexos para o aumento do valgo dinâmico de joelho durante qualquer um dos exercícios. Encontraram uma interação sexo-por-tarefa. No teste Post hoc revelou um aumento do valgo dinâmico de joelho, e no exercício de agachamento unipodal foi menor que no exercício de passada em cima do step.</p> <p>- <b>Flexão do quadril:</b> Não foram encontrada diferenças entre os dois sexos. No entanto, encontraram interação sexo-por-tarefa. Pós teste hoc revelou um aumento da flexão do quadril, mas esses valores foram menores durante a agachamento unipodal em mulheres do que em homens.</p> <p>- <b>Extensão do quadril:</b> Encontraram um efeito principal para o sexo. Um aumento da extensão de quadril foi maior em mulheres do que em homens em todos os teste. Não encontraram uma interação sexo-por-tarefa.</p> <p>- <b>Adução do quadril:</b> Não encontraram diferenças entre os sexos para aumento da adução durante qualquer um dos exercícios. Não encontraram uma interação sexo-por-tarefa.</p> <p>- <b>Rotação externa de quadril:</b> Não encontraram diferenças entre os sexos para a rotação externa de quadril durante qualquer um dos exercícios. Não encontraram uma interação sexo-por-tarefa.</p> <p><b>Média EMG Amplitude</b></p> <p>As médias e desvios-padrão para a média RMS amplitudes para o fases excêntrica e concêntrica dos músculos durante os 3 exercícios para homens e mulheres.</p> <p>- <b>Glúteo Máximo:</b> Não encontraram diferenças entre os sexos durante a fase excêntrica do músculo glúteo máximo, mas não durante a fase concêntrica. Pós teste hoc revelou que, embora as mulheres demonstraram maior ativação durante todos as 3 tarefas em comparação com os homens foi apenas diferentes durante o agachamento unipodal. Além disso, as mulheres demonstraram maior média root mean square (RMS) durante o agachamento unipodal do que durante</p>

		<p>o passo, enquanto que os homens demonstraram RMS maiores durante o agachamento unipodal quando comparado com o passo. Foi encontrado um efeito principal para sexo nas fases excêntrica e concêntrica. RMS de glúteo máximo foram maiores para as mulheres do que para os homens em todos os exercícios para as fases concêntricas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Reto femoral:</b> Encontraram um efeito principal para o sexos nas fases excêntricas e concêntrica. RMS para o reto femoral foram maiores para as mulheres do que para os homens na fase excêntrica e concêntrica em todos os exercícios. Não encontraram uma interação sexo-por-tarefa tanto na fase excêntrica ou na fase concêntrica.</li> <li>- <b>Adutor longo:</b> Não encontrou diferenças entre sexos para fase excêntrica ou concêntrica do músculo adutor longo durante qualquer um dos exercícios. Além disso, não encontrou uma interação sexo-por-tarefa para contração excêntrica ou concêntrica.</li> <li>- <b>Glúteo médio no Membro dominante.</b> Não encontraram diferenças entre os sexos na fase excêntrica ou concêntrica do músculo glúteo médio do membro dominante durante qualquer um dos exercícios. Além disso, não encontramos interação do sexo na tarefa na fase excêntrica ou concêntrica.</li> <li>- <b>Glúteo médio no Membro não dominante.</b> Não encontraram diferenças entre os sexos na fase excêntrica ou concêntrica do músculo glúteo médio do membro não-dominante durante qualquer uma dos exercícios. Não encontraram uma interação sexo-por-tarefa na fase excêntrica ou concêntrica.</li> </ul>
--	--	--

**Tabela 3** - artigos randomizados controlados

Estudos	Amostra	Resultados
Willy <i>et al.</i> (2011)	Foram selecionadas aleatoriamente 20 mulheres com idade média de 18 e 35 anos. Intervenção de seis semanas, três vezes por semana, com um protocolo visando ensinar o movimento correto durante o	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Teste independente <math>t</math> não revelou diferenças entre os grupos controles e de intervenção na idade, distância consecutiva semanal, e no índice de massa corporal (IMC) na linha de base.</li> <li>- O grupo intervenção melhorou em a força dos abdutores de quadril, enquanto a força do grupo controle manteve-se inalterado.</li> <li>- Houve um efeito significativo para o aumento da força de rotadores externos do quadril entre os grupos, indicando uma diferença entre eles. No entanto, não detectou um</li> </ul>

	fortalecimento dos músculos abdutores e rotadores externos do quadril.	<p>efeito significativo para força de rotadores externos do quadril ao longo do tempo, sugerindo que não houve efeito na intervenção global.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Todos os dados de agachamento unipodal foram normalmente distribuídos, com a exceção de controle lateral pélvico para o grupo intervenção.</li> <li>- Análise post hoc revelou significativa reduções para todas as três variáveis do grupo de intervenção de pré-treino para pós-treino. Obteve redução nos movimentos de adução e rotação interna do quadril e reduções do controle lateral pélvico, durante o agachamento unipodal. No entanto, não foram detectadas mudanças significativas para o grupo controle.</li> </ul>
Herman <i>et al.</i> (2008)	66 atletas amadoras do sexo feminino (33 grupos de intervenção e grupo controle 33 controle). Executaram 3 tarefas (stop-salto) antes e depois de completar um programa de treinamento de força de 9 semanas ou um período de 9 semanas sem treinamento de força (ao controle).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos de intervenção e controle de altura, em massa, ou idade, nem quaisquer diferenças de massa na coleta de dados (<math>P &gt; 0,05</math> para todas as comparações).</li> <li>- Todos os indivíduos do grupo de intervenção atingiram a presença nas sessões de treinamento de força de 23 no total 27 sessões com uma participação global de 88%.</li> <li>- O grupo de intervenção obteve aumento da força comparado com os resultados antes do treinamento. Assim, o treinamento de força teve aumento de força significativos em todos os músculos, variando de 35% a 48%.</li> <li>- O grupo controle não teve diferenças significativas na força muscular entre os valores iniciais e valores finais.</li> <li>- Não observou interações do grupo x tempo para qualquer uma das 11 diferentes variáveis incluindo cinéticas e cinemáticas.</li> <li>- Com base nesses resultados, a intervenção de treinamento de força não alterou as variáveis do padrão de movimento das extremidades inferiores medidos no estudo.</li> </ul>
Myer <i>et al.</i> (2005)	53 atletas amadoras do sexo feminino (41 grupo intervenção e 12 grupo controle), com idade média de 17 anos. Foram submetidos a 6 semanas de treinamento, que incluiu 4 componentes principais (pliométria,	<ul style="list-style-type: none"> <li>- indivíduos do grupo controle não apresentaram alterações significativas durante o intervalo de 6 semanas.</li> <li>- O treino melhorou tanto a <i>performance</i> dos participantes durante os testes funcionais como reduziu os movimentos em valgo/varo do joelho durante a aterrissagem.</li> <li>- Mostraram aperfeiçoamento no salto vertical e diminuição no varo/valgo do joelho.</li> <li>- Treinamento neuromuscular que enfatiza a flexão do joelho e exercícios de estabilidade altera significativamente a biomecânica do joelho,</li> </ul>

	fortalecimento equilíbrio, resistência treinamento velocidade).	e e de	especificamente flexão de joelho, durante a fase de aterragem de um salto.
--	---	--------------	--

#### 4 DISCUSSÃO

Após a revisão da literatura, pode se observar que o valgo dinâmico de joelho é definido pela adução e rotação interna do fêmur (HOMAN *et al.*, 2013; IRERAND *et al.*, 1999; BALDON *et al.*, 2011). Considerando que a força muscular do quadril pode ser importante no controle do valgo dinâmico, a fraqueza dos músculos extensores e abdutores do quadril podem resultar em excessiva adução e rotação interna do fêmur durante o movimento levando a uma alteração da cinemática do tronco e membros inferiores (CLAIBORNE *et al.*, 2006; WILSON *et al.*, 1976; INMAM *et al.* 1947). Essas alterações biomecânicas podem gerar maior predisposição às lesões nos joelhos, tais como: dor femoropatelar, fricção na banda iliotibial, lesões traumáticas como ruptura do ligamento cruzado anterior (LCA) e na articulação do tornozelo pode causar fascíte plantar, tendinopatia de Aquiles, síndrome do estresse tibial e fratura por estresse tibial (CASHAMAN *et al.*, 2012). Dentro desse contexto, alguns autores sugerem programas de intervenções para alteração da biomecânica de membros inferiores em combinação com exercício de treinamento de força livre ou em aparelhos (Cochrane *et al.* 2010) ou exercícios de pliometria, agilidade e equilíbrio (WILLY *et al.* 2011; BALDON *et al.*, 2011; DISTEFANO *et al.* 2009; ZEBIS *et al.* 2013; HEWETT *et al.* 1996; NOYES *et al.* 2005; DWYER *et al.* 2010; WILLY *et al.* 2011; MYER *et al.* 2005).

O estudo de COCHRANE. *et al.*, (2010) mostrou que treinamento de força muscular com aparelhos reduziu os movimentos de valgo e varo do joelho, mas não tanto como o observado no grupo de treinamento de equilíbrio, enquanto o grupo controle aumentou o valgo dinâmico durante o período de 12 semanas. Esse resultado mostra que o fortalecimento muscular como um único tipo de intervenção não é eficaz e que o treino de equilíbrio pode ser importante quando o objetivo é melhorar o padrão motor durante atividades funcionais (COCHRANE. *et al.*, 2010). Sendo assim, os resultados atuais mostram que o treinamento de força com aparelhos associado ao treinamento de equilíbrio parece ser a melhor forma de prevenção da lesão do LCA (MAGALHÃES *et al.*, 2007). Alguns autores confirmam essa hipótese, pois não encontraram alterações mecânicas nos membros inferiores somente com o fortalecimento muscular (WILLY *et al.* 2011; HERMAN *et al.* 2008; COCHRANE. *et al.*,

2010). Isso indica que somente o fortalecimento muscular como intervenção não é eficaz e isso pode ser pela magnitude da carga ser inferior a 70% ou pelo tempo total de intervenção ter sido inferior a oito semanas, podendo ser insuficiente para gerar mudanças nas propriedades musculares e articulares (DIAS *et al.* 2005). Alguns estudos reportaram que o treino de força livre e o treino neuromuscular (pliométrico, equilíbrio e agilidade) associados com feedback visual (espelho) e verbal (na técnica), seria a melhor forma de intervenção para se obter a diminuição do valgo dinâmico de joelho (MYER *et al.* 2005; NOYES *et al.* 2005; HEWETT *et al.* 1996; ZEBIS *et al.* 2013). Nesse contexto, foi observado que através dessas intervenções o valgo dinâmico diminuiu devido à melhor preparação e em resposta à sobrecarga e ao movimento articular para restabelecer a estabilidade articular funcional (CARVALHO *et al.* 2010). Com isso, o feedback foi utilizado momento a momento para produção de uma resposta motora adequada durante as tarefas funcionais juntamente com o feedforward que levou à uma ativação muscular antecipatória ao movimento, principalmente a partir de informações sensoriais e visuais que orientaram o sistema nervoso quanto à posição e movimentação dos segmentos corporais em relação aos outros segmentos do corpo e ao meio ambiente (NOEHREN *et al.*, 2011). Sendo assim, observou-se que essas alterações biomecânicas foram mantidas por um mês após o treinamento com esse tipo de intervenção (NOEHREN *et al.* 2011).

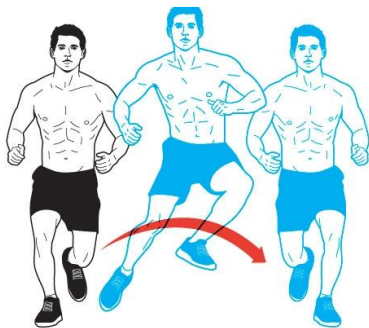
Considerando o tipo de exercício utilizado em cada intervenção, um estudo reportou que o glúteo médio sustenta concêntricamente o quadril, isometricamente estabiliza a pelve e excentricamente controla adução e a rotação interna do fêmur e a sua função principal seria de estabilizar a pelve em vez de abdução ativa do fêmur (DISTEFANO *et al.*, 2009; DWYER *et al.*, 2010; HERMAN *et al.* 2008; WILLY *et al.*, 2011; BELL *et al.* 2013). No estudo de DISTEFANO *et al.*, (2009) foi observado que a melhor ativação do músculo glúteo médio ocorreu ao realizar exercício isolado, como por exemplo, o exercício com um grande braço de movimento, em decúbito lateral realizando abdução de quadril com joelho estendido (Figura 1). Em segundo lugar um exercício mais dinâmico como o agachamento unipodal com deslocamento lateral (Figura 2), o qual aumenta a estabilidade pélvica e o controle dos membros inferiores nos planos frontal e transversal, e provavelmente contribuiu para a alta ativação do

músculo glúteo médio. Com relação ao músculo glúteo máximo, que atua na abdução e rotação externa do quadril, teve a melhor ativação nos exercícios de agachamento unipodal com flexão e extensão de tronco (single-leg dead lift) (Figura 3) e agachamento unipodal (single-imb squat) (Figura 4), com níveis de ativação maior de 50% CIVM (contração isométrica voluntária máxima) e mais do que 10% dos outros exercícios (DISTEFANO *et al.*, 2009). Neste sentido, ambos os exercícios requerem estabilidade da região lombo-pélvica, equilíbrio unipodal, controle excêntrico de flexores de quadril e concêntrico dos extensores do quadril, gerando mudanças no centro de massa do corpo em relação à base de apoio e resultando em maior nível de ativação do glúteo máximo (DISTEFANO *et al.*, 2009).

Figura 1 – Decúbito lateral realizando abdução de quadril



Figura 2 – Salto unipodal lateral



Fonte:

<http://www.menshealth.es/fitness/articulo/entrenamiento-fuerza-15-minutos>

Figura 3 - Single-leg deadlift



Figura 4 - Single-limb squat



Além desses músculos citados acima, outras musculaturas foram incluídas nas intervenções, como por exemplo, os músculos isquiossurais e quadríceps (HERMAN *et al.*, 2008; WILLY *et al.*, 2011; BELL *et al.*, 2013) que atuam através da co-contratação como um mecanismo que fornece rigidez e estabilidade na presença de cargas internas e externas, sendo responsável por quase 22% da variabilidade na previsão de movimentos no joelho no plano frontal (COCHRANE *et al.*, 2010). Dentro desse contexto, o estudo de ZEBIS *et al.*, (2013) o semitendinoso e bíceps femoral, os quais atuam junto com o músculo quadríceps realizando altos níveis de ativação muscular durante algumas atividades. A maior ativação do músculo bíceps femoral ocorreu no exercício saltando de uma caixa de 37,5 cm em tábua de equilíbrio com uma perna, concentrando em estabilizar o joelho no plano frontal depois do salto (Figura 5). A hipótese para esse resultado seria que esse músculo é biarticular, deste modo, ocorre um aumento de torque flexor do joelho ao final da fase descendente e o pico de ativação ao final da fase ascendente, podendo estar relacionado ao aumento do torque extensor no quadril (ALVIM *et al.*, 2014). Com relação ao músculo semitendinoso, observou-se através do estudo uma ativação nos exercícios de swin kettlebell (Figura 6) e stiff (Figura 7), os quais tem níveis de intensidade maior para ganho de força muscular. Essa ativação pode ser devido o músculo semitendinoso conter fibras paralelas longas separadas, com um número elevado de sarcômeros em séries, com isso, ocorre um aumento na disposição da capacidade total e na velocidade absoluta de contração (ZEBIS *et al.* 2013). Em outro estudo, observaram que quando todas as variáveis de força foram consideradas em conjunto, os músculos abdutores e rotadores externos do quadril, flexores e extensores de joelho foram os preditores mais fortes no

controle do movimento do joelho no plano frontal, aumentando a força e diminuindo valgo dinâmico de joelho (CLAIBORNE *et al.*, 2006).

Figura 5 – Salto unipodal

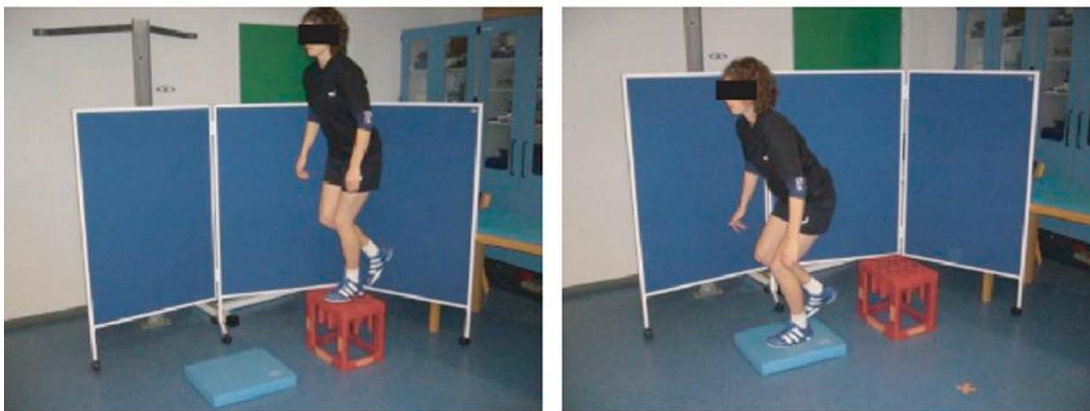


Figura 6 - Swin kettlebell



Figura 7 - Stiff



Autores observaram também diferença entre gêneros e relatam que as mulheres não utilizam a musculatura do quadril corretamente, tem baixo padrão de ativação dos músculos isquiossurais e ativam mais os músculos quadríceps e gastrocnêmio para aumentar estabilidade dinâmica do joelho (BALDON *et al.*, 2011). Sendo assim, as mulheres não conseguem dissipar adequadamente a energia cinética produzida durante a aterrissagem nas atividades funcionais, adotando estratégias biomecânicas diferentes quando comparadas com os homens (BALDON *et al.*, 2011; CLAIBORNE *et al.*, 2006; MAGALHÃES *et al.*, 2007). Dwyer *et al.* 2010 demonstraram que as mulheres apresentaram maior ângulo de flexão de joelho e menor ângulo de extensão do quadril quando comparadas com os homens em todos os exercícios. Isso pode estar relacionado com a maior ativação do músculo quadríceps em combinação à redução da ativação do músculo glúteo máximo (BALDON *et al.*, 2011). Além disso, as mulheres apresentam maior absorção de energia no joelho e tornozelo em intervenções que envolveram saltos, devido a uma preferência da contração do músculo quadríceps nos primeiros 30° de flexão do joelho, promovendo maior estresse sobre o ligamento cruzado anterior (LCA) (BALDON *et al.*, 2011), enquanto que os homens não demonstraram diferenças na absorção de energia entre as três articulações (Dwyer *et al.*, 2010). Com isso, as mulheres são incapazes de dissipar a energia cinética, de modo controlado entre as articulações, resultando em uma sobrecarga no joelho (BALDON *et al.*, 2011). Os homens demonstraram significativamente maior resistência concêntrica do que as mulheres para adução e flexão de quadril, flexão e extensão de joelho e extensão excêntrica do quadril (BALDON *et al.*, 2011). Nesse sentido, temos como hipótese que um aumento no controle de movimento femoral, como resultado de maior resistência do quadril, pode levar a um menor ângulo valgo do joelho (CLAIBORNE *et al.*, 2006). Ainda nesse contexto, HEWETT *et al.*, (1999), submetem onze mulheres a um treino pliométrico de seis semanas, o qual tinha como objetivo o aprimoramento do gesto de aterrissar, além de exercícios de alongamento e fortalecimento de músculos do tronco, do membro superior e do inferior. Verificou-se que as mulheres aumentaram a razão de torque dos músculos isquiossurais/quadríceps, reduziu em 22% o pico de força de reação do solo e minimizaram os momentos em adução e abdução do joelho. Assim, com realização de

movimentos funcionais durante atividades esportivas e de vida diária, a estabilidade articular torna a articulação capaz de retornar ao seu estado original após sofrer uma perturbação (CARVALHO *et al.*, 2010).

Noyes *et al.* verificou que após o treinamento pliométrico houve aumento da distância entre os joelhos durante a aterrissagem de uma plataforma elevada nas mulheres, refletindo uma melhoria padrão motor do membro inferior. Nesse caso, esse tipo de treino poderia modificar o recrutamento dos músculos do quadril, uma vez que esses agem excentricamente para controlar os movimentos do fêmur (BALDON *et al.*, 2011). MYER *et al.*, (2005) analisaram a eficiência de um treino neuromuscular de seis semanas com vários tipos de intervenção (exercícios pliométricos, de equilíbrio, de fortalecimento dos membros superiores e inferiores e de estabilização lombo-pélvica). Os autores concluíram que o treino melhorou tanto a performance das atletas durante os testes funcionais como reduziu os momentos em valgo e varo do joelho durante a aterrissagem.

Restrições na dorsiflexão do tornozelo parece desempenhar um papel na mecânica do joelho em indivíduos com valgo dinâmico de joelho identificados visualmente durante movimentos funcionais (BELL. *et al.*, 2013; ARAÚJO *et al.*, 2014). No estudo de BELL. *et al.*, (2013) com 32 participantes, os indivíduos realizaram 5 exercícios para a musculatura do quadril e 5 exercícios para a musculatura do tornozelo para detectar após intervenção a melhora do valgo dinâmico de joelho na fase do agachamento. Durante o agachamento, os participantes realizaram valgo dinâmico de joelho excessivo que foi corrigido com um elevador de calcanhar. A hipótese para essa alteração pode ser devido à rigidez do músculo gastrocnêmio, que é comum em populações sem condições neurológicas, e pode resultar em excessiva pronação do retropé, sendo a rotação interna da tibia muitas vezes associada à eversão da subtalar. Além disso, tem sido reportado que a restrição da dorsiflexão de tornozelo menor que um ângulo de 45°, pode levar á lesões nos membros inferiores, sendo que o movimento do tornozelo contribui para absorção de forças dos MMII(MALLIARAS *et al.*, 2006). Assim, os flexores plantares poderia aumentar a rigidez articular e exigir compensações em articulações distais (aumentando a pronação do pé) e proximal

(valgo dinâmico de joelho). A pronação excessiva pode ocorrer devido à baixa função muscular do quadril, mas também pode influenciar o valgismo dinâmico do joelho de forma direta. (CASHAMAN *et al.*, 2012). A elevação do calcanhar faz com que o tornozelo fique em posição de flexão plantar e provavelmente aumenta a amplitude de movimento do tornozelo para dorsiflexão durante a fase de descida do agachamento (BELL *et al.*, 2013). Com isso, esse tipo de intervenção melhorou o valgo dinâmico de joelho com redução de 64% (BELL. *et al.*, 2013). Isso significa que esse tipo de intervenção pode ser benéfico para evitar movimentos excessivos no plano frontal e transversal, no joelho e quadril (MAUREEN *et al.*, 2010).

## 5 CONCLUSÃO

Após a revisão da literatura, este estudo concluiu que a realização de exercícios para aumentar a força dos músculos rotadores externos e abdutores de quadril, quadríceps e isquissurais através dos exercícios (Decúbito lateral realizando abdução de quadril, salto unipodal lateral, single-leg deadlift, single-limb squat, salto unipodal, swin kettlebell e stiff), associado com treinamento neuromuscular (feedback visual, feedback verbal e feedforward), pliométricos (agachamento com salto, saltar para o step/caixa/obstáculo) e equilíbrio (balancinho, jump, bozu e treino unipodal), podem resultar na melhora da biomecânica do movimento diminuindo o valgo dinâmico de joelho. Esse tipo de treinamento é eficiente para o aumento de força muscular e alterar padrões incorretos de movimento, como o valgo dinâmico de joelho, proporcionando um estímulo suficiente para promover alterações das estratégias de recrutamento musculares que atuam para modificar a cinemática dos membros inferiores. A realização desse tipo de treinamento pode ser eficiente tanto em programas de prevenção como em programa de reabilitação, resultando a diminuição do valgo dinâmico de joelho.

## REFERÊNCIAS

ALVIM, F. C.; LUCARELI, P. R. G.; MENEGALDO, L. L. Estimativa das forças musculares no triple hop test por dinâmica inversa e otimização estática: um estudo de caso. XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica – CBEB 2014.

ARAUJO, Ayslan Jorge Santos de *et al.* The Q angle analysis, during resistance training, on open kinematics chain and intermediate closed kinematics chain, through photogrametry. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v. 36, n. 2, p. 327-339, 2014.

BAHR, R.; BAHR, I. A. Incidence of acute volleyball injuries: a prospective cohort study of injury mechanisms and risk factors. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 7, n. 3, p. 166-171, 1997.

BELL, David R. *et al.* Two-and 3-dimensional knee valgus are reduced after an exercise intervention in young adults with demonstrable valgus during squatting. **Journal of athletic training**, v. 48, n. 4, p. 442, 2013.

BOLGLA, Lori A. *et al.* Hip strength and hip and knee kinematics during stair descent in females with and without patellofemoral pain syndrome. **journal of orthopaedic & sports physical therapy**, v. 38, n. 1, p. 12-18, 2008.

BREIMAN, L. *et al.* Classification and Regression Trees. Belmont, California: Wadsworth. **Inc. Ref Type: Generic**, 1984.

BURNHAM, Bruce R. *et al.* Mechanisms of basketball injuries reported to the HQ Air Force Safety Center: a 10-year descriptive study, 1993–2002. **American journal of preventive medicine**, v. 38, n. 1, p. S134-S140, 2010.

CARAFFA, A. *et al.* Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer. **Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy**, v. 4, n. 1, p. 19-21, 1996.

CARVALHO, Alberito Rodrigo de. Utilização do treinamento neuromuscular e proprioceptivo para prevenção das lesões desportivas. **Arq. ciências saúde UNIPAR**, v. 14, n. 3, 2010.

CLAIBORNE, Tina L. *et al.* Relationship between hip and knee strength and knee valgus during a single leg squat. **Journal of applied biomechanics**, v. 22, n. 1, p. 41, 2006.

COCHRANE, Darryl J.; HARNETT, Michael C. Muscle activation pattern and onset times during a semi-orthostatic, unilateral closed-kinetic hip extension exercise in adolescent males. **Physiotherapy theory and practice**, v. 31, n. 5, p. 367-371, 2015.

COCHRANE, Jodie L. *et al.* Training affects knee kinematics and kinetics in cutting maneuvers in sport. **Med Sci Sports Exerc**, v. 42, n. 8, p. 1535-44, 2010.

DE MARCHE BALDON, Rodrigo *et al.* Diferenças biomecânicas entre os gêneros e sua importância nas lesões do joelho. **Fisioterapia em Movimento**, v. 24, n. 1, 2011.

DIERKS, Tracy A. *et al.* Proximal and distal influences on hip and knee kinematics in runners with patellofemoral pain during a prolonged run. **Journal of orthopaedic & sports physical therapy**, v. 38, n. 8, p. 448-456, 2008.

DIGIOVANNI, Christopher W. *et al.* Isolated gastrocnemius tightness. **J Bone Joint Surg Am**, v. 84, n. 6, p. 962-970, 2002.

DIGIOVANNI, Christopher W.; LANGER, Phillip. The role of isolated gastrocnemius and combined Achilles contractures in the flatfoot. **Foot and ankle clinics**, v. 12, n. 2, p. 363-379, 2007.

DISTEFANO, Lindsay J. *et al.* Gluteal muscle activation during common therapeutic exercises. **Journal of orthopaedic & sports physical therapy**, v. 39, n. 7, p. 532-540, 2009.

DWYER, Maureen K. *et al.* Comparison of lower extremity kinematics and hip muscle activation during rehabilitation tasks between sexes. **Journal of athletic training**, v. 45, n. 2, p. 181-190, 2010.

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

GEISER, Christopher; O'CONNOR, Kristian M.; EARL, Jennifer E. Effects of isolated hip abductor fatigue on frontal plane knee mechanics. **Medicine and science in sports and exercise**, 2010.

HEINERT, Becky L. *et al.* Hip abductor weakness and lower extremity kinematics during running. **Journal of sport rehabilitation**, v. 17, n. 3, p. 243, 2008.

HERMAN, Daniel C. *et al.* The effects of strength training on the lower extremity biomechanics of female recreational athletes during a stop-jump task. **The American journal of sports medicine**, v. 36, n. 4, p. 733-740, 2008.

HERRINGTON, Lee; MUNRO, Allan. Drop jump landing knee valgus angle; normative data in a physically active population. **Physical Therapy in Sport**, v. 11, n. 2, p. 56-59, 2010.

HEWETT, Timothy E. *et al.* Plyometric training in female athletes decreased impact forces and increased hamstring torques. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 24, n. 6, p. 765-773, 1996.

HEWETT, Timothy E. *et al.* The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes a prospective study. **The American journal of sports medicine**, v. 27, n. 6, p. 699-706, 1999.

HOLM, Inger *et al.* Effect of neuromuscular training on proprioception, balance, muscle strength, and lower limb function in female team handball players. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v. 14, n. 2, p. 88-94, 2004.

HOMAN, Katie J. *et al.* The influence of hip strength on gluteal activity and lower extremity kinematics. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 23, n. 2, p. 411-415, 2013.

INMAN, Verne T. Functional aspects of the abductor muscles of the hip. **J Bone Joint Surg Am**, v. 29, n. 3, p. 607-619, 1947.

IRELAND, Mary Lloyd. Anterior cruciate ligament injury in female athletes: epidemiology. **Journal of Athletic Training**, v. 34, n. 2, p. 150, 1999.

LABELLA, Cynthia R. *et al.* Preseason neuromuscular exercise program reduces sports-related knee pain in female adolescent athletes. **Clinical pediatrics**, 2008.

LEETUN, Darin T. *et al.* Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 36, n. 6, p. 926-934, 2004.

LEMON, Stephenie C. *et al.* Classification and regression tree analysis in public health: methodological review and comparison with logistic regression. **Annals of behavioral medicine**, v. 26, n. 3, p. 172-181, 2003.

LEPORACE, Gustavo *et al.* Ativação muscular do quadril e do joelho em duas aterrissagens realizadas por atletas do sexo masculino. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, p. 324-328, 2011.

LIND, Martin; MENHERT, Frank; PEDERSEN, Alma B. The first results from the Danish ACL reconstruction registry: epidemiologic and 2 year follow-up results from 5,818 knee ligament reconstructions. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 17, n. 2, p. 117-124, 2009.

MAGALHÃES, Eduardo *et al.* treinamento neuromuscular na prevenção da lesão do ligamento cruzado anterior nas atletas do sexo feminino: revisão sistemática da literatura neuromuscular training in the prevention of the anterior cruciate ligament injury in the athletes of the feminine. **Rev. Bras. Ciên. Saúde/Revista de Atenção à Saúde**, v. 5, n. 12, 2010.

MARKOLF, Keith L. *et al.* Combined knee loading states that generate high anterior cruciate ligament forces. **Journal of Orthopaedic Research**, v. 13, n. 6, p. 930-935, 1995.

MARKOLF, Keith L. *et al.* Direct measurement of resultant forces in the anterior cruciate ligament. An in vitro study performed with a new experimental technique. **J Bone Joint Surg Am**, v. 72, n. 4, p. 557-567, 1990.

MARKOLF, Keith L. *et al.* Combined knee loading states that generate high anterior cruciate ligament forces. **Journal of Orthopaedic Research**, v. 13, n. 6, p. 930-935, 1995.

MAKIHARA, Yukiko *et al.* Decrease of knee flexion torque in patients with ACL reconstruction: combined analysis of the architecture and function of the knee flexor muscles. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 14, n. 4, p. 310-317, 2006.

MYER, Gregory D. *et al.* Neuromuscular training improves performance and lower-extremity biomechanics in female athletes. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 19, n. 1, p. 51-60, 2005.

NAWOCZENSKI, Deborah A.; SALTZMAN, Charles L.; COOK, Thomas M. The effect of foot structure on the three-dimensional kinematic coupling behavior of the leg and rear foot. **Physical therapy**, v. 78, n. 4, p. 404-416, 1998.

NOEHREN, Brian; DAVIS, Irene; HAMILL, Joseph. ASB Clinical Biomechanics Award Winner 2006: Prospective study of the biomechanical factors associated with iliotibial band syndrome. **Clinical biomechanics**, v. 22, n. 9, p. 951-956, 2007.

NOEHREN, B.; SCHOLZ, J.; DAVIS, I. The effect of real-time gait retraining on hip kinematics, pain and function in subjects with patellofemoral pain syndrome. **British journal of sports medicine**, p. bjsports69112, 2010.

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

ORTIZ, Alexis *et al.* Fatigue effects on knee joint stability during two jump tasks in women. **Journal of strength and conditioning research/National Strength & Conditioning Association**, v. 24, n. 4, p. 1019, 2010.

PANTANO, Kathleen J. *et al.* Differences in peak knee valgus angles between individuals with high and low Q-angles during a single limb squat. **Clinical Biomechanics**, v. 20, n. 9, p. 966-972, 2005.

POWERS, Christopher M. The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: a theoretical perspective. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 33, n. 11, p. 639-646, 2003.

RUSSELL, Kyla A. *et al.* Sex differences in valgus knee angle during a single-leg drop jump. **Journal of Athletic Training**, v. 41, n. 2, p. 166, 2006.

RABIN, Alon; KOZOL, Zvi. Measures of range of motion and strength among healthy women with differing quality of lower extremity movement during the lateral step-down test. **Journal of orthopaedic & sports physical therapy**, v. 40, n. 12, p. 792-800, 2010.

SHEERIN, Kelly R.; HUME, Patria A.; WHATMAN, Chris. Effects of a lower limb functional exercise programme aimed at minimising knee valgus angle on running kinematics in youth athletes. **Physical Therapy in Sport**, v. 13, n. 4, p. 250-254, 2012.

SNYDER, Kelli R. *et al.* Resistance training is accompanied by increases in hip strength and changes in lower extremity biomechanics during running. **Clinical Biomechanics**, v. 24, n. 1, p. 26-34, 2009.

TYLER, Timothy F. *et al.* The role of hip muscle function in the treatment of patellofemoral pain syndrome. **The American journal of sports medicine**, v. 34, n. 4, p. 630-636, 2006.

WILLY, Richard W.; DAVIS, Irene S. The effect of a hip-strengthening program on mechanics during running **and during a single-leg squat**. **Journal of orthopaedic & sports physical therapy**, v. 41, n. 9, p. 625-632, 2011.

WILSON, Gary L.; CAPEN, Edward K.; STUBBS, Nancy B. A fine-wire electromyographic investigation of the gluteus minimus and gluteus medius muscles. **Research Quarterly. American Alliance for Health, Physical Education and Recreation**, v. 47, n. 4, p. 824-828.

ZEBIS, Mette Kreutzfeldt *et al.* Kettlebell swing targets semitendinosus and supine leg curl targets biceps femoris: an EMG study with rehabilitation implications. **British journal of sports medicine**, v. 47, n. 18, p. 1192-1198, 2013.