

# Relação entre força e ativação da musculatura glútea e a estabilização dinâmica do joelho: revisão sistemática da literatura

## *Relationships between strength and activation of the gluteal muscles and dynamic stabilization of the knee: a systematic review*

Lucas Martins de Moraes<sup>1</sup>, Christina Danielli Coelho de Moraes Faria<sup>2</sup>

### RESUMO

O joelho recebe, absorve e dissipa importante parte das forças impostas por atividades diárias, como marcha, subir e descer degraus e saltos. Dada a grande demanda imposta a esta articulação, as disfunções no joelho são muito comuns. A capacidade para responder a esta demanda parece estar relacionada com as funções da musculatura do quadril, que parece ter um papel importante nas características biomecânicas, dentre elas a estabilidade dinâmica, da articulação do joelho. **Objetivo:** Realizar revisão sistemática da literatura para apontar as possíveis características e ações da musculatura glútea relacionadas com a estabilização dinâmica do joelho e investigar a eficácia de programas de intervenção direcionados à musculatura glútea na melhora de desfechos funcionais ou sintomatológicos relacionados às disfunções na articulação do joelho. **Métodos:** Revisão sistemática desenvolvida de acordo com o protocolo PRISMA (Preferred Report Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Foram realizadas buscas nas bases de dados eletrônicas MEDLINE, SCIELO, COCHRANE, LILACS e PEDro, conforme estratégia de busca dada pela combinação de termos referentes ao assunto da pesquisa. Critérios de inclusão: estudos publicados até março de 2016, amostra de indivíduos com idade entre 18 e 60 anos, sem restrição de idioma de publicação, ter envolvido a avaliação ou o tratamento de alguma característica da musculatura do quadril relacionando à estabilização dinâmica do joelho. **Resultados:** Dos 109 estudos encontrados, onze foram incluídos por atenderem aos critérios de inclusão. Destes, oito (73%) foram do tipo observacional exploratório e três (27%) ensaio clínico aleatorizado (ECA) (5≤PEDro≤8). Todos os ECA incluíram adultos jovens, do sexo feminino, com síndrome da dor femoropatelar e avaliaram o músculo glúteo médio. Segundo os resultados da maioria dos estudos, os músculos glúteos apresentam relação com a manutenção do alinhamento do membro inferior no plano frontal, reduzindo o valgo dinâmico em atividades funcionais, sendo mais importante a magnitude da ativação muscular do que o tempo desta ativação. Os ECA evidenciaram a importância de se intervir no fortalecimento da musculatura glútea em programas de reabilitação do joelho: em indivíduos sintomáticos com síndrome da dor femoropatelar houve melhora funcional e sintomatológica significativa após este tipo de intervenção, que foi realizada associada ao tratamento convencional no joelho ou tronco. **Conclusão:** A magnitude de ativação e a força muscular dos músculos glúteos têm papel importante na estabilidade dinâmica do joelho. Intervenções nestas musculaturas, associadas ao tratamento convencional, são eficazes para melhora de desfechos funcionais e sintomatológicos relacionados à articulação do joelho.

**Palavras-chave:** Articulação do Quadril; Articulação do Joelho; Fisioterapia

### ABSTRACT

The knee undergoes, absorbs and dissipate important part of the forces imposed by daily activities such as walking, climbing and going down stairs, and jumping. Given the great demands imposed on this joint, knee dysfunctions are very common. The ability to respond to this demand seems to be related to the functions of the hip muscles, which seems to play an important biomechanical role in certain aspects, as the dynamic stability of the knee joint. **Objective:** To conduct a systematic review of the literature to identify possible characteristics and actions of gluteal muscles in dynamic knee stabilization and to investigate the effectiveness of interventional programs that focus on the gluteal muscles in improving the functional or symptomatologic outcomes associated with the knee joint. **Methods:** This is a systematic review performed according to PRISMA protocol (Preferred Report Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Electronic databases (MEDLINE, SCIELO, COCHRANE, LILACS and PEDro) were searched under a strategy of different combinations of terms related to the study goals. Inclusion criteria were: studies published up to March 2016, of subjects aging 18-60 years, with unrestricted language of publication, involving assessment or treatment of any feature of the hip muscles in relation to dynamic knee stabilization. **Results:** Of the 109 studies found, eleven met inclusion criteria and were included. Of these, eight (73%) were observational exploratory studies and three (27%) were randomized controlled trials (RCTs) (5≤PEDro≤8). All RCTs included young female adults with patellofemoral pain syndrome and assessed the gluteus medius muscle. According to the results of the most part of the included studies, gluteal muscles are involved in maintaining frontal plane lower limb alignment that reduces dynamic valgus during functional activities, therefore revealing the great importance of magnitude of muscle activation rather than only time of activation. The RCTs provided evidence of the importance of gluteal muscle interventions in knee rehabilitation programs: in symptomatic subjects with patellofemoral pain syndrome, there was significant improvement in function and symptoms after this kind of intervention, which was performed in association with conventional knee or trunk treatment. **Conclusion:** Magnitude of activation and gluteal muscle strength play an important role in dynamic knee stability. Gluteal muscle interventions, associated with conventional treatment, effectively improved functional and symptomatologic outcomes related to the knee joint.

**Keywords:** Hip Joint; Knee Joint; Physical Therapy Specialty

<sup>1</sup> Fisioterapeuta, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG.

<sup>2</sup> Professora, Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG.

Endereço para correspondência:  
Departamento de Fisioterapia  
Universidade Federal de Minas Gerais  
Prof. Dra. Christina Danielli Coelho de Moraes Faria  
Avenida Antônio Carlos, 6627  
Belo Horizonte – MG  
CEP 31270-901  
E-mail: cdcmf@ufmg.br

Recebido em 17 de Fevereiro de 2017.  
Aceito em 19 Julho de 2017.

## INTRODUÇÃO

A articulação do joelho recebe, absorve e dissipa importante parte das forças impostas por atividades diárias, como marcha, subir e descer degraus, saltos, dentre outras. Devido às demandas impostas a esta articulação, ela está comumente sujeita às lesões das suas estruturas, como cartilagens, ligamentos e meniscos.<sup>1,2</sup>

Dentre estas lesões, as relacionadas ao ligamento cruzado anterior e a disfunção femoropatelar são as mais frequentes e comumente observadas nas mulheres.<sup>3-6</sup> A dor anterior no joelho, sintoma típico da disfunção femoropatelar, representa um dos diagnósticos mais comuns na área ortopédica em diferentes faixas etárias, principalmente em indivíduos fisicamente ativos e atletas. Estima-se que 40% das causas primárias de lesão no joelho seja devido à disfunção femoropatelar.<sup>4-6</sup> Esta disfunção é caracterizada como uma desordem crônico-degenerativa, multifatorial e heterogênea com importantes consequências funcionais aos indivíduos acometidos. Dentre os fatores associados a essas lesões, os biomecânicos parecem ser um dos mais importantes.<sup>1-6</sup>

Um dos fatores biomecânicos associados às lesões no joelho é a incapacidade de manter um adequado alinhamento dinâmico entre os segmentos corporais dos membros inferiores. Especificamente no joelho, a presença de um valgismo dinâmico no joelho (momento abductor no joelho que ocorre durante o movimento de flexão desta articulação) é um importante fator associado às lesões nesta articulação, possivelmente por impor forças rotacionais e de cisalhamento nesta articulação, aumentando a sobrecarga em estruturas como o ligamento cruzado anterior, cartilagem, retináculos, coxim adiposo e tendão patelar.<sup>7</sup>

A estabilidade articular dinâmica é uma importante característica que permite ao joelho desempenhar as suas funções e reponder às demandas que lhe são impostas. Entende-se por estabilidade articular dinâmica a capacidade de um corpo ou sistema de resistir a uma perturbação ou retomar imediatamente a uma postura adequada após perturbações a ele impostas.<sup>8,9</sup> A estabilidade dinâmica pode ser determinada pela interação de diversos fatores como os componentes da anatomia articular, organizados de forma a favorecer a estabilidade da estrutura, a fricção entre as superfícies cartilaginosas pelas cargas mecânicas geradas por forças compressivas, resposta do sistema somato-sensório, a atividade muscular e a magnitude de ativação muscular para atingir um nível de estabilidade.<sup>10</sup>

A estabilidade da articulação do joelho parece estar intimamente relacionada com a ação do quadril em controlar os movimentos da pelve e fêmur, para que, distalmente, no joelho, os movimentos aconteçam de forma a prevenir lesões que podem estar associadas ao desalinhamento articular dinâmico. A ação da musculatura glútea parece estar relacionada a resistir os momentos de flexão (glúteo máximo) e de adução (glúteo médio e mínimo) no joelho durante as atividades de absorção de impacto e apresenta o potencial de impedir o valgo dinâmico no joelho.<sup>11,12,13</sup> Desta forma, a fraqueza destes músculos pode acarretar a queda da pelve contralateral e estar associada ao aumento da rotação interna e da adução do fêmur,<sup>11</sup> o que sugere que o valgo dinâmico pode estar relacionado à força muscular, ao alinhamento anatômico e à função artrocinemática do quadril. Já foi demonstrado que a ação muscular satisfatória do músculo glúteo médio, importante abductor do quadril, diminui o valgo excessivo do joelho durante a flexão ativa de quadril e joelho.<sup>10,13,14,15</sup>

O movimento excessivo do quadril nos planos frontal e transversal impõe pressão sobre a articulação patelofemoral, o que pode estar relacionado com a fraqueza dos músculos que rodeiam a articulação do quadril.<sup>14</sup> Devido ao seu posicionamento no quadril e à sua área de secção transversa, o músculo glúteo médio apresenta importante ação na estabilização dinâmica da pelve no plano frontal.

Kim et al.<sup>13</sup> apontaram que a magnitude da contração do músculo glúteo médio é o mais importante fator para o controle do momento adutor do joelho na posição unipodal. Entretanto, a relação entre a ação do músculo glúteo médio no quadril e o aumento do momento de adução do joelho ainda não foi claramente estabelecida.

## OBJETIVO

Realizar uma revisão sistemática da literatura para apontar as possíveis características e ações da musculatura glútea relacionadas com a estabilização dinâmica do joelho e investigar a eficácia de programas de intervenção direcionados à musculatura glútea na melhora de desfechos funcionais ou sintomatológicos relacionados às disfunções na articulação do joelho. A análise dos resultados destes estudos possibilitaria melhor planejamento do processo de avaliação e tratamento da estabilização dinâmica do joelho ou das disfunções relacionadas.

## MÉTODOS

Este estudo é uma revisão sistemática da literatura, realizada de acordo com o protocolo PRISMA (Preferred Report Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses)<sup>16-18</sup> com dois examinadores independentes, que ao final de cada etapa executada, estabeleceram um consenso dos resultados obtidos. Um terceiro examinador foi envolvido no caso de discordância entre os dois examinadores em cada uma das etapas realizadas.

Na primeira etapa foram realizadas buscas nas bases de dados eletrônicas MEDLINE, SCIELO, COCHRANE, LILACS e PEDro, conforme estratégia de busca dada pela combinação de palavras referentes ao assunto da pesquisa: (“hip muscles” OR “hip muscle” OR gluteus OR “gluteus medius” OR “gluteus maximus” OR “gluteus minimus” OR “hip muscle” OR “hip muscles” OR “hip abductor muscle” OR “hip abductor muscles” OR “hip extensor muscle” OR “hip extensor muscles”) AND (knee or knees) AND (stabil\* OR stable\*). Parte desta estratégia de busca já foi aplicada em estudo prévio.<sup>12</sup>

Os estudos encontrados nas bases de dados eletrônicas foram avaliados considerando os seguintes critérios de inclusão: publicados até março de 2016, ter sido realizado com indivíduos com idade entre 18 e 60 anos, sem restrição de idioma de publicação, ter envolvido a avaliação ou o tratamento de alguma característica da musculatura do quadril relacionando esta avaliação ou tratamento à estabilização dinâmica do joelho. Foi considerado como estabilização dinâmica de joelho a capacidade de resistir a uma perturbação ou retomar imediatamente a uma postura adequada após perturbações a ele impostas.<sup>8,9</sup>

Na segunda etapa, os títulos dos estudos foram avaliados e excluídos aqueles que claramente não se adequaram aos critérios de inclusão previamente estabelecidos. Na terceira etapa, foi realizada a leitura dos resumos dos artigos incluídos pela leitura do título e, da mesma forma, aqueles que claramente não se adequassem aos critérios foram excluídos. Na quarta etapa, os estudos selecionados foram lidos na íntegra e todos os que atenderam os critérios de inclusão foram incluídos. Na quinta etapa, em todos os estudos incluídos após a quarta etapa, foi realizada uma busca manual ativa na lista de referências apresentadas, considerando os mesmos critérios de inclusão e as mesmas etapas anteriores foram aplicadas.

A sexta e última etapa consistiu na extração dos seguintes dados dos estudos incluídos: autores, ano de publicação e desenho metodológico, características amostrais (tamanho da amostra, idade, sexo, característica particular da amostra, como presença de alguma disfunção ou condição funcional específica), objetivos do estudo, desfechos avaliados e procedimentos adotados para a avaliação, e o resultado encontrado com relação à característica ou ação dos músculos glúteos e a estabilização dinâmica do joelho. Para os estudos experimentais, foi utilizada a escala PEDRO<sup>19</sup> para a avaliação da qualidade metodológica.

ca), objetivos do estudo, desfechos avaliados e procedimentos adotados para a avaliação, e o resultado encontrado com relação à característica ou ação dos músculos glúteos e a estabilização dinâmica do joelho. Para os estudos experimentais, foi utilizada a escala PEDRO<sup>19</sup> para a avaliação da qualidade metodológica.

## RESULTADOS

Foram encontrados 109 estudos na busca eletrônica, sendo 64 excluídos na segunda etapa de análise por não atenderem ao seguinte critério de inclusão: ter envolvido a avaliação ou o tratamento de alguma característica da musculatura do quadril relacionando esta avaliação ou tratamento à estabilização dinâmica do joelho. Na terceira etapa, 20 estudos foram excluídos por não estabelecerem ou descreverem relação entre a musculatura glútea e a estabilização do joelho. Na quarta etapa, dos 25 estudos analisados, oito atenderam aos critérios de inclusão e foram incluídos. Foi realizada a busca manual ativa nestes oito estudos, o que resultou em outros três estudos incluídos. Portanto, na presente revisão foram incluídos 11 estudos (Figura 1).

Dos onze estudos incluídos, oito (73%) foram do tipo observacional e exploratório<sup>10-14,20-23</sup> (Quadro 1) e três<sup>24-26</sup> (27%) do tipo ensaio clínico aleatorizado (ECA) (Quadro 2). Considerando a qualidade metodológica dos ECA, o estudo de Fukuda et al.<sup>25</sup> obteve melhor pontuação na escala PEDRO, 8 pontos em 10 dos critérios estabelecidos e a menor pontuação foi 5 observada no estudo de Baldon et al.<sup>26</sup> (Quadro 3).

Metade dos estudos observacionais transversais apresentaram amostra com indivíduos de ambos os sexos, com idade mínima de 18 anos e máxima de 35 anos<sup>11,14,20,21</sup> e a outra metade somente participantes do sexo feminino.<sup>10,13,22,23</sup> Os estudos observacionais transversais ainda incluíram indivíduos sintomáticos para dor anterior no joelho em no mínimo dois meses e que apresentassem dificuldades em duas ou mais atividades funcionais.<sup>14,23</sup>

O padrão de desalinhamento articular do membro inferior também foi considerado<sup>16</sup> e a maioria dos estudos incluiu indivíduos saudáveis<sup>10,11,13,20,22</sup> e/ou atletas amadores ou em nível competitivo.<sup>10</sup> Apenas no estudo de Hall et al.<sup>21</sup> foi realizada análise da relação das características do músculo glúteo médio (GMed) com a estabilização do joelho em indivíduos pós reconstrução de LCA (Quadro 1).

Dentre os ECA's, todos incluíram participantes do sexo feminino, com idade mínima de 18 anos e máxima de 40 anos, com síndrome da dor femoropatelar (SDFP).<sup>24,25,26</sup> Fukuda et al.<sup>24,25</sup> utilizaram grupos controle em seus estudos e amostra apenas de indivíduos saudáveis. Baldon et al.<sup>26</sup> consideraram em sua amostra atletas amadoras sintomáticas, comparando duas intervenções de tratamento diferentes em dois grupos (Quadro 2).

**Quadro 1.** Caracterização dos estudos do tipo observacional transversal (n=8)

| ESTUDO                                | AMOSTRA<br>(Tamanho, idade, sexo, características particulares)  | DESFECHO E MÉTODO DE MENSURAÇÃO  |
|---------------------------------------|--|--|
| Brindle et al. <sup>14</sup><br>2003  | Amostra n=28. Idade: 18 a 35 anos. Ambos os sexos. Grupo DAJ: n=16, dor generalizada no joelho por no mínimo 2 meses, ao subir e descer escadas, correr ou permanecer muito tempo sentado. GC: n=12. Excluídos os que apresentassem trauma no joelho ou qualquer indicação de lesão nos ligamentos ou cartilagem após exame físico.  | Potencial de ativação muscular (EMG) do m. GMed. Durante a subida e descida da escada normalizado pela CIVM do m. GMed.  |
| Russel et al. <sup>20</sup><br>2006   | Amostra n=32. Idade: 24 anos ± 5. Ambos os sexos. Sem lesão de MMII ou qualquer incapacidade que os impedisse de completar uma queda de aterrissagem unipodal.   | Potencial de ativação muscular (EMG) do m. GMed. Durante agachamento unipodal normalizado pela CIVM do m. GMed. Padrão de movimento do joelho durante agachamento unipodal. Aplicação de teste de equilíbrio sobre plataforma de força após indução de fadiga muscular (isocinético).  |
| Thijs et al. <sup>11</sup><br>2007    | Amostra n=84. Idade: 18 a 30 anos. Ambos os sexos. Sem história de queixas em MMII. Excluídos: cirurgia ou lesão em quadril, joelho, perna, tornozelo ou pé há 6 meses.  | Padrão de movimento (plano frontal) durante agachamento unipodal. Análise cinematográfica do ângulo frontal do joelho, potencial de ativação do GMed (EMG) normalizado pela CIVM do m. GMed e plataforma de força.   |
| Felício et al. <sup>22</sup><br>2011  | Amostra n=15. Idade: 22,26 ± 2,22. Sexo feminino. Sedentárias, sem queixas de DAJ. Com sinais clínicos de desalinhamento do membro inferior, sem história de implicações ortopédica ou neurológica, trauma ou cirurgia prévia no sistema osteoarticular do MI ou coluna vertebral. Excluídas: dor em qualquer parte do MI; realizar duas ou mais vezes por semana atividade física amadora ou esportiva. | Potencial de ativação muscular (EMG) normalizado pela CIVM do m. GMed. Durante agachamento convencional associado à adução e abdução isométrica da coxa com carga de 25% do peso corporal.   |
| Maia et al. <sup>10</sup><br>2012     | Amostra n=104. Idade: 11 a 18 anos. Sexo feminino. Praticantes de esporte em nível competitivo. IMC=21,2 ± 2,3.  | Rotação medial do quadril. Valgo dinâmico do joelho. Força muscular do GMed. Biofotogrametria e testes de avaliação de rotação lateral de quadril e fraqueza de glúteo médio, durante agachamento unipodal.  |
| Negahban et al. <sup>23</sup><br>2012 | Amostra n=30. Idade: 19 a 35 anos. Sexo feminino. GC e Grupo SDFF (dor anterior ou retropatelar traumática ± 6 meses, dor à palpação nas facetas patelares e em duas atividades funcionais). Excluídas: osteoartrite, tendinopatia ou subluxação patelar, lesões ligamentares ou meniscais, ou em outras articulações dos MMII ou lombar no último ano, déficit neurológico, artroscopia e cirurgia.     | Dor/incapacidade (questionário). Fadiga muscular dos abdutores do quadril, induzida (>50% do pico de torque durante 3 contrações máximas) com o dinamômetro isocinético. Equilíbrio dinâmico por sistema de estabilidade (plataforma circular móvel que proporciona até 20° de inclinação no intervalo de 360°) durante mini-agachamento unipodal.                                     |
| Hall et al. <sup>21</sup><br>2015     | Amostra n=35. Idade: 18 a 35 anos. Ambos os sexos. GC (n=17), excluídos: lesão ou cirurgia no joelho. LCA (n=18): mais de um ano de reconstrução do LCA unilateral; excluídos: condições neurológicas ou musculoesqueléticas que interferissem na marcha.  | Potencial de ativação muscular (EMG) do GMed normalizado pela CIVM do m. GMed. Durante subida/descida de degrau sobre plataforma de força.   |
| Kim et al. <sup>13</sup><br>2016      | Amostra n=20. Idade: 22,6 anos ± 2,5. Sexo feminino. Saudáveis, sem histórico de lesões no joelho e tornozelo ou quaisquer indicações de dor no joelho, quadril e/ou lombar ou conhecimento da técnica de agachamento adequada.  | Início e magnitude da atividade antecipatória do glúteo médio medidas em relação à retirada do pé do solo durante a transição para apoio unipodal e Single leg hop test. Correlações: início da atividade antecipatória do glúteo médio e magnitude de ativação, obliquidade pélvica e o momento de abdução do joelho pelo sistema de análise de movimento, plataforma de força e EMG. |

DAJ: dor anterior no joelho; GMed: glúteo médio; EMG: eletromiografia; CIVM: contração isométrica voluntária máxima; GC: grupo controle; MMII: membros inferiores; IMC: índice de massa corpórea; SDFF: síndrome da dor femoropatelar; mm: músculo (s); LCA: ligamento cruzado anterior; MI: membro inferior.

**Quadro 2.** Caracterização dos estudos do tipo ensaio clínico aleatorizado (n=3)

| ESTUDO  | AMOSTRA   |  | DESFECHO E MÉTODO DE MENSURAÇÃO  |
|---|---|--|--|
|   | (Tamanho, idade, sexo, características particulares)  |  |  |
| Fukuda et al. <sup>24</sup><br>2010<br>(PEDro 7/10) | Amostra n=70. Idade: 20 a 40 anos. Sexo feminino. GC, apenas indivíduos saudáveis. Grupo exercícios de joelho e Grupo exercícios de joelho e quadril. Com história de dor anterior no joelho há pelo menos três meses e reportando dor em duas ou mais atividades diárias.  |  | Dor e função (questionários) pré e pós intervenção, nos três grupos estudados.   |
| Fukuda et al. <sup>25</sup><br>2012<br>(PEDro 8/10) | Amostra n=54. Idade: 20 a 40 anos. Sexo feminino. Mulheres com SDPF, distribuídas em 2 grupos: exercícios convencionais para o joelho e exercícios para o joelho e quadril; com história de dor anterior no joelho há pelo menos três meses e reportando dor em duas ou mais atividades diárias.  |  | Dor e função (questionários) no follow-up: 3, 6 e 12 meses pós intervenção.  |
| Baldon et al. <sup>26</sup><br>2015<br>(PEDro 5/10) | Amostra n=31. Idade: 18 a 30 anos. Sexo feminino. Atletas amadoras, com SDPF. Grupo FST (n=15) e ST (n=16). Apresentando dor anterior do joelho (EVA=3 ±8 semanas); DAJ retropatelar em pelo menos 3 atividades funcionais, início insidioso dos sintomas sem relação com trauma. Excluídas: cirurgia MMII, anormalidades intra-articulares patológicas (ligamentos cruzados ou colaterais), instabilidade patelar, síndromes de Sinding-Larsen-Johansson ou de Osgood-Schlatter, derrame articular no joelho, dor no quadril, ou à palpação da banda iliotibial, tendão patelar, ou pata de ganso. |  | Avaliação cinemática no plano frontal da pelve, tronco e MMII durante o teste de agachamento unipodal (sistema de análise de movimento). Resistência muscular, mensurada através do tempo máximo para manter uma posição estática predefinida. Torque excêntrico do quadril via isocinético (pré e pós intervenção). |

DAJ: dor anterior no joelho; GMed: glúteo médio; EMG: eletromiografia; MMII: membros inferiores; SDPF: síndrome da dor femoropatelar; mm: músculos; FST: functional standard training; ST: standard training; EVA: escala visual analógica; LCA: ligamento cruzado anterior.

**Quadro 3.** Análise metodológica dos ensaios clínicos aleatorizados incluídos, segundo a escala PEDro (n=3)

| ESTUDO                              | ITEM ESCALA PEDRO |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | TOTAL |
|-------------------------------------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
|                                     | A                 | B   | C   | D   | E   | F   | G   | H   | I   | J   | K   |       |
| Fukuda et al. <sup>24</sup><br>2010 | SIM               | SIM | SIM | SIM | SIM | NÃO | NÃO | SIM | SIM | SIM | SIM | 8/10  |
| Fukuda et al. <sup>25</sup><br>2012 | SIM               | SIM | SIM | SIM | SIM | NÃO | NÃO | SIM | SIM | NÃO | SIM | 7/10  |
| Baldon et al. <sup>26</sup><br>2015 | NÃO               | SIM | NÃO | NÃO | NÃO | NÃO | NÃO | SIM | SIM | NÃO | SIM | 5/10  |

A: Critério de Inclusão, B: Alocação randomizada, C: Alocação mascarada/oculta, D: Comparação inicial (grupos), E: Sujeitos mascarados, F: Terapeutas mascarados, G: Avaliadores mascarados, H: Perda de pacientes, I: Intenção de tratar, J: Comparação entre grupos, K: Média e desvio padrão, T: Pontuação total. \* O item A na escala PEDro avalia validade externa e não é incluído na pontuação total.<sup>19</sup>

O músculo glúteo médio foi avaliado em todos os estudos incluídos.<sup>10,11,13,14,20-26</sup> Para avaliação do músculo glúteo médio foi utilizada a eletromiografia de superfície<sup>10,11,13,14,22</sup> e provas de função muscular.<sup>24,25</sup> Após identificar os desfechos dos estudos analisados, observou-se que em seis deles (54%)<sup>11,13,14,15,21,22</sup> foi realizada análise eletromiográfica da musculatura glútea e o potencial de ativação muscular (EMG) do músculo glúteo médio foi normalizado pela sua contração isométrica voluntária máxima (CIVM). O músculo glúteo mínimo foi citado como importante rotador externo do quadril, juntamente com glúteo médio, em apenas um estudo,<sup>26</sup> avaliado em conjunto com outros músculos pela mensuração do torque excêntrico abductor utilizando o isocinético.

Para avaliar o padrão de movimento do membro inferior no plano frontal, os estudos utilizaram análise cinematográfica e / ou

biofotogrametria<sup>11,13,20,21,23,26</sup> Para obter dados sobre a força de reação do solo, plataformas de força foram utilizadas nos estudos que analisaram o padrão de movimento do membro inferior no plano frontal.<sup>11,20,21</sup> A avaliação da melhora funcional pós intervenção dos ECA's foi analisada aplicando-se de questionários funcionais.<sup>24,25</sup>

Ao investigar as relações entre as características da musculatura glútea e a estabilização dinâmica do joelho, foi reportado por 63% (n=5) dos estudos que a ativação do músculo glúteo médio está presente no controle excêntrico da rotação interna do fêmur, diminuindo o momento de abdução, consequentemente controlando o valgo dinâmico do joelho, durante o movimento de agachamento e salto.<sup>13,14,21-23</sup>

Um estudo indicou que a magnitude e não o tempo de início de ativação do músculo glúteo médio é um fator importante para proteção contra a queda pélvica excessiva e o momento

abductor do joelho ao deslocar-se para o apoio unipodal em indivíduos saudáveis.<sup>13</sup> A ativação do músculo glúteo médio foi significativamente menor que dos músculos do joelho ao subir e descer degraus em indivíduos controle e ainda menor em indivíduos com dor anterior no joelho.<sup>14</sup> Em um estudo foi reportada significância estatística inversa entre rotação medial do quadril e valgo dinâmico do joelho, ou seja, quanto menor a rotação medial do quadril, maior o valgo do joelho ipsilateral.<sup>10</sup>

Observou-se, ainda, que a fadiga dos músculos abdutores do quadril esteve mais associada a maiores alterações nos índices de estabilidade comparado à fadiga muscular dos músculos extensores do joelho.<sup>23</sup> Foi evidenciado, ainda, que não há diferenças significativas entre os sexos quanto à ativação do músculo glúteo médio durante aterrissagem de salto.<sup>14</sup> Finalmente, apenas um estudo apresentou ausência de associação entre características e ações da musculatura glútea com a estabilização dinâmica do joelho: não foi encontrada correlação entre a força produzida pelo músculo glúteo médio e a quantidade de valgo e varo do joelho durante o movimento funcional de salto anterior<sup>11</sup> (Quadro 4).

Os ECA's analisados (Quadro 5)<sup>24-26</sup> evidenciaram a eficácia dos programas de exercícios de fortalecimento da musculatura glútea na melhora da dor e função de indivíduos sintomáticos com SDPF, com melhora dos padrões de movimento do joelho no plano frontal e da estabilidade pélvica em comparação a grupos que realizaram apenas exercícios convencionais para fortalecimento da musculatura do joelho ou não realizaram nenhuma intervenção.

No estudo de Baldon et al.<sup>26</sup> foi demonstrado efeito positivo de mediação da melhora da força excêntrica dos músculos glúteos nas alterações da cinemática do plano frontal do quadril e joelho, quando comparado ao grupo que realizou exercícios convencionais de fortalecimento apenas para os músculos do joelho. Indivíduos que receberam intervenção para melhora da força dos músculos do quadril e joelho obtiveram melhora clínica significativa na dor anterior do joelho durante atividades funcionais em três, seis e doze meses após intervenção, a qual foi superior a de indivíduos que receberam fortalecimento muscular convencional para o joelho. Os indivíduos que receberam exercícios de fortalecimento somente para o joelho, mostraram diferenças significativas na diminuição da dor ao subir escadas em 6 meses, descer escadas em 3 e 6 meses após o tratamento e no single leg hop test em 3, 6, e 12 meses após o tratamento.<sup>25</sup>

**Quadro 4.** Objetivos, resultados e conclusões obtidos pelos estudos do tipo observacional transversal (n=8)

| ESTUDO                                | OBJETIVOS   | RESULTADOS E CONCLUSÕES  |
|---------------------------------------|---|--|
| Brindle et al. <sup>14</sup><br>2003  | Identificar diferenças nos padrões de atividade EMG do GMed entre indivíduos com DAJ e indivíduos controle.   | A duração da atividade elétrica do GMed foi significativamente menor que dos músculos do joelho durante subida e descida de degrau nos indivíduos do grupo controle. Nos indivíduos do grupo de dor anterior no joelho esta ativação foi ainda menor, tanto para subir quanto para descer degrau.  |
| Russel et al. <sup>20</sup><br>2006   | Determinar se as mulheres demonstram maior valgo do joelho do que os homens e a magnitude de ativação do GMed durante uma queda de aterrissagem unipodal.   | Mulheres apresentaram aterrissagem em valgo e homens em varo. Não houve diferença significativa entre grupos quanto à ativação do glúteo médio, que não parece ser responsável pelas diferenças sexuais no joelho valgo. Os ângulos do joelho valgo excessivos das mulheres podem explicar a disparidade sexual na lesão de ligamentos.  |
| Thijs et al. <sup>11</sup><br>2007    | Testar se a força dos músculos do quadril está relacionada com o movimento do joelho no plano frontal durante o movimento de agachamento funcional.   | Não houve diferenças significativas na força muscular do GMed entre o grupo valgo e varo durante o salto anterior. Nenhuma correlação significativa foi encontrada entre a força GMed e a quantidade de movimento em valgo e varo. No grupo varo foi encontrada correlação positiva moderada entre o movimento de rotação externa/rotação interna e a quantidade de varo do joelho durante o movimento salto anterior. |
| Felício et al. <sup>22</sup><br>2011  | Comparar ativação elétrica de mm. Estabilizadores da patela e pelve nas posições de agachamentos convencional e associado à contração isométrica de adutores e de abdutores do quadril em indivíduos sem queixa de DAJ. | GMed apresentou maior atividade elétrica nas contrações durante agachamento associado à abdução e à adução da coxa. A contração do GMed nessas situações deve-se, provavelmente, à sua função estabilizadora da pelve e ao controle da rotação interna do fêmur.   |
| Maia et al. <sup>10</sup><br>2012     | Realizar análise associativa do valgo dinâmico do joelho durante a descida de degrau juntamente com o ângulo de rotação interna de quadril (teste de Craig).  | Houve significância inversa entre a rotação medial do quadril com o valgo dinâmico do joelho, ou seja, quanto menor a rotação medial do quadril, maior o valgo do joelho homolateral durante o movimento de descer degrau.   |
| Negahban et al. <sup>23</sup><br>2012 | Investigar os efeitos da fadiga muscular dos mm. Extensores de joelho e abdutores de quadril no equilíbrio dinâmico de indivíduos com SDFP.   | O principal efeito muscular (abdutores do quadril X extensores de joelho) foi significativo, indicando que a fadiga de abdutores do quadril levou a maiores alterações nos índices de estabilidade, comparado à fadiga dos extensores de joelho.   |
| Hall et al. <sup>21</sup><br>2015     | Testar alterações das amplitudes de atividade muscular e aumento da intensidade de co-contração presentes em pessoas que fizeram a reconstrução do LCA comparado com controles saudáveis.                               | O grupo que reconstruiu o LCA demonstrou: maior atividade de glúteo máximo durante as fases de subida e descida refletindo estratégias compensatórias para manter a estabilização dinâmica e reduzir os momentos extensores do joelho; maior atividade do glúteo médio, sugerindo maior momento de abdução do quadril (estabilidade).  |
| Kim et al. <sup>13</sup><br>2016      | Examinar a relação da atividade antecipatória do GMed com o movimento da pelve no plano frontal e o momento de abdução do joelho durante a transição para o apoio unipodal.   | A magnitude de ativação do GMed foi significativamente correlacionada com aumento da obliquidade pélvica e diminuição momento de abdução do joelho. O tempo de início de ativação do GMed não mostrou correlação significativa, indicando que a magnitude é um fator importante para a proteção contra queda pélvica excessiva e momento abductor do joelho ao deslocar-se para o apoio unipodal em pessoas saudáveis. |

EMG: eletromiografia; DAJ: dor anterior no joelho; GMed: glúteo médio; SDFP: Síndrome da dor femoropatelar; LCA: ligamento cruzado anterior;

**DISCUSSÃO**

Esta revisão sistemática da literatura teve como objetivo apontar as possíveis características e ações da musculatura glútea relacionadas com a estabilização dinâmica do joelho e investigar a eficácia de programas de intervenção direcionados à musculatura glútea na melhora de desfechos funcionais ou sintomatológicos relacionados às disfunções na articulação do joelho.

Segundo os resultados da maioria dos estudos incluídos, os músculos glúteos médios são capazes de manter o alinhamento do membro inferior no plano frontal, reduzindo o valgo dinâmico em atividades funcionais, sendo a magnitude de ativação deste músculo ca-

racterística importante para proteção contra queda pélvica excessiva e o momento abductor do joelho, sem diferenças significativas entre os sexos quanto a ativação deste músculo.

Além disso, a fadiga dos músculos abdutores do quadril está associada a maiores alterações nos índices de estabilidade do membro inferior, comparado à fadiga dos músculos extensores de joelho. Finalmente, programas de exercícios que incluem fortalecimento abrangendo a musculatura pósterio lateral do quadril, associado ao tratamento convencional que inclui o alongamento e fortalecimento dos músculos do joelho ou associado ao fortalecimento do tronco, foram eficazes na manutenção da estabilidade dinâmica do joelho e geraram melhoras clínicas importantes que, segundo os resultados do único estudo ex-

perimental que realizou acompanhamento após o término da intervenção, se mantiveram a longo prazo.

A maioria dos estudos incluídos eram do tipo observacional transversal (n=8;73%), o que permitiu analisar as características da musculatura glútea estudada e as possíveis associações com a estabilização dinâmica do joelho em uma população específica, num dado momento de avaliação, porém limita-se a estas informações sem permitir o estabelecimento de relações de causa e efeito.<sup>10,11,13,14,20-23</sup> Segundo os resultados da maioria dos estudos, a musculatura glútea, particularmente o músculo glúteo médio, é importante para estabilidade da cintura pélvica no plano frontal e consequente cinesia do joelho. Entretanto, questiona-se o fato das análises terem sido realizadas apenas no plano frontal e de dar toda a importância da estabilização pélvica somente ao glúteo médio sem considerar outros músculos.<sup>10</sup>

As amostras dos estudos observacionais transversais, em sua maioria, e de todos os ECA's incluídos, foram compostas por indivíduos do sexo feminino, em idade adulta jovem (mínimo de 18 e máximo de 40 anos), grupo populacional com importante prevalência de doenças no joelho associadas a desalinhamento biomecânico no membro inferior.<sup>10,13,22,23-26</sup> Os estudos, também em sua totalidade, incluíram indivíduos em idade adulta, faixa etária em que é comum a ocorrência de doenças no joelho, e indivíduos do sexo masculino e feminino,<sup>11,14,21</sup> permitindo verificar as possíveis diferenças entre homens e mulheres no padrão de alinhamento do membro inferior no plano frontal, com a hipótese de que mulheres teriam maior propensão a lesões no joelho por apresentarem valgo dinâmico excessivo em relação aos homens.<sup>20</sup>

O músculo glúteo médio foi avaliado em todos os estudos incluídos na presente revisão e a eletromiografia foi utilizada em cinco deles (45%). No entanto, a espessura do tecido subcutâneo do indivíduo, a velocidade de contração muscular, a área de secção transversa do músculo, a idade, o sexo, mudanças súbitas de postura, a distância entre eletrodos, as diferenças antropométricas e a impedância da pele são fatores que interferem na detecção do sinal eletromiográfico, e, portanto, os resultados devem ser interpretados com cautela.<sup>10,11,13,14,22</sup>

A contração isométrica voluntária máxima foi o método mais utilizado para se determinar um valor de normalização do sinal eletromiográfico dos músculos avaliados, sendo este o método mais adequado e recomendado para análise de

**Quadro 5.** Objetivos, resultados e conclusões obtidos pelos estudos do tipo ensaio clínico aleatorizado (n=3)

| ESTUDO                              | OBJETIVOS   | RESULTADOS E CONCLUSÕES   |
|-------------------------------------|---|---|
| Fukuda et al. <sup>24</sup><br>2010 | Determinar se o fortalecimento dos mm. Abdutores do quadril e rotadores laterais juntamente com a musculatura do joelho é mais eficaz que o fortalecimento da musculatura do joelho isoladamente ou a nenhum tratamento para melhora da dor e função em mulheres sedentárias com SDFP.  | Somente o grupo que recebeu exercícios de fortalecimento muscular para joelho e quadril demonstrou resultados significativos de melhora no teste funcional para dor anterior do joelho. O teste de salto unipodal apresentou resultado clinicamente significativo em ambos os grupos que receberam a intervenção comparado ao GC, porém sem diferenças entre os GE (exercícios de fortalecimento para quadril e joelho e exercícios de fortalecimento para o joelho).   |
| Fukuda et al. <sup>25</sup><br>2012 | Determinar se adicionar exercícios de fortalecimento do quadril aos exercícios de fortalecimento convencionais de joelho produzem resultados melhores a longo prazo em mulheres com SDFP.   | O grupo que recebeu fortalecimento muscular para joelho e quadril apresentou melhor função e diminuição da dor aos 3, 6 e 12 meses após o tratamento, em comparação com o valor basal, para todas as medidas funcionais de avaliação. Diferenças significativas para os pacientes no grupo que recebeu fortalecimento muscular para joelho foram diminuição da dor ao subir escadas em 6 meses, descer escadas em 3 e 6 meses após o tratamento e melhoria no single leg hop test em 3, 6, e 12 meses após o tratamento. O grupo que recebeu fortalecimento muscular para joelho e quadril, quando comparado com o grupo que recebeu fortalecimento muscular para joelho, tinham significativamente menos dor e melhor função em todas as medidas de resultados em todas as ocasiões. Assim, programas de tratamento para pacientes com dor anterior do joelho devem incorporar fortalecimento da musculatura póstero-lateral do quadril. |
| Baldon et al. <sup>26</sup><br>2015 | Analisar os mecanismos pelos quais um programa de treinamento com foco no fortalecimento do quadril e do tronco leva a mudanças na cinemática do plano frontal, testando aumento de força muscular no quadril e tronco como mediadores de mudanças na adução do quadril, queda pélvica e inclinação pélvica ipsilateral em mulheres com SDFP. | A força excêntrica dos músculos glúteos mostrou um efeito de mediação que variou de 18% a 32% nas alterações da cinemática do plano frontal (diminuição da inclinação do tronco ipsilateral, depressão pélvica contralateral e adução do quadril ipsilateral) observado no grupo FST (exercícios de estabilização funcional de quadril e tronco) após a intervenção.  |

potencial de ativação muscular<sup>21</sup> e foi utilizada nos estudos observacionais incluídos. Porém, a habilidade de ativar as unidades motoras em níveis satisfatórios depende de fatores como o treinamento e a motivação, o que pode alterar os níveis de contração eficientes para a análise.<sup>13,14,20,21,22</sup> Estes fatores também devem ser considerados ao se interpretar os resultados destes estudos.

Sistemas de análise cinematográfica por foto ou vídeo e plataformas de força são métodos comumente utilizados em pesquisa para análise do movimento humano<sup>20,26</sup> e foram utilizados em seis (54%) estudos incluídos nesta revisão que tiveram como objetivo analisar o padrão de movimento do membro inferior no plano frontal. Nestes métodos, as marcações utilizadas sobre a pele podem gerar erros importantes nas medições. Além disso, a análise de movimentos do plano frontal pode ser influenciada por movimentos no plano sagital utilizando estas técnicas.<sup>11,13,20,21,23,26</sup> fatores que devem ser considerados na interpretação dos resultados destes estudos.

A dinamometria isocinética foi utilizada para avaliar o torque excêntrico dos músculos abdutores e rotadores laterais do quadril no estudo de Baldon et al.<sup>26</sup> Caso a análise eletromiográfica da musculatura estudada também tivesse sido realizada neste estudo, seria

possível investigar de forma mais completa os efeitos de intervenção que foi realizada.

Acredita-se que o músculo glúteo médio tenha papel importante em indivíduos com dor patelofemoral, pois sua ação pode produzir forças indiretas no joelho,<sup>14</sup> presente no controle da rotação interna do fêmur, diminuindo o momento de abdução e controlando o valgo dinâmico do joelho, visto sua função estabilizadora da pelve, em movimentos funcionais.<sup>13,14,22,21,23</sup>

Segundo Kim et al.<sup>13</sup> a magnitude e não o tempo de ativação do glúteo médio é um fator mais importante para a proteção da queda pélvica e adução do joelho no plano frontal, durante o deslocamento bipodal para unipodal, em indivíduos saudáveis, sugerindo que o treinamento para o controle neuromuscular do glúteo médio deve enfatizar a magnitude de contração antes de fazer a transição da postura bipodal para unipodal, melhorando o padrão cinemático do membro e consequentemente reduzindo sintomatologias. Indivíduos com dor patelofemoral podem apresentar diminuição na atividade elétrica do glúteo médio, músculo capaz de controlar momentos do plano frontal, no quadril, produzindo forças indiretamente através do joelho.<sup>14</sup>

Parece não ter diferença entre sexos quando este desfecho é avaliado: ao verificar a

ativação da musculatura glútea entre homens e mulheres, observou-se que não há disparidade entre os sexos.<sup>11</sup> Entretanto, novos estudos com objetivos similares devem ser desenvolvidos para se determinar se há ou não particularidades associadas ao sexo nas características e ações da musculatura glútea relacionadas com a estabilização dinâmica do joelho.

A fadiga dos músculos abdutores e extensores do quadril foi associada a maior instabilidade no equilíbrio em indivíduos com síndrome da dor patelofemoral, sendo apresentada a hipótese de que os músculos proximais dos membros inferiores têm um papel fundamental na manutenção do equilíbrio sob condições dinâmicas mais desafiadoras.<sup>23</sup> Além da força absoluta dos músculos do quadril, outros fatores como a propriocepção e estabilidade poderiam ser importantes no controle do joelho durante o salto anterior.<sup>11</sup> Numa população assintomática, a força dos músculos póstero laterais do quadril não foi correlacionada com a quantidade de movimento do joelho em valgo e varo durante o teste de salto anterior unipodal. Por estes motivos, o treino proprioceptivo dos membros inferiores para assegurar a qualidade do movimento tem sido recomendado como investigação em estudos futuro.<sup>11</sup>

Entretanto, deve-se considerar que a ausência desta correlação significativa pode estar relacionada ao fato da amostra do estudo ter sido composta somente por indivíduos saudáveis assintomáticos. É possível que em indivíduos que apresentem lesões nos joelhos e / ou membros inferiores, esta relação da força muscular dos músculos póstero laterais do quadril com a quantidade de valgo e varo produzida no joelho seja observada.<sup>11</sup>

No estudo de Baldon et al.<sup>26</sup> o fortalecimento dos músculos glúteos foi um dos mecanismos que levou à redução de movimentos compensatórios dos membros inferiores (MMII) no plano frontal, resultando em um menor momento de adução do joelho e consequente diminuição do estresse femoropatelar, reduzindo os sintomas dos indivíduos que participaram do estudo. O mesmo foi verificado nos estudos de Fukuda et al.<sup>24,25</sup>

Fukuda et al.<sup>25</sup> consideram que para o tratamento eficaz de indivíduos sintomáticos de síndrome patelofemoral, o fortalecimento da musculatura póstero lateral do quadril pode melhorar o controle motor e o equilíbrio, melhorando o desempenho funcional do teste de salto unipodal, podendo este músculo atuar como sinérgico do músculo quadríceps durante a extensão do joelho.

Programa de fortalecimento da musculatura póstero lateral do quadril (músculos abdutores, rotadores laterais e extensores) associado ao

fortalecimento da musculatura do joelho com duração de quatro semanas em indivíduos com síndrome da dor patelofemoral foi eficaz na melhora da dor e função imediatamente após a intervenção,<sup>24</sup> resultados que permaneceram após um ano do término da intervenção.<sup>25</sup> Além disso, um tratamento envolvendo o fortalecimento de músculos do tronco, exercícios de estabilização para o quadril e joelho foi eficaz na melhora da cinemática do membro inferior no plano frontal (valgo dinâmico), além de melhorar a dor no joelho e a força de tronco e quadril.<sup>26</sup>

Cabe ressaltar que nos três estudos experimentais incluídos na presente revisão,<sup>18-20</sup> o fortalecimento muscular das estruturas do quadril não foi realizado de forma isolada: ou foi associado ao tratamento convencional que envolveu fortalecimento muscular e alongamento dos músculos do joelho<sup>24</sup> ou foi associado ao fortalecimento das estruturas do tronco.<sup>26</sup>

Portanto, os resultados encontrados não podem ser associados apenas ao fortalecimento dos músculos do quadril. Porém, o grupo que realizou o fortalecimento muscular do quadril associado ao tratamento convencional apresentou melhora na dor superior à mínima diferença clinicamente importante e os resultados encontrados se mantiveram a longo prazo. Como apontado por Rathleff et al.<sup>27</sup> a redução da força muscular do quadril parece ser uma consequência da dor patelofemoral e não uma causa desta disfunção. Neste contexto, estudos futuros são necessários para se determinar a real relação entre as deficiências dos músculos do quadril e as disfunções do joelho e a eficácia das abordagens direcionadas apenas aos músculos do quadril nessas disfunções.

## CONCLUSÃO

Os músculos glúteos são importantes no controle dinâmico do joelho em movimentos funcionais, possivelmente por serem capazes de produzir forças indiretamente sobre esta articulação. Mecanicamente, a fraqueza da musculatura do quadril pode estar associada ao aumento da adução, flexão e rotação medial do fêmur. Em indivíduos saudáveis assintomáticos, esta relação ainda é pouco estudada e não há diferenças significativas entre os sexos quanto à ativação da musculatura glútea.

Entretanto, segundo os resultados dos estudos incluídos na presente revisão, a magnitude de ativação do glúteo médio mostrou-se fator mais importante que o tempo de contração para estabilidade pélvica e controle

da adução do joelho no plano frontal, sugerindo que o treinamento neuromuscular do glúteo médio deve enfatizar a magnitude de contração.

O tratamento eficaz de indivíduos sintomáticos para melhora de desfechos funcionais ou sintomatológicos relacionados a disfunções na articulação do joelho deve incluir o fortalecimento dos músculos glúteos, associado ao fortalecimento dos músculos do joelho e tronco, visando melhorar controle motor, equilíbrio, desempenho funcional e consequentemente a cinemática do membro inferior no plano frontal.

## REFERÊNCIAS

- Zlotnicki JP, Naendrup JH, Ferrer GA, Debski RE. Basic biomechanical principles of knee instability. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2016;9(2):114-22. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s12178-016-9329-8>
- Ortiz A, Micheo W. Biomechanical evaluation of the athlete's knee: from basic science to clinical application. *PMR.* 2011;3(4):365-71. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pmrj.2010.12.005>
- Davis I, Ireland ML, Hanaki S. ACL injuries - the gender bias. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007;37(2):A2-7. DOI: <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.2007.0301>
- Wood L, Muller S, Peat G. The epidemiology of patellofemoral disorders in adult-hood: a review of routine general practice morbidity. *Prim Health Care Res Dev.* 2011;12(2):157-64. DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/S1463423610000460>
- Witvrouw E, Callaghan MJ, Stefanik JJ, Noehren B, Bazett-Jones DM, Willson JD, et al. Patellofemoral pain: consensus statement from the 3rd International Patellofemoral Pain Research Retreat held in Vancouver, September 2013. *Br J Sports Med.* 2014;48(6):411-4. DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2014-093450>
- Rothermich MA, Glaviano NR, Li J, Hart JM. Patellofemoral pain: epidemiology, pathophysiology, and treatment options. *Clin Sports Med.* 2015;34(2):313-27. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.csm.2014.12.011>
- Ford KR, Myer GD, Hewett TE. Valgus knee motion during landing in high school female and male basketball players. *Med Science Sports Exerc.* 2003;35(10):1745-50. DOI: <http://dx.doi.org/10.1249/01.MSS.0000089346.85744.D9>
- McGill SM, Cholewicki J. Biomechanical basis for stability: an explanation to enhance clinical utility. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2001;31(2):96-100. DOI: <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.2001.31.2.96>
- Fonseca ST, Ocarino JM, Silva PLP. Ajuste da rigidez muscular via sistema fuso-muscular-gama: implicações para o controle da estabilidade articular. *Rev Bras Fisioter.* 2004;8(3):187-95.
- Maia MS, Carandina MHF, Santos MB, Cohen, M. Associação do valgo dinâmico do joelho no teste de descida de degrau com a amplitude de rotação medial do quadril. *Rev Bras Med Esporte.* 2012;18(3):164-6. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922012000300005>
- Thijs Y, Van Tiggelen D, Willems T, De Clercq D, Witvrouw E. Relationship between hip strength and frontal plane posture of the knee during a forward lunge. *Br J Sports Med.* 2007;41(11):723-7. DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2007.037374>
- Silva VAN, Faria CDCM. Relação entre as características dos músculos glúteos e características biomecânicas da marcha. *Ter Man.* 2011;9(403):289-96.
- Kim D, Unger J, Lanovaz JL, Oates AR. The relationship of anticipatory gluteus medius activity to pelvic and knee stability in the transition to single-leg stance. *PMR.* 2016 Feb;8(2):138-44. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pmrj.2015.06.005>
- Brindle TJ, Mattacola C, McCrory J. Electromyographic changes in the gluteus medius during stair ascent and descent in subjects with anterior knee pain. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2003;11(4):244-51. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00167-003-0353-z>
- Santos TR, Oliveira BA, Ocarino JM, Holt KG, Fonseca ST. Effectiveness of hip muscle strengthening in patellofemoral pain syndrome patients: a systematic review. *Braz J Phys Ther.* 2015;19(3):167-76. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0089>
- Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *J Clin Epidemiol.* 2009;62(10):1006-12. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclinepi.2009.06.005>
- Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JP, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: explanation and elaboration. *BMJ.* 2009;339:b2700. DOI: <http://dx.doi.org/10.1137/journal.pmed.1000100>
- Shamseer L, Moher D, Clarke M, Gherzi D, Liberati A, Petticrew M, et al. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015: elaboration and explanation. *BMJ.* 2015;350:g7647.
- Sherrington C, Herbert RD, Maher CG, Moseley AM. Sherrington C, Herbert RD, Maher CG, Moseley AM. *Man Ther.* 2000;5(4):223-6. DOI: <http://dx.doi.org/10.1054/math.2000.0372>
- Russell KA, Palmieri RM, Zinder SM, Ingersoll CD. Sex differences in valgus knee angle during a single-leg drop jump. *J Athl Train.* 2006;41(2):166-71.
- Hall M, Stevermer CA, Gillette JC. Muscle activity amplitudes and co-contraction during stair ambulation following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Electromyogr Kinesiol.* 2015;25(2):298-304. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jelekin.2015.01.007>
- Felício LR, Dias LA, Silva APMC, Oliveira AS, Bevilacqua-Grossi D. Muscular activity of patella and hip stabilizers of healthy subjects during squat exercises. *Rev Bras Fisioter.* 2011;15(3):206-11.
- Neghaban H, Etemadi M, Naghibi S, Emrani A, Shaterzadeh Yazdi MJ, Salehi R, et al. The effects of muscle fatigue on dynamic standing balance in people with and without patellofemoral pain syndrome. *Gait Posture.* 2013;37(3):336-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2012.07.025>
- Fukuda TY, Rossetto FM, Magalhães E, Bryk FF, Lucareli PR, Almeida Aparecida Carvalho N. Short-term effects of hip abductors and lateral rotators strengthening in females with patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled clinical trial. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40(11):736-42. DOI: <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.2010.3246>

25. Fukuda TY, Melo WP, Zaffalon BM, Rossetto FM, Magalhães E, Bryk FF, et al. Hip posterolateral musculature strengthening in sedentary women with patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled clinical trial with 1-year follow-up. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2012;42(10):823-30. DOI: <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.2012.4184>
26. Baldon RM, Piva SR, Scattone Silva R, Serrão FV. Evaluating eccentric hip torque and trunk endurance as mediators of changes in lower limb and trunk kinematics in response to functional stabilization training in women with patellofemoral pain. *Am J Sports Med.* 2015;43(6):1485-93. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/0363546515574690>
27. Rathleff MS, Rathleff CR, Crossley KM, Barton CJ. Is hip strength a risk factor for patellofemoral pain? A systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2014;48(14):1088. DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2013-093305>