



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

**FUNÇÃO DOS MÚSCULOS ABDUTORES E ROTADORES  
LATERAIS DO QUADRIL NO TRATAMENTO DA  
SÍNDROME DA DOR FEMOROPATELAR**

THERESA HELISSA NAKAGAWA

SÃO CARLOS  
2008

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

**FUNÇÃO DOS MÚSCULOS ABDUTORES E ROTADORES  
LATERAIS DO QUADRIL NO TRATAMENTO DA  
SÍNDROME DA DOR FEMOROPATELAR**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Fisioterapia, área de concentração: Processos de Avaliação e Intervenção em Fisioterapia.

Discente: Theresa Helissa Nakagawa

Orientador: Prof. Dr. Fábio Viadanna Serrão

SÃO CARLOS

2008

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

N163fm

Nakagawa, Theresa Helissa.

Função dos músculos abdutores e rotadores laterais do quadril no tratamento da síndrome da dor femoropatelar / Theresa Helissa Nakagawa. -- São Carlos : UFSCar, 2008. 136 f.

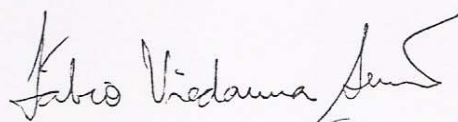
Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2008.

1. Sistema musculoesquelético. 2. Dor femoropatelar. 3. Eletromiografia. 4. Fisioterapia. 5. Quadril - músculos. 6. Dinamômetro isocinético. I. Título.

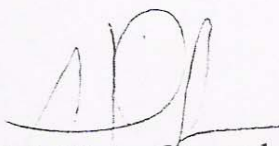
CDD: 616.7 (20ª)

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA PARA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE **Theresa Helissa Nakagawa**, APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, EM 29 DE FEVEREIRO DE 2008.

BANCA EXAMINADORA:



Fábio Viadanna Serrão  
(presidente)



Stela Márcia Mattiello Gonçalves Rosa  
(UFSCar)



Rúben de Faria Negrão Filho  
(UNESP)

Dedico esta dissertação com carinho...

...À **Deus** por todas as bênçãos em minha vida.

...Aos meus pais, **Yoshitoshi e Tereza**, que me apoiaram incondicionalmente em

todos os momentos da minha vida.

...Ao meu irmão, **Christian**, pelo seu incentivo e proteção constantes.

## **AGRADECIMENTOS**

*Ao longo do caminho percorrido, passei por dificuldades e alegrias e sempre tive o privilégio de estar cercada de pessoas que enriqueceram cada momento com sua contribuição especial. Por isso, me alegra a oportunidade de demonstrar meu reconhecimento a todos que tornaram possível a realização deste trabalho:*

*Ao **Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia (PPG-Ft) da UFSCar**, incluindo todo o **corpo docente**, pelos inúmeros ensinamentos fundamentais ao meu crescimento profissional e, também às **secretárias**, pela paciência e dedicação durante o desenvolvimento do mestrado.*

*Ao **Prof. Dr. Fábio Viadanna Serrão** pela sua grande generosidade, honestidade e respeito como pessoa e profissional. Sou grata pela confiança em mim depositada e por todas as oportunidades de aprendizado e desenvolvimento profissional proporcionadas!*

*À **Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Stela Márcia Mattiello Gonçalves Rosa**, pelo aceite do convite para participar desta Banca Examinadora, pelas correções realizadas na qualificação e pela presteza e boa vontade com que sempre me atendeu.*

*Ao **Prof. Dr. Rúben de Faria Negrão Filho**, por aceitar prontamente participar desta Banca Examinadora, pela atenção, presteza e importante colaboração dispensadas na qualificação.*

*Ao **Prof. Dr. Rinaldo Roberto de Jesus Guirro**, também pela prontidão ao aceitar o convite e pelas correções realizadas no material da qualificação.*

*À **Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Carlos Dias Maciel**, pela paciência, dedicação e disposição do seu tempo para auxiliar no processamento dos sinais deste estudo.*

*Aos **fisioterapeutas Rodrigo e Thiago**, meus companheiros de projetos, juntos superamos muitas dificuldades e estresse que surgiram no caminho, mas também compartilhamos momentos de alegria e descontração. No final, o saldo foi muito positivo! Valeu o esforço! Aprendi e cresci bastante com esta convivência e desejo a vocês muito sucesso!*

*Aos **amigos** do Laboratório de Avaliação e Intervenção em Ortopedia e Traumatologia (**LAIOT**), **Daniel, Guilherme, Thiago, Rodrigo, Vanessa e Rodrigo Scattone**, pela amizade, pelo companheirismo e por compartilhar os conhecimentos e as experiências*

*sem restrição, tornando o LAIOT um ambiente saudável para o desenvolvimento e crescimento de todos.*

*Aos **novos amigos do PPG-Ft, Karina, Paulinha, Carol, Ana Beatriz, Tatiana, Letícia, Cristiane, Luciana, Roberta, Nadiesca e Lígia**, apesar do pouco tempo de convivência, sinto grande admiração por vocês, pela boa vontade em auxiliar uns aos outros e dividir com generosidade os conhecimentos, mesmo com tantas atribuições e o tempo escasso.*

*Aos **Amigos da Academia da Força Aérea**, que são muitos e em parte me parece injusto citar nomes, porém não posso deixar de mencionar a **Ísis**, pois sem seu apoio, talvez não tivesse feito nem o primeiro contato com o Prof. Fábio e a **Nádia** que sempre me incentivou e me deu apoio para que eu pudesse conciliar essas duas carreiras tão distintas e ao mesmo tempo com tantas similaridades! Agradeço a **todos os amigos** pela paciência e incentivo durante esses dois anos!*

*Aos amigos **Juliana, José, Douglas, Patrícia, Mariana, Cristiane e Renata**, amigos da **Universidade Estadual de Londrina**. Quando a gente sente a presença e o apoio dos amigos e sabe que esta amizade foi capaz de superar o tempo e os milhares de quilômetros de distância que separam alguns de nós, então a gente tem a certeza de que as conquistas profissionais só valem a pena porque vêm acompanhadas de amizades sinceras e duradouras como a nossa!*

*À **Iolanda** e à **Neusa**, pessoas especiais, sempre com boa vontade, um sorriso no rosto, palavras de incentivo e um chá ou café capazes de nos animar mesmo quando parece que nada vai dar certo! São pessoas que fazem toda a diferença no nosso caminhar!*

*Aos **voluntários**, pela paciência, boa vontade, dedicação e comprometimento durante o estudo. Sem vocês, nada disso faria sentido ou seria possível de realizar!*

*À **minha família**, pelo incentivo constante, pela paciência, pelo carinho e amor dispensados, por me ensinar a não desistir diante das dificuldades e a lutar pelos meus sonhos. Em especial, aos **meus pais**, que são a minha base e o meu porto seguro em todos os sentidos e momentos da minha vida!*

## LISTA DE TABELAS

---

	Página
<b>ESTUDO I:</b>	
<b>Tabela 1</b> – Comparação do pico de torque isocinético excêntrico de abdução, adução, rotação externa e rotação interna do quadril pela massa corporal (Nm/kg) entre os sujeitos com a síndrome da dor femoropatelar (SDFP) e o grupo controle (Média ± DP).	23
<b>Tabela 2</b> – Tabela 2 – Comparação da razão do torque excêntrico de adução/abdução e rotação interna/rotação externa do quadril entre os sujeitos com a síndrome da dor femoropatelar (SDFP) e o grupo controle (Média ± DP).	24
<b>ESTUDO II:</b>	
<b>Tabela 1</b> - Protocolo de reabilitação patelofemoral do Grupo Controle (GC) e Grupo Intervenção (GI).	42
<b>Tabela 2</b> - Média e desvio-padrão (DP) da pior dor, dor usual na semana anterior e a avaliação da dor durante a subida e descida de escada, agachamento e ao permanecer sentado por tempo prolongado, para ambos os grupos.	44
<b>Tabela 3</b> - Média e desvio-padrão (DP) do pico de torque isocinético excêntrico extensor do joelho, abductor e rotador lateral do quadril pela massa corporal (Nm/kg).	45
<b>Tabela 4</b> - Média e desvio-padrão (DP) do sinal eletromiográfico do glúteo médio durante a contração isométrica voluntária máxima (CIVM), contração excêntrica (CE) e CE expressa como porcentagem da CIVM (CE/CIVM).	46



## LISTA DE FIGURAS

---

	Página
<b>ESTUDO I:</b>	
<b>Figura 1</b> – Posicionamento do sujeito para a avaliação do torque de abdução e adução do quadril.	20
<b>Figura 2</b> – Posicionamento do sujeito para a avaliação do torque de rotação externa e rotação interna do quadril.	21

## SUMÁRIO

---

	Página
<b>CONTEXTUALIZAÇÃO</b>	01
<b>TEMA DE INTERESSE</b>	09
<b>HISTÓRICO DA COMPOSIÇÃO DA DISSERTAÇÃO</b>	10
<b>ESTUDO I: Função excêntrica dos músculos do quadril em mulheres com e sem a síndrome da dor femoropatelar</b>	
Introdução	15
Métodos	17
Resultados	23
Discussão	24
Conclusões	29
<b>DESDOBRAMENTOS A PARTIR DO ESTUDO I</b>	30
<b>ESTUDO II: O efeito da adição do fortalecimento dos músculos abdutores e rotadores laterais do quadril no tratamento da síndrome da dor femoropatelar: um estudo piloto</b>	
Introdução	34
Métodos	36
Resultados	43
Discussão	46
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	52
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	53
<b>APÊNDICES</b>	59



## CONTEXTUALIZAÇÃO

---

A síndrome da dor femoropatelar (SDFP) é uma das afecções mais comuns da articulação do joelho, afetando principalmente o sexo feminino (HUTCHINSON & IRELAND, 1995; ALMEIDA *et al.*, 1999; FULKERSON & ARENDT, 2000) e representa cerca de 25% de todas as lesões da articulação do joelho tratadas nas clínicas de medicina esportiva (DEVEREAUX & LACHMANN, 1984; BAQUIE & BRUKNER, 1997; DEHAVEN & LINTNER, 2002).

Tipicamente, os pacientes com a SDFP apresentam queixa de sintomatologia dolorosa anterior e/ou retropatelar de início insidioso com tendência a exacerbação durante a posição sentada prolongada ou atividade com descarga de peso sobre os joelhos fletidos (FULKERSON & ARENDT, 2000; IRELAND *et al.*, 2003).

A etiologia da SDFP, na ausência de trauma, é multifatorial, sendo que dentre os fatores predisponentes podemos citar: a anteversão femoral, a fraqueza ou a atrofia do músculo vasto medial oblíquo (VMO), o aumento do ângulo do quadríceps (ângulo Q), o joelho valgo, a torção tibial externa, a hiperpronação subtalar, a displasia troclear, a patela alta, a rigidez do trato iliotibial e a fraqueza dos músculos abdutores e rotadores laterais do quadril (POWERS *et al.*, 1995; WITVROUW *et al.*, 2000; COWAN *et al.*, 2001; MIZUNO *et al.*, 2001; LEE *et al.*, 2003; POWERS, 2003; IRELAND *et al.*, 2003; ROBINSON & NEE, 2007).

Tem sido reconhecido que a articulação femoropatelar e, portanto a SDFP, pode ser influenciada pela interação dos segmentos do membro inferior, como por exemplo, pelo movimento anormal da tibia e do fêmur no plano transversal e frontal, podendo resultar em

aumento do estresse da cartilagem articular e do osso subcondral (POWERS, 2003; POWERS *et al.*, 2003; LEE *et al.*, 2003).

O comprometimento da musculatura proximal à articulação femoropatelar pode contribuir para o desenvolvimento da SDFP (POWERS, 2003), em especial, a fraqueza dos músculos do quadril, principalmente dos abdutores e rotadores laterais, pode levar a um menor controle dos movimentos do fêmur no plano frontal e transversal (MASCAL *et al.*, 2003, CICHANOWSKI *et al.*, 2007).

O papel da fraqueza dos músculos abdutores e rotadores laterais do quadril na SDFP é melhor compreendido quando se considera o conceito do ângulo Q, o qual é formado pela interação resultante não colinear de duas forças primárias que agem sobre a patela: o vetor de força do quadríceps ( $F_Q$ ) e o vetor de força do tendão patelar ( $F_{TP}$ ). O alinhamento normal do membro inferior predispõe a patela a forças direcionadas lateralmente, este fenômeno é conhecido como a “lei do valgo”. Qualquer fator que aumente a obliquidade da  $F_Q$  ou a obliquidade do tendão patelar no plano frontal pode aumentar a força lateral que atua sobre a patela, levando à compressão da faceta lateral da patela na proeminência da faceta lateral da tróclea do fêmur, quando o joelho está em extensão, ou no aspecto lateral da fossa intercondilar do fêmur, quando o joelho está em flexão (HVID & ANDERSEN, 1982; SCHULTHIES *et al.*, 1995; MIZUNO *et al.*, 2001; FULKERSON, 2002).

Na prática clínica, o ângulo Q é mensurado traçando-se uma linha imaginária da espinha ilíaca ântero-superior (EIAS) ao centro da patela e outra linha do centro da patela ao tubérculo anterior da tibia (INSALL *et al.*, 1976). O ângulo agudo formado por essas duas linhas é o ângulo Q mensurado. A linha que se estende da EIAS ao centro da patela é usada para representar a inclinação do vetor  $F_Q$ , enquanto a linha que se estende do centro da patela ao tubérculo anterior da tibia é utilizada para representar a inclinação da  $F_{TP}$ . Assim, um

aumento no ângulo Q mensurado sugeriria um aumento na magnitude do vetor valgo e, assim, uma maior tendência da patela deslocar-se lateralmente.

Powers (2003) sugere que o ângulo Q pode ser influenciado por três movimentos do membro inferior: a rotação tibial, a rotação femoral e o valgo de joelho. O ângulo Q pode ser influenciado distalmente pelo movimento da tíbia em relação ao fêmur, sendo que a rotação tibial lateral move a tuberosidade da tíbia lateralmente, aumentando o ângulo Q. Também, o ângulo Q pode ser influenciado proximalmente pela rotação femoral, sendo que o aumento da rotação medial do fêmur pode resultar em um ângulo Q aumentado, já que a patela se move medialmente em relação à EIAS e a tuberosidade tibial. Ao contrário, a rotação lateral do fêmur diminui o ângulo Q. O joelho valgo pode resultar da adução femoral, que dispõe a patela medialmente em relação à EIAS; da abdução tibial, que move lateralmente a tuberosidade da tíbia ou de uma combinação desses fatores.

Independente do aumento do ângulo Q e do aumento das forças laterais dirigidas à patela, a rotação femoral medial afeta o alinhamento e a cinemática da patela, como demonstrado no estudo de Powers *et al.* (2003) que realizaram um estudo utilizando exame de ressonância magnética cinemática em mulheres com diagnóstico de SDFP e subluxação lateral patelar durante o movimento de extensão de joelho com e sem descarga de peso. Foi demonstrado que a subluxação patelar durante a atividade sem descarga de peso pode ser caracterizada pelo movimento da patela sobre o fêmur, ao contrário, durante a atividade com descarga de peso a subluxação patelar pode ser caracterizada pela rotação excessiva do fêmur sob a patela. Assim, este estudo evidencia o papel da rotação medial excessiva do fêmur na subluxação patelar lateral em atividade com descarga de peso.

Clinicamente, a adução femoral excessiva, durante atividades dinâmicas, pode resultar da fraqueza dos músculos abdutores do quadril, em particular, o glúteo médio (GM), as fibras superiores do glúteo máximo e o tensor da fáscia lata. O excesso de rotação medial

do fêmur durante a fase inicial de apoio da marcha e a descida de degrau pode ocorrer devido a fraqueza dos músculos rotadores laterais do quadril. A adução e a rotação medial excessivas do fêmur durante as atividades funcionais produzem um aumento no ângulo Q, que geram uma hiperpressão no aspecto lateral da articulação femoropatelar levando a dor femoropatelar (NEUMAN & COOK, 1985; MASCAL *et al.*, 2003; WILSON *et al.*, 2007).

Ireland *et al.* (2003), compararam a força isométrica máxima dos músculos abdutores e rotadores laterais do quadril de indivíduos do sexo feminino com e sem SDFP. Os autores relataram diminuição de 26% da força dos músculos abdutores e 36% da força dos músculos rotadores laterais de quadril do grupo com SDFP quando comparado ao grupo sem SDFP. Entretanto, Piva *et al.* (2005) ao investigarem a força isométrica máxima dos músculos abdutores e rotadores laterais do quadril em pacientes com SDFP e indivíduos sadios não identificaram diferença na força dos músculos do quadril. Porém, recentemente, Robinson & Nee (2007) reportaram redução de 52% na força isométrica voluntária máxima de extensão do quadril, 27% de abdução do quadril e 30% da rotação lateral do quadril em mulheres com SDFP quando comparadas ao grupo controle. Cichanowski *et al.* (2007) relataram diminuição global da força isométrica máxima dos músculos do quadril em mulheres atletas com a SDFP quando comparadas a mulheres sadias. Também os músculos abdutores e rotadores laterais do quadril foram significativamente mais fracos no membro inferior afetado do que no não-afetado no grupo SDFP.

A alteração na atividade elétrica do músculo GM, pode afetar a articulação femoropatelar, já que o atraso no tempo de início de ativação ou a diminuição na duração de sua atividade poderia provocar um excesso de adução ou rotação medial do fêmur sob a patela com conseqüente aumento do ângulo Q (POWERS, 2003; POWERS *et al.*, 2003). Apenas dois estudos avaliaram os aspectos temporais da ativação eletromiográfica do músculo GM. Brindle *et al.* (2003) relataram atraso no tempo do início de ativação e menor

duração da atividade eletromiográfica do músculo glúteo médio nas atividades de subida e descida de escada no grupo de indivíduos com SDFP quando comparados a indivíduos sem disfunção do joelho. Boling *et al.* (2006) compararam o tempo de início e duração da ativação dos músculos VMO, vasto lateral (VL) e GM durante a atividade de subida e descida de degrau em indivíduos portadores da SDFP e indivíduos saudáveis. Foi encontrado atraso significativo para o tempo de início de ativação do VMO em relação ao VL, porém não foi encontrada diferença no tempo de início ou duração da ativação do músculo GM entre os grupos estudados. Assim, há poucos estudos referentes ao padrão de ativação eletromiográfica do músculo glúteo médio em indivíduos com a SDFP e os resultados são contraditórios.

É importante o conhecimento da cinemática anormal do membro inferior que pode influenciar a articulação femoropatelar, pois as intervenções para controlar a biomecânica anormal dos membros inferiores podem não ser restritas a área dolorosa, mas abranger também os segmentos proximais ou distais à articulação femoropatelar (GROSS & FOXWORTH, 2003; MASCAL *et al.*, 2003).

Existem diversas abordagens de tratamento conservador, sendo que esse tem sido baseado na correção do alinhamento e da trajetória da patela no sulco troclear. Desta forma, o tratamento é focado localmente e tipicamente incluem o fortalecimento do músculo quadríceps, com ênfase na reabilitação do VMO, o uso de *taping* patelar, a órtese patelar, os alongamentos e a mobilização de tecidos moles (McCONNELL, 1986; LAPRADE *et al.*, 1998; VAN TIGGELEN *et al.*, 2004; POWERS *et al.*, 2004; WITVROUW *et al.*, 2005; AMINAKA & GRIBBLE, 2005;). Entretanto, estudos de revisão publicados recentemente, demonstraram a necessidade de mais pesquisas sobre a avaliação e a intervenção na SDFP, já que não existem evidências suficientes para recomendar qualquer tipo de terapia isolada ou combinada com resposta favorável para todos os indivíduos portadores da SDFP



(PHILADELPHIA PANEL, 2001; BIZZINI *et al.*, 2003; HEINTJES *et al.*, 2005). As evidências relativas ao uso de exercícios terapêuticos no tratamento da SDFP também são limitadas no que concerne à redução da dor e conflitantes em relação à melhora funcional (HEINTJES *et al.*, 2005).

Segundo a teoria da cadeia cinética fechada, o complexo lombo-pelve-quadril (centro) tem sido descrito como uma “caixa” composta pelos músculos abdominais anteriormente, pelos músculos paravertebrais e glúteos posteriormente, o músculo diafragma superiormente e a musculatura que compõe o assoalho pélvico e a cintura do quadril inferiormente. O controle do complexo lombo-pelve-quadril na SDFP é importante, pois assegura que o local da inserção proximal dos músculos abdutores e rotadores laterais do quadril seja estável. Acredita-se que essa estabilidade permita a geração de maior torque por esses músculos durante o movimento e minimize o movimento de adução e rotação medial excessivo do fêmur durante as atividades em apoio unipodal. Estudos sugerem que a diminuição da força ou controle muscular do quadril, especialmente da musculatura abduutora do quadril, esteja relacionada às lesões da articulação do joelho e tornozelo (AKUTHOTA & NADLER, 2004; NIEMUTH *et al.*, 2005).

Mascal *et al.* (2003) relataram dois estudos de caso de pacientes com SDFP que apresentavam falta de controle do quadril no plano transversal e frontal durante movimentos funcionais. As pacientes foram tratadas, durante 14 semanas, com exercícios terapêuticos focados no fortalecimento e treino do controle motor da musculatura abdominal, com ênfase no músculo transverso abdominal, pélvico e de quadril, principalmente dos músculos abdutores e rotadores laterais de quadril. Os resultados demonstraram melhora significativa da função e da sintomatologia dolorosa, aumento da força dos músculos glúteo médio e máximo e melhora da cinemática dos membros inferiores durante teste dinâmico em ambas as pacientes. Cibulka & Threlkeld-Watkins (2005) descreveram um estudo de caso, de uma

paciente com a SDFP associada a padrão atípico de diminuição da rotação medial de quadril, fraqueza dos músculos rotadores mediais e abdutores do quadril do membro inferior acometido. Os autores referem melhora do quadro álgico e ganho de força muscular associado a melhora da simetria nas rotações do quadril entre os membros inferiores, permitindo que a musculatura envolvida atuasse de forma mais favorável na curva comprimento-tensão. Tyler *et al.* (2006) realizaram um estudo com 35 pacientes com SDFP, submetidos a um programa de tratamento de 6 semanas, composto de exercícios de fortalecimento e flexibilidade dos músculos do quadril em cadeia cinética aberta e fechada. Foi relatada associação do ganho de 35% de força muscular dos flexores do quadril e aumento na flexibilidade do músculo iliopsoas e da banda iliotibial com o sucesso do tratamento. Boling *et al.* (2006) verificaram o efeito de um programa de reabilitação, o qual incorpora exercícios de fortalecimento para a musculatura do quadril e quadríceps, em cadeia cinética fechada, com duração de 6 semanas, sobre a atividade eletromiográfica dos músculos quadríceps e GM, dor e questionário funcional. Houve melhora significativa da dor, do score do questionário funcional e da diferença no tempo de início da ativação dos músculos VL e VMO após o tratamento nos indivíduos portadores da SDFP. Porém, não foi encontrada diferença no tempo de início ou duração da ativação do GM.

Assim, a SDFP é uma das afecções mais comuns da articulação do joelho e apesar de existirem evidências de alteração na função dos músculos abdutores e rotadores laterais do quadril em indivíduos com SDFP quando comparados a indivíduos saudáveis, os estudos apresentam alguns resultados conflitantes (BRINDLE *et al.*, 2003; BOLING *et al.*, 2006; CICHANOWSKI *et al.*, 2007). Durante as atividades funcionais em cadeia cinética fechada, os músculos abdutores e rotadores laterais do quadril devem atuar excentricamente para impedir ou reduzir a adução e rotação medial do fêmur (FERBER *et al.*, 2003), entretanto nenhum estudo comparou o torque excêntrico máximo desses músculos entre indivíduos com

a SDFP e sadios. Os estudos sobre o tratamento da SDFP com ênfase no treino de força e funcional dos músculos do quadril demonstraram sucesso no tratamento, porém são recentes e escassos. A abordagem ou ênfase na musculatura do quadril a ser fortalecida ou treinada funcionalmente difere entre os estudos apresentados (MASCAL *et al.*, 2003; CIBULKA & THRELKELD-WATKINS, 2005; TYLER *et al.*, 2006). Também não foi encontrado, na literatura pesquisada, estudo comparando o tratamento convencional baseado em fortalecimento de quadríceps com o tratamento com acréscimo do fortalecimento e treino funcional dos músculos estabilizadores de tronco, pelve e quadril, com ênfase nos abdutores e rotadores laterais de quadril na SDFP.

## **TEMA DE INTERESSE**

---

Diante do exposto, o presente estudo teve como propósito avaliar e comparar parâmetros da função muscular excêntrica entre mulheres com a SDFP e mulheres saudáveis e avaliar o efeito do fortalecimento e treino funcional da musculatura do tronco, pelve e quadril no tratamento da SDFP.

## HISTÓRICO DA COMPOSIÇÃO DA DISSERTAÇÃO

---

A presente dissertação de mestrado é composta de dois artigos originais e uma revisão bibliográfica. Os artigos originais foram desenvolvidos simultaneamente, mas pelo delineamento de pesquisa característico de cada um, serão apresentados a seguir em ordem cronológica do término dos mesmos.

O estudo I contemplou a avaliação e a comparação do torque isocinético excêntrico máximo dos músculos abdutores e rotadores laterais do quadril e a análise da atividade eletromiográfica do músculo glúteo médio durante a sua contração excêntrica em mulheres portadoras da SDFP e mulheres saudáveis. Não há estudos na literatura que abordam a função excêntrica dos músculos citados em indivíduos com a SDFP. Assim, esse estudo permitiu maior compreensão da função excêntrica dos músculos do quadril que controlam os movimentos de adução e rotação medial do fêmur durante as atividades funcionais e que estão potencialmente envolvidos no desenvolvimento da SDFP, especialmente nos indivíduos do sexo feminino.

Com o objetivo de melhorar o conhecimento relativo à função dos músculos abdutores e rotadores laterais do quadril no tratamento da SDFP, o estudo II foi realizado. Foram comparados dois protocolos de tratamento, sendo a que a diferença entre os dois foi somente a adição de exercícios de fortalecimento e treino funcional dos músculos transverso abdominal, abdutores e rotadores laterais do quadril em um dos grupos estudados.

O artigo de revisão bibliográfica será somente anexado ao final da dissertação, já que o seu conteúdo foi abordado na contextualização e inclusive atualizado, já que o artigo foi escrito durante as atividades iniciais do mestrado e desde então novos artigos de relevância ao assunto foram publicados. O artigo de revisão sobre a abordagem funcional dos músculos

do quadril no tratamento da SDFP foi aceito para publicação na Revista Fisioterapia em Movimento (ANEXO III).

## **ESTUDO I**

---

### **Função excêntrica dos músculos do quadril em mulheres com e sem a síndrome da dor femoropatelar**

## RESUMO

**Contexto:** A síndrome da dor femoropatelar (SDFP) é uma dos problemas mais comuns do joelho na população atlética. Recentemente, fatores proximais, incluindo a fraqueza e o pobre controle motor dos músculos do quadril, têm sido apontados como fatores contribuintes para o desenvolvimento da SDFP. Contudo, nenhum estudo avaliou a função excêntrica dos músculos do quadril em sujeitos com a SDFP.

**Objetivo:** Comparar a função excêntrica dos músculos do quadril entre mulheres com a SDFP e mulheres saudáveis.

**Delineamento experimental:** Estudo transversal.

**Ambiente:** Laboratório de Musculoesquelética.

**Pacientes ou outros participantes:** Foram estudados dois grupos: um grupo de mulheres com a SDFP (n=10) e um grupo de mulheres sem história de lesão ou cirurgia em membros inferiores (n=10).

**Metodologia:** O pico de torque isocinético excêntrico de abdução, adução, rotação lateral e medial de quadril foi coletado e expresso como uma porcentagem da massa corporal (Nm/Kg x 100). Também foram avaliadas as razões dos torques de adução/abdução e rotação medial/rotação lateral do quadril. A atividade eletromiográfica do glúteo médio foi coletada durante a contração excêntrica de abdução do quadril e expressa como uma porcentagem da contração isométrica voluntária máxima.

**Resultados:** Os indivíduos com a SDFP apresentaram diminuição significativa do pico de torque excêntrico de abdução (p= 0,008) e adução (p= 0,008) do quadril quando comparados aos indivíduos saudáveis. Não foi encontrada nenhuma diferença no pico de torque excêntrico de rotação lateral (p= 0,96) ou medial (p= 0,51) entre os grupos. A razão do torque de adução/abdução do quadril foi significativamente maior no grupo com SDFP (p= 0,03), porém a razão do torque de rotação medial/ lateral não apresentou diferença entre os grupos SDFP e



controle ( $p= 0,47$ ). A atividade eletromiográfica do glúteo médio durante a avaliação da abdução excêntrica não apresentou diferença entre os grupos ( $p= 0,96$ ).

**Conclusões:** Mulheres com a SDFP demonstraram redução do pico de torque excêntrico de abdução e adução do quadril e aumento da razão do torque de adução/abdução do quadril quando comparadas às mulheres do grupo controle. Assim, os clínicos devem considerar os exercícios de fortalecimento excêntrico de abdução do quadril no desenvolvimento dos programas de reabilitação para mulheres com a SDFP.

**Palavras-chave:** síndrome da dor femoropatelar, abdução do quadril, rotação lateral do quadril, eletromiografia, torque.

## 1 - INTRODUÇÃO

A síndrome da dor femoropatelar (SDFP) é uma das queixas ortopédicas da articulação do joelho mais comumente encontrada na população atlética e presente com maior prevalência nas mulheres atletas do que nos homens (TAUTON *et al.*, 2002; TUMIA & MAFFULLI, 2002). O sintoma reportado mais freqüentemente é a dor difusa peripatelar e retropatelar associada a atividades que sobrecarregam a articulação femoropatelar, como a subida e descida de escadas, agachamento e sentar com os joelhos fletidos durante tempo prolongado (FULKERSON, 2002; COWAN *et al.*, 2002). Uma das etiologias da SDFP mais comumente aceita é o deslizamento anormal da patela sobre a tróclea femoral. Fatores contribuintes potenciais tem sido estudados e incluem a insuficiência do vasto medial oblíquo, a diminuição da flexibilidade do quadríceps, isquiotibiais e banda iliotibial, a anteversão femoral, o ângulo Q aumentado e a patela hipermóvel (HUBERTI & HAYES, 1984; MIZUNO *et al.*, 2001; FULKERSON, 2002; COWAN *et al.*, 2002; WITVROUW *et al.*, 2002; PIVA *et al.*, 2005; TYLER *et al.*, 2006).

Recentemente, o pobre controle da adução e rotação medial do quadril durante as atividades com descarga de peso tem sido associado à SDFP em mulheres (POWERS, 2003). Power *et al.* (2003) demonstraram que durante as atividades com descarga de peso o fêmur roda medialmente sob a patela em mulheres portadoras da SDFP e de subluxação de patela. O aumento da adução do quadril durante as atividades funcionais em mulheres com a SDFP também têm sido reportado (MASCAL *et al.*, 2003; WILSON *et al.*, 2007). A adução e rotação medial do quadril excessiva podem aumentar o ângulo Q dinâmico e gerar uma maior pressão de contato lateral da patela (POWERS, 2003). Movimentos repetitivos durante as atividades funcionais com este mau alinhamento podem sobrecarregar o retináculo patelar e a cartilagem articular retropatelar causando dor (HUBERTI & HAYES, 1984; LEE *et al.*, 2003)

Tem sido proposto que fatores proximais incluindo a fraqueza e a diminuição do controle motor dos músculos do quadril contribuem para o desenvolvimento da SDFP. De fato, Ireland *et al.* (2003), Robinson & Nee (2007) e Cichanowski *et al.* (2007) demonstraram fraqueza dos músculos abdutores e rotadores laterais do quadril em indivíduos do sexo feminino com a SDFP quando comparados a um grupo controle. Entretanto, Piva *et al.* (2005) não apoiaram os resultados acima. Brindle *et al.* (2003) demonstraram atraso no tempo do início da ativação e uma menor duração da ativação do músculo glúteo médio durante a subida e descida de escada, contudo Boiling *et al.* (2006) não encontraram diferença no tempo de início da ativação ou duração da ativação do glúteo médio durante a mesma atividade funcional.

Baseado no exposto acima, poucos estudos focaram sobre a função dos músculos do quadril na SDFP e os resultados não foram consistentes. Além disso, durante as atividades funcionais com descarga de peso, os músculos abdutores e rotadores laterais do quadril devem agir excentricamente para controlar ou resistir à adução e a rotação medial excessiva (FERBER *et al.*, 2003); entretanto, nenhum estudo avaliou a função muscular excêntrica em indivíduos com a SDFP. Portanto, o objetivo do nosso estudo foi verificar se há diferença no pico de torque excêntrico de abdução, adução, rotação lateral e rotação medial do quadril, na relação dos torques de adução/abdução e rotação medial/ rotação lateral e na atividade eletromiográfica do glúteo médio entre mulheres com a SDFP e indivíduos controle do sexo feminino pareados pela idade.

## 2 - MÉTODOS

### 2.1 – Delineamento do estudo

Utilizamos um delineamento de estudo transversal para avaliar diferenças na função excêntrica dos músculos do quadril em mulheres com a SDFP quando comparadas ao grupo controle. Todos os procedimentos realizados foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos e todos os voluntários deram o seu consentimento informado. As avaliações foram realizadas no Laboratório de Intervenção em Ortopedia e Traumatologia (LAIOT) e no Setor de Fisioterapia da Unidade Saúde – Escola da Universidade Federal de São Carlos.

### 2.2 - Sujeitos

Dez pacientes com SDFP consecutivos do sexo feminino encaminhados para fisioterapia foram recrutados para este estudo (idade=  $22,9 \pm 5,2$  anos, altura=  $164,9 \pm 6,9$  cm, massa corporal=  $60,9 \pm 9,7$  kg). Dez indivíduos controle pareados pela idade, altura e massa corporal, que negaram qualquer história de lesão ou dor prévia no joelho também foram recrutados para participarem na coleta de dados (idade=  $23,9 \pm 2,3$  anos, altura=  $165,0 \pm 5,2$  cm, massa corporal=  $57,7 \pm 4,4$  kg).

Os critérios de inclusão para o grupo SDFP foram dor anterior ou retropatelar em pelo menos três das seguintes atividades: subida/descida de escada, agachamento, corrida, ajoelhar-se, saltos e sentar durante tempo prolongado; início insidioso dos sintomas não relacionados a incidente traumático e persistente durante pelo menos quatro semanas; presença de dor à palpação das facetas patelares, descida de um degrau de 25 cm de altura ou durante agachamento bipodal (COWAN *et al.*, 2002; CROSSLEY *et al.*, 2002).

Os sujeitos de ambos os grupos, SDFP e controle, foram excluídos se apresentassem sinais ou sintomas de condições patológicas meniscal ou intra-articular; envolvimento dos ligamentos cruzado ou colateral; sensibilidade à palpação do tendão patelar, banda iliotibial e pata de ganso; sinal da apreensão patelar; síndrome de Osgood-Schlatter ou Sinding-Larsen-Johansson; dor referida lombar ou de quadril; história de deslocamento patelar; evidência de efusão articular de joelho; ou cirurgia prévia na articulação femoropatelar (CROSSLEY *et al.*, 2002).

Um membro de cada sujeito foi utilizado para comparação entre os grupos. No caso de dor unilateral, as avaliações foram coletadas do membro acometido. O membro mais afetado referido pelo paciente foi considerado como o lado acometido para os indivíduos com sintomas bilaterais. O membro correspondente do controle foi avaliado (PIVA *et al.*, 2005).

### **2.3. - Instrumentos**

O pico de torque excêntrico de abdução, adução, rotação lateral, rotação medial de quadril foi mensurado com um dinamômetro isocinético (*Biodex Multi-Joint System 2, Biodex Medical Incorporation, New York, NY, USA*). O dinamômetro foi calibrado diariamente durante as avaliações.

Os dados eletromiográficos foram coletados durante a avaliação do torque excêntrico de abdução de quadril. Previamente ao teste, a pele foi tricotomizada e limpa com álcool. Eletrodos bipolares de superfície Ag/AgCl (*Meditrace TM 100, Mansfield, Canada, CA*) foram posicionados a meia distância entre crista ilíaca e o trocânter maior (HERMENS *et al.*, 1999) e também a meia distância entre as espinhas ilíacas superiores anterior e posterior (LYONS *et al.*, 1983) sobre o ventre muscular do glúteo médio. Os eletrodos de superfície posicionados paralelos às fibras musculares do glúteo médio apresentavam diâmetro de 30

mm e possuíam uma distância intereletrodo de 30 mm. O eletrodo de referência foi posicionado ao redor da articulação do tornozelo.

Os sinais eletromiográficos foram obtidos utilizando um módulo de oito canais (EMG *System* do Brasil LTDA), que consistia de um condicionador de sinal com filtro passa-banda com frequência de corte de 20-500 Hz e um amplificador com ganho de 1000x com uma razão de modo de rejeição comum > 120 dB. Os dados foram submetidos a conversão digital (12 bits) com uma frequência de amostragem anti-aliasing de 8.0 kHz e uma amplitude de *input* de 5 mV. O dado eletromiográfico bruto foi armazenado em um computador pessoal para análise com o programa *Matlab* (*Mathworks, Natick, Massachusetts, USA*).

## 2.4 – Procedimentos

Previamente ao teste, coletamos as informações demográficas e os indivíduos realizaram um aquecimento submáximo de 5 minutos em uma bicicleta ergométrica (VAN CINGEL *et al.*, 2006). O sujeito foi posicionado na posição em decúbito lateral com o quadril e o joelho não testados fletidos e fixos com cintas. O eixo de rotação do dinamômetro foi alinhado com o ponto sobre o indivíduo que representava a intersecção de duas linhas retas. Uma linha direcionada inferiormente partindo da espinha ilíaca póstero-superior em direção ao joelho e, a outra linha direcionada medialmente partindo do trocânter maior do fêmur em direção a linha medial do corpo. O quadril foi posicionado em alinhamento neutro nos três planos. Os indivíduos foram orientados a manter os dedos do pé apontados para frente e a não flexionar o joelho com o objetivo de prevenir alterações no recrutamento muscular e compensações durante a avaliação (Figura 1). Os indivíduos completaram duas contrações isométricas voluntárias máximas (CIVM) de 5 segundos de duração. O período de repouso de um minuto foi concedido entre os testes. A atividade eletromiográfica do glúteo médio foi coletada durante as CIVMs. O sinal eletromiográfico coletado durante a segunda contração foi

utilizado para normalizar o sinal coletado durante o teste isocinético excêntrico de abdução do quadril.



Figura 1 - Posicionamento do sujeito para a avaliação do torque de abdução e adução do quadril.

Após completar as CIVMs, os sujeitos executaram duas séries de cinco contrações submáximas e uma série de cinco contrações máximas recíprocas excêntricas dos músculos avaliados para familiarização com um período de repouso de um minuto entre cada série. Após três minutos de intervalo de repouso, foram realizadas duas séries de cinco repetições com o esforço voluntário excêntrico máximo com três minutos de intervalo entre as séries. O valor da média do pico de torque das dez repetições foi usado na análise dos dados. As avaliações do torque excêntrico de adução/abdução e rotação medial/ rotação lateral de quadril foram conduzidos em ordem aleatória entre os sujeitos. Os movimentos foram executados a uma velocidade angular de 30 graus por segundo (DONATELLI *et al.*, 1991) e o pico de torque foi coletado e normalizado pela a massa corporal dos sujeitos  $[(Nm/kg) \times 100]$ .

O pico de torque isocinético excêntrico de abdução e adução do quadril foi coletado com o sujeito posicionado como exposto acima na CIVM do glúteo médio. A amplitude de movimento do teste foi de 0 grau (posição neutra) a 30 graus de abdução do quadril (BURNETT, *et al.*, 1990).

O pico de torque isocinético excêntrico de rotação lateral e rotação medial de quadril foi mensurado na posição sentada com os quadris e joelhos fletidos a 90 graus. O eixo do dinamômetro foi alinhado com o eixo longo do fêmur (Figura 2). A amplitude de movimento do teste foi de 0 grau (posição neutra) a 30 graus de rotação lateral de quadril (LINDSAY, *et al.*, 1992).



Figura 2 – Posicionamento do sujeito para a avaliação do torque de rotação lateral e rotação medial do quadril.



Conduzimos um estudo piloto para estabelecer a confiabilidade da avaliação do pico de torque isocinético excêntrico. Nove sujeitos foram testados em duas ocasiões distintas com um intervalo de uma semana entre elas. A ordem aleatória dos testes foi pareada entre o dia 1 e o dia 2. Utilizamos o coeficiente de correlação intraclass (*intraclass correlation coefficient - ICC*, 3, 1) para avaliar a confiabilidade intra-avaliador e, o erro padrão da medida (*standard error of measurement - SEM*) para descrever a precisão da medida. Os resultados expressos como ICC (SEM) foram: 0,97(0,07) para abdução; 0,78 (0,17) para adução; 0,89 (0,05) para rotação lateral e 0,92 (0,13) para rotação medial.

Todos os dados de eletromiografia foram pré-filtrados com um filtro FIR (*finite impulse reponse*) de 101ª ordem passa-banda de 20-500 Hz. O envelope linear foi estimado a partir do sinal filtrado e retificado por onda completa utilizando um filtro FIR passa-baixa de 101ª ordem com uma frequência de corte de 15 Hz e uma janela *Hamming*. O início da atividade muscular foi determinado quando a atividade eletromiográfica ultrapassava o limiar de pelo menos dois desvios-padrão do sinal eletromiográfico durante o repouso de 200ms prévio a contração excêntrica do músculo glúteo médio, e permanecia acima deste limiar durante pelo menos 25 ms. O final da atividade muscular foi considerado como a queda abaixo deste limiar durante mais de 50 ms (COWAN *et al.*, 2002). O início da atividade muscular e a sua duração foram determinados utilizando os procedimentos descritos acima. A magnitude da atividade muscular foi computada da área abaixo do envelope linear pela duração da atividade muscular durante a contração excêntrica e expressa como uma porcentagem da CIVM durante um segundo (BRINDLE *et al.*, 2003). Os sinais eletromiográficos foram normalizados pelo tempo considerando 0% o início da atividade muscular e 100% o término da atividade muscular.

## 2.5 – Análise estatística

Todos os cálculos foram realizados utilizando o *Statistical Package for the Social Science* (versão 10.0; *SPSS Inc, Chicago*). As diferenças intergrupos do pico de torque normalizado pela massa corporal e dos resultados da avaliação eletromiográfica foram comparadas com o teste *t* para amostras independentes. O nível do alfa foi de 0,05.

## 3- RESULTADOS

Os indivíduos com a SDFP apresentaram o pico de torque excêntrico de abdução ( $p=0,008$ ) e de adução ( $p=0,008$ ) do quadril normalizado pela massa corporal significativamente menor que os indivíduos saudáveis pareados pela idade. Em média, o grupo SDFP apresentou o torque excêntrico de abdução do quadril 27% menor e o torque excêntrico de adução do quadril 14% menor. Nenhuma diferença no pico de torque excêntrico normalizado de rotação lateral ( $p=0,96$ ) ou rotação medial ( $p=0,51$ ) de quadril foi detectada entre os grupos (Tabela 1).

Tabela 1 – Comparação do pico de torque isocinético excêntrico de abdução, adução, rotação lateral e rotação medial de quadril pela massa corporal (Nm/kg) entre os sujeitos com a síndrome da dor femoropatelar (SDFP) e o grupo controle (Média  $\pm$  DP).

<b>Movimento do quadril</b>	<b>Grupo SDFP</b>	<b>Grupo Controle</b>	<b><i>P</i></b>	<b>Cohen <i>d</i></b>
Abdução do quadril	90,30 $\pm$ 30,94	124,02 $\pm$ 17,94	0,008	1,00
Adução do quadril	170,24 $\pm$ 41,49	196,76 $\pm$ 40,28	0,008	0,65
Rotação lateral do quadril	51,77 $\pm$ 9,85	52,02 $\pm$ 11,39	0,96	0,02
Rotação medial do quadril	112,74 $\pm$ 26,02	120,27 $\pm$ 24,19	0,51	0,30

A razão do torque excêntrico de adução/abdução do quadril foi significativamente maior no grupo SDFP ( $p= 0,03$ ), porém a razão do torque excêntrico de rotação medial/rotação lateral de quadril não apresentou diferença entre o grupo SDFP e o grupo controle ( $p= 0,47$ ) (Tabela 2).

Tabela 2 – Comparação da razão do torque excêntrico de adução/abdução e rotação medial/rotação lateral do quadril entre os sujeitos com a síndrome da dor femoropatelar (SDFP) e o grupo controle (Média  $\pm$  DP).

<b>Razão (%)</b>	<b>Grupo SDFP</b>	<b>Grupo Controle</b>	<b>P</b>	<b>Cohen d</b>
Adução /abdução	196,21 $\pm$ 39,49	159,49 $\pm$ 26,66	0,03	1,09
Rotação medial/lateral	220,91 $\pm$ 47,06	237,93 $\pm$ 55,07	0,47	0,33

A atividade eletromiográfica do glúteo médio durante a avaliação isocinética de abdução do quadril não apresentou diferença entre o grupo SDFP (86,02  $\pm$  26,49 % CIVM) e o grupo controle (87,11  $\pm$  20,70 % CIVM,  $p= 0,96$ ). O valor de Cohen  $d$  foi de 0,05.

#### **4 - DISCUSSÃO**

A função dos músculos do quadril na etiologia e no tratamento da dor femoropatelar tem recebido crescente atenção nos últimos anos (MASCAL *et al.*, 2003; IRELAND *et al.*, 2003; PIVA *et al.*, 2005; TYLER *et al.*, 2006; WILSON *et al.*, 2007; ROBINSON & NEE, 2007; CICHANOWSKI *et al.*, 2007). Apesar de relatos anteriores de que em atividades funcionais existe uma maior demanda excêntrica dos músculos do quadril em mulheres versus homens (FERBER *et al.*, 2003), nenhum estudo avaliou o torque excêntrico do quadril em mulheres com a SDFP. Portanto, nosso objetivo foi avaliar o pico de torque isocinético excêntrico de abdução, adução, rotação lateral e rotação medial do quadril; a razão do torque

de adução/abdução e rotação medial/lateral do quadril e a atividade eletromiográfica do músculo glúteo média entre mulheres com a SDFP e mulheres controle.

Nossos resultados indicaram que o pico de torque excêntrico de abdução do quadril foi 27% menor no grupo SDFP quando comparado ao grupo controle. Como mencionado acima, nenhum estudo avaliou o torque excêntrico de abdução do quadril em mulheres com a SDFP, contudo nosso resultado está de acordo com estudos prévios, os quais compararam a força isométrica de abdução de quadril em indivíduos portadores da SDFP com sujeitos controle. Ireland *et al.* (2003), Robinson & Nee (2007) e Cichanowski *et al* (2007) reportaram, respectivamente, redução de 26%, 27% e 27% na força de abdução do quadril em mulheres com a SDFP quando comparadas a sujeitos controle pareados pelo gênero. Estes resultados indicam que as mulheres com a SDFP podem apresentar diminuição da capacidade de desacelerar ou resistir ao momento valgo externo durante as atividades funcionais. Desta forma, o fêmur pode aduzir excessivamente durante as atividades funcionais com descarga de peso, levando a um aumento do valgo dinâmico e, conseqüentemente, ao deslizamento lateral da patela, aumentando, assim, a pressão de contato retropatelar lateral. Este pobre mau alinhamento durante os movimentos repetitivos pode induzir a lesão nos tecidos moles peripatelares, cartilagem articular retropatelar ou osso subcondral (HUBERTI & HAYES, 1984; MIZUNO *et al.*, 2001; POWERS, 2003).

Em nosso estudo, os pacientes com a SDFP também apresentaram o pico de torque excêntrico adutor do quadril 14% menor quando comparado aos sujeitos controle. O pico de torque excêntrico de abdução e adução do quadril diminuídos no grupo SDFP poderia ser considerado um efeito da redução da atividade física induzindo a uma redução equilibrada do controle dos movimentos no plano frontal pelos músculos do quadril. Contudo, demonstramos uma razão do torque excêntrico de adução/ abdução do quadril 23% maior no grupo SDFP quando comparado ao grupo controle. Este resultado indica que o déficit relativo do torque

abductor do quadril foi maior que o déficit adutor. Cichanowski *et al.* (2007) reportaram que mulheres atletas universitárias com dor femoropatelar apresentavam fraqueza em cinco de seis grupos musculares do quadril avaliados quando comparadas ao grupo controle. Por outro lado, também foi demonstrado que somente os músculos abdutores e rotadores laterais do quadril apresentaram-se significativamente mais fracos no membro inferior acometido quando comparado ao membro não-acometido em mulheres com a SDFP. Portanto, acreditamos que apesar de os indivíduos com a SDFP reduzirem suas atividades físicas por causa dos sintomas dolorosos, o que levaria a um déficit generalizado na função muscular do quadril, o déficit do torque de abdução do quadril pode desempenhar uma papel mais importante na SDFP.

Powers *et al.* (2003) demonstraram que durante a atividade com descarga de peso o fêmur roda internamente sob a patela em mulheres com dor femoropatelar e subluxação lateral da patela. Hipotetiza-se que uma alteração na função muscular dos rotadores laterais do quadril pode contribuir para a rotação medial do fêmur sob a patela levando a um estresse lateral da cartilagem retropatelar. O presente estudo, não demonstrou diferença nos torques excêntricos de rotação lateral e medial ou na razão do torque de rotação medial/ lateral entre os grupos estudados. Nossos resultados estão de acordo com Piva *et al.* (2005) que não reportaram diferença na força isométrica de rotação lateral do quadril, porém estão em conflito com outros estudos os quais relataram fraqueza muscular dos rotadores laterais do quadril em sujeitos com a SDFP (IRELAND *et al.*, 2003; ROBINSON & NEE, 2007; CICHANOWSKI *et al.*, 2007). Uma possível explicação para as diferenças entre os resultados do nosso estudo e os dos estudos citados anteriormente pode ser a amplitude de movimento utilizada na avaliação do torque de rotação lateral. Ireland *et al.* (2003), Robinson & Nee (2007) e Cichanowski *et al.* (2007), utilizaram a postura sentada com o quadril na posição neutra de rotação para avaliarem a força isométrica voluntária máxima dos músculos rotadores laterais do quadril, em nosso estudo utilizamos o mesmo posicionamento inicial

para avaliar o torque excêntrico de rotação do quadril, porém, o torque de rotação lateral foi avaliado na amplitude de movimento de 30 graus de rotação lateral a 0 grau de rotação do quadril, o que pode ter posicionado os músculos rotadores laterais do quadril em um posição de encurtamento muscular e conseqüentemente, com uma reduzida vantagem mecânica para produzir torque. Devido a desvantagem mecânica para gerar torque durante a avaliação, os participantes podem não ter sido capazes de executarem o torque excêntrico máximo de rotação lateral do quadril, de forma que qualquer diferença real que pudesse existir entre os grupos, não foi detectada. Além disso, a ausência de diferença entre os grupos pode ter sido o resultado da pequena amostra do estudo. Portanto, nossos resultados não apóiam a hipótese de que a fraqueza dos músculos rotadores laterais seja um fator contribuinte para a etiologia da SDFP; contudo deve se ter cautela ao interpretar nossos resultados.

A atividade eletromiográfica do glúteo médio não foi diferente entre os grupos durante a contração excêntrica de abdução do quadril. Wilson e Davis (2007) relataram que mulheres portadoras da SDFP realizaram o agachamento unipodal, a corrida e os saltos unipodais com 3,5 graus maior de adução do quadril quando comparadas ao grupo controle. O aumento da queda contralateral da pelve durante as atividades com descarga de peso pode ser um sinal clínico da diminuição do torque e/ou um padrão alterado da ativação da musculatura abduutora do quadril (IRELAND *et al.*, 2003; BRINDLE *et al.*, 2003; WILSON & DAVIS, 2007). Estudos prévios reportaram resultados conflitantes da atividade eletromiográfica do músculo glúteo médio durante a atividade de subida e descida de escada (BRINDLE *et al.*, 2003; BOLING *et al.*, 2006). Nenhum estudo avaliou o padrão eletromiográfico do glúteo médio durante a avaliação do torque excêntrico máximo de abdução do quadril. Apesar da diminuição do torque excêntrico de abdução do quadril, a amplitude da ativação do glúteo médio não estava alterada em nosso estudo, sugerindo alterações musculares intrínsecas sem alteração do padrão de ativação muscular.

#### 4.1 - Limitações

As limitações de nosso estudo devem ser conhecidas. Primeiro, devido ao delineamento transversal, não sabemos se a SDFP causou a redução no torque excêntrico do quadril ou vice e versa. Leetun *et al.* (2004) publicaram um estudo prospectivo no qual avaliaram a força muscular do quadril como fator de risco para lesões em membros inferiores em atletas. Os autores relataram que os atletas sem lesão durante a temporada atlética eram significativamente mais fortes durante a abdução e a rotação lateral do quadril, além disso, a força dos músculos rotadores laterais foi um fator preditor significativo de lesões da extremidade inferior em atletas universitárias. Acreditamos que a presença de alteração na função muscular excêntrica do quadril em indivíduos com a SDFP parece justificar a incorporação do fortalecimento dos músculos do quadril no tratamento da SDFP. Estudos prévios que incluíram o fortalecimento dos músculos do quadril no tratamento da SDFP demonstraram resultados bem sucedidos (MASCAL *et al.*, 2003; TYLER, *et al.*, 2006), contudo pesquisas futuras são necessárias para determinar se os exercícios de fortalecimento e/ou treino de resistência excêntrico, concêntrico ou isométrico seriam mais benéficos no programa de reabilitação. Segundo, como mencionado anteriormente, a amplitude de movimento da avaliação do torque excêntrico de rotação do quadril pode ter contribuído para a ausência de diferença entre o grupo SDFP e controle. Portanto, recomendamos que pesquisas futuras avaliem o torque de rotação do quadril em uma amplitude de movimento diferente. Adicionalmente, é provável que com uma amostra maior alguns resultados pudessem ter sido diferentes entre os grupos, pois os *effect size* da avaliação do torque de rotação do quadril e do sinal eletromiográfico do glúteo médio foram muito baixos.

## 5 - CONCLUSÕES

As mulheres com a SDFP demonstraram redução do torque excêntrico máximo de abdução e adução do quadril e aumento da razão do torque de adução/abdução do quadril quando comparadas aos indivíduos controle. A redução da capacidade de gerar torque excêntrico de abdução do quadril pode levar a um prejuízo na capacidade de prevenir a adução femoral excessiva durante as atividades funcionais repetitivas causando estresse lateral excessivo na articulação femoropatelar. Portanto, os clínicos deveriam considerar os exercícios de fortalecimento excêntrico dos músculos abdutores do quadril ao desenvolver programas de reabilitação para mulheres com a SDFP.



## DESDOBRAMENTOS A PARTIR DO ESTUDO I

---

A partir dos resultados do estudo I ficou evidenciado o déficit da função excêntrica dos músculos abdutores do quadril em indivíduos com a SDFP quando comparados a indivíduos controle saudáveis. Devido ao delineamento transversal do estudo, não podemos concluir relação de causa e efeito para este déficit e o desenvolvimento da SDFP. Porém, o déficit está presente e acredita-se que a função dos músculos abdutores do quadril não deva ser ignorada na avaliação e no tratamento da SDFP.

Apesar de os estudos recentes apontarem fraqueza dos músculos rotadores laterais do quadril em mulheres com a SDFP em relação às mulheres saudáveis, os resultados do estudo I não apoiaram os dados da literatura consultada. Entretanto, considerando algumas limitações metodológicas, citadas no estudo I, que podem ter interferido na identificação de uma diferença real no torque isocinético excêntrico rotador lateral entre as amostras estudadas, além dos resultados citados na literatura científica atual, não podemos desconsiderar o papel destes músculos no desenvolvimento, avaliação e tratamento da SDFP.

Diante do exposto, o estudo II foi conduzido com o objetivo de comparar o tratamento focado no fortalecimento do músculo quadríceps e a adição do fortalecimento e treino funcional dos músculos transverso abdominal, abdutores e rotadores laterais do quadril ao tratamento composto de fortalecimento do quadríceps sobre a sintomatologia dolorosa e a função excêntrica dos músculos abordados em indivíduos com a SDFP.

## **ESTUDO II**

---

**O efeito da adição do fortalecimento dos músculos abdutores e rotadores laterais do quadril no tratamento da síndrome da dor femoropatelar: um estudo piloto**

## RESUMO

**Objetivos:** Estudar o efeito da adição do fortalecimento dos músculos abdutores e rotadores laterais do quadril a um programa de reabilitação composto de exercícios de fortalecimento do quadríceps para pacientes com a síndrome da dor femoropatelar.

**Delineamento experimental:** Estudo piloto clínico controlado randomizado.

**Ambiente:** Ambiente clínico e programa domiciliar.

**Participantes:** Catorze pacientes com a síndrome da dor femoropatelar.

**Intervenção:** Os sujeitos foram alocados aleatoriamente no grupo intervenção (fortalecimento do quadríceps mais treino funcional e fortalecimento dos músculos abdutores e rotadores laterais do quadril) ou no grupo controle (fortalecimento do quadríceps). Ambos os grupos participaram de um protocolo de reabilitação durante seis semanas, composto de uma sessão semanal supervisionada e quatro sessões semanais não supervisionadas.

**Métodos:** A sintomatologia dolorosa percebida, o torque isocinético excêntrico extensor do joelho, abductor e rotador lateral do quadril e a atividade eletromiográfica do glúteo médio foram avaliados pré- e pós- tratamento. Testes paramétricos e não-paramétricos, com  $\alpha=0.05$ , foram utilizados para comparar os grupos antes e após o tratamento.

**Resultados:** Somente o grupo intervenção melhorou a pior dor, a dor usual, a dor subindo e descendo escada e a dor durante o agachamento ( $p= 0,02-0,04$ ). Também houve aumento da atividade eletromiográfica do glúteo médio durante a contração isométrica voluntária máxima ( $p=0,03$ ) no grupo intervenção. O torque excêntrico extensor do joelho aumentou em ambos os grupos ( $p=0,04$  e  $p=0,02$ ). Não houve diferença estatisticamente significativa no torque dos músculos do quadril em nenhum dos grupos.

**Conclusões:** A suplementação do fortalecimento e do treino funcional dos músculos abdutores e rotadores laterais do quadril a um programa de exercícios de fortalecimento do quadríceps demonstrou benefícios adicionais em relação à sintomatologia dolorosa percebida

durante atividades funcionais em pacientes com a síndrome da dor femoropatelar após seis semanas de tratamento.

## 1 - INTRODUÇÃO

A síndrome da dor femoropatelar é uma das síndromes dolorosas do joelho mais comumente presente nas clínicas de fisioterapia (DEVEREAUX & LACHMANN, 1984; DeHAVEN & LINTNER, 2002). A incidência relatada no ambiente clínico varia de 21 a 40%. Os problemas relacionados à articulação femoropatelar ocorrem com uma frequência duas vezes maior nas mulheres do que nos homens (HUTCHINSON & IRELAND, 1995; ALMEIDA *et al.*, 1999). A etiologia desta condição permanece desconhecida, apesar de muitos fatores intrínsecos e extrínsecos terem sido sugeridos. Alguns destes fatores incluem a insuficiência do músculo quadríceps, a diminuição da flexibilidade dos músculos isquiotibiais, quadríceps e da banda iliotibial, a tensão ou a rigidez nos tecidos do retináculo lateral, a anteversão femoral, a pronação subtalar excessiva e o uso excessivo (POWERS *et al.*, 1995; WITVROUW *et al.*, 2000; LEE *et al.*, 2003; VAN TIGGELEN *et al.*, 2004). Assim, uma variedade de tratamentos conservadores tem sido sugerida incluindo o fortalecimento do músculo quadríceps, o *taping* patelar, a órtese patelar, o alongamento, a mobilização de tecidos moles e o *biofeedback* (CROSSLEY *et al.*, 2002; WITVROUW *et al.*, 2004; POWERS *et al.*, 2004; AMINAKA & GRIBBLE, 2005; YIP & NG, 2006; PEELER & ANDERSON, 2007). Contudo, não foi demonstrado a intervenção mais efetiva e os resultados dessas abordagens de tratamento não têm sido consistentes (BIZZINI *et al.*, 2003; HEINTJES *et al.*, 2005).

Recentemente, vários autores têm sugerido uma associação entre a fraqueza ou a diminuição do controle motor dos músculos do quadril e a síndrome da dor femoropatelar (IRELAND *et al.*, 2003; BRINDLE *et al.*, 2003; PIVA *et al.*, 2005; ROBINSON & NEE, 2007). O pobre controle do quadril pode resultar em um deslizamento patelar anormal aumentando o estresse na articulação femoropatelar e causar lesão na cartilagem articular

(POWERS, 2003). Especialmente o pobre controle excêntrico dos músculos abdutores e rotadores laterais do quadril podem resultar na adução e rotação medial excessivas do fêmur durante as atividades com descarga de peso, predispondo a um deslizamento lateral da patela enquanto o fêmur aduz e roda medialmente sob a mesma (POWERS *et al.*, 2003; FERBER *et al.*, 2003). Com isto em mente, um possível tratamento para a síndrome da dor femoropatelar poderia incluir a melhora da função dos músculos abdutores e rotadores laterais do quadril para controlar estes movimentos do fêmur e prevenir ou reduzir maiores forças laterais agindo sobre a patela. Também é desejável preservar ou melhorar a função da musculatura abdominal, pélvica e espinhal, já que a falta de controle dessa musculatura pode causar uma anteriorização pélvica excessiva, a qual pode resultar em uma rotação medial e adução do fêmur (LEETUN *et al.*, 2004).

Mascal *et al.* (2003) relataram dois pacientes com a síndrome da dor femoropatelar que foram tratados com exercícios focados no recrutamento e no treino de resistência da musculatura do quadril, da pelve e do tronco. Após catorze semanas de tratamento, ambos pacientes apresentaram melhora significativa dos seus sintomas dolorosos, da função e da força dos músculos glúteo médio e glúteo máximo. Tyler *et al.* (2006) trataram trinta e cinco pacientes com a síndrome da dor femoropatelar durante seis semanas. O programa de tratamento enfatizou os exercícios de fortalecimento em cadeia cinética aberta e fechada e alongamentos dos músculos do quadril. Os autores reportaram sucesso nos resultados associados ao aumento da força dos músculos flexores do quadril e à melhora da flexibilidade da banda iliotibial e do músculo iliopsoas. Boling *et al.* (2006) estudaram o efeito de um programa de reabilitação de seis semanas de duração, que consistia de exercícios com descarga de peso focado no fortalecimento do quadríceps e da musculatura abduutora do quadril, sobre a sintomatologia dolorosa, a funcionalidade e a atividade eletromiográfica dos músculos quadríceps e glúteo médio durante a descida de degrau. Houve melhora da

sintomatologia dolorosa, da funcionalidade e do tempo do início da ativação do músculo vasto lateral e do vasto medial oblíquo, mas não da atividade do músculo glúteo médio.

Considerando o exposto acima, há poucos estudos com enfoque sobre o papel da musculatura do quadril no tratamento da síndrome da dor femoropatelar. Nenhum estudo comparou um protocolo de reabilitação focado no fortalecimento dos músculos abdutores e rotadores laterais do quadril com o tratamento focado no fortalecimento do músculo quadríceps para avaliar se existe algum benefício adicional. Apesar de os músculos abdutores e rotadores laterais do quadril atuarem excêntrica e centricamente para prevenir a adução e rotação medial excessivas do fêmur durante as atividades funcionais com descarga de peso, nenhum estudo avaliou o torque excêntrico dos músculos do quadril em pacientes com a síndrome da dor femoropatelar. Portanto, o objetivo deste estudo foi investigar o efeito da adição do fortalecimento e do treino funcional dos músculos transversos abdominal, abdutores e rotadores laterais do quadril ao protocolo de reabilitação de fortalecimento do músculo quadríceps, sobre a sintomatologia dolorosa percebida; o torque excêntrico extensor do joelho, abductor e rotador lateral do quadril e da atividade eletromiográfica do músculo glúteo médio.

## **2 – MÉTODOS**

Catorze pacientes (10 mulheres e 4 homens), diagnosticados clinicamente com a síndrome da dor femoropatelar e encaminhados ao tratamento fisioterapêutico, participaram deste estudo. Os indivíduos apresentavam idade entre 17 e 40 anos (média 23,6; DP 5,9 anos). Os critérios de inclusão foram dor anterior ou retropatelar no joelho durante pelo menos três das seguintes atividades: subida/descida de degraus, agachamento, corrida, ajoelhar-se, salto e permanecer sentado por tempo prolongado; início insidioso dos sintomas, não relacionado a incidente traumático e persistente por pelo menos quatro semanas; presença de dor a palpação

das facetas patelares, descida de degrau de 25 cm de altura e durante agachamento bipodal (CROSSLEY *et al.*, 2002; COWAN *et al.*, 2002).

Os participantes foram excluídos se apresentassem qualquer dos seguintes sinais ou sintomas: patologia meniscal ou intra-articular; envolvimento do ligamento cruzado ou colateral; sensibilidade à palpação do tendão patelar, banda iliotibial ou pata de ganso; sinal da apreensão patelar; síndrome de Osgood-Schlatter ou Sinding-Larsen-Johansson; dor referida do quadril ou coluna lombar; história de deslocamento patelar; evidência de derrame na articulação do joelho; ou cirurgia prévia na articulação femoropatelar (CROSSLEY *et al.*, 2002).

Todas as voluntárias assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar e foi conduzido de acordo com o Conselho Nacional de Saúde, Resolução 196/96.

## **2.1 - Medidas avaliadas**

Previamente ao início do programa de reabilitação e após seis semanas de treinamento, todos os pacientes foram submetidos às avaliações descritas a seguir. O membro inferior afetado ou o mais afetado de cada paciente foi utilizado para coleta dos dados (PIVA *et al.*, 2005).

### **2.1.1 - Avaliação da sintomatologia dolorosa**

Os pacientes reportaram sua pior dor e a dor usual referente à semana anterior por meio de uma escala analógica visual de 10 cm, baseado em estudos prévios que demonstraram a confiabilidade e a viabilidade deste procedimento para a avaliação de indivíduos com a síndrome da dor femoropatelar (CROSSLEY *et al.*, 2004). Dor e desconforto durante a subida



de escada, descida de escada, agachamento e permanecer sentado por tempo prolongado também foram documentados em uma escala analógica visual de 10 cm, com zero indicando nenhuma dor e 10 indicando uma dor extremamente intensa.

### **2.1.2 - Avaliação do torque excêntrico**

Para documentar a possível melhora nos torques extensor do joelho, abdutor e rotador lateral do quadril devido ao protocolo de reabilitação, as avaliações dos torques isocinéticos excêntricos foram realizadas utilizando o dinamômetro isocinético (*Biodex Multi-Joint System 2, Biodex Medical Incorporation, New York, NY, USA*).

O pico de torque excêntrico extensor do joelho foi mensurado com os indivíduos na posição sentada na cadeira do dinamômetro isocinético com o tronco estabilizado por cintos em diagonal que transpassavam o tronco e pelo cinto pélvico. Também foram orientados a cruzar os braços na parte anterior do tronco durante o teste. O movimento da articulação do joelho foi resistido pelo dinamômetro em uma amplitude de movimento de 20 a 90 graus (0 grau = joelho estendido).

O pico de torque excêntrico abdutor do quadril foi mensurado na posição em decúbito lateral com o quadril e o joelho não testado fletido e fixado com cintas. O eixo mecânico de rotação foi alinhado com o ponto sobre o indivíduo que representava a intersecção de duas linhas retas. Uma linha direcionada inferiormente partindo da espinha íliaca pósterio-superior em direção ao joelho e, a outra linha direcionada medialmente partindo do trocânter maior do fêmur em direção a linha medial do corpo. A resistência foi aplicada a cinco centímetros acima da borda superior da patela. A amplitude de movimento do teste foi de 0 (posição neutra) a 30 graus de abdução (BURNETT *et al.*, 1990).

O pico de torque rotador lateral do quadril foi mensurado na posição sentada com o quadril e joelho fletidos a 90 graus. O eixo mecânico de rotação foi alinhado com o centro da

patela. A amplitude de movimento do teste foi de 0 (posição neutra) a 30 graus de rotação lateral do quadril (LINDSAY *et al.*, 1992).

Os indivíduos realizaram duas séries de cinco repetições de flexão/extensão do joelho, adução/abdução e rotação lateral/medial do quadril com o esforço excêntrico voluntário máximo. Os movimentos foram realizados com a velocidade angular de 30 graus por segundo com o pico de torque coletado e normalizado pela massa corporal. As avaliações do torque excêntrico foram conduzidas em ordem aleatória entre os indivíduos na primeira avaliação e a mesma ordem foi repetida após seis semanas de tratamento.

### **2.1.3 - Sinal eletromiográfico do músculo glúteo médio**

Previamente ao teste, a pele foi tricotomizada e limpa com álcool. Eletrodos de superfície bipolares de Ag/ AgCl (*Meditrace TM 100, Mansfield, Canada, CA*) foram posicionados a meia distância entre a crista ilíaca e o trocânter maior do fêmur (HERMENS *et al.*, 1999), assim como a meia distância entre as espinhas ilíacas superiores anterior e posterior (LYONS *et al.*, 1983), sobre o ventre muscular do músculo glúteo médio. Os eletrodos de superfície, posicionados paralelos às fibras musculares do glúteo médio, apresentavam 30 mm de diâmetro e possuíam uma distância intereletrodo de 30 mm. O eletrodo de referência foi posicionado sobre o maléolo lateral do tornozelo.

Os sinais eletromiográficos foram obtidos utilizando um módulo de oito canais (EMG *System* do Brasil LTDA), que consistia de um condicionador de sinal com filtro passa-banda com frequência de corte de 20-500 Hz e um amplificador com ganho de 1000x com uma razão de modo de rejeição comum > 120 dB. Os dados foram submetidos a conversão digital (12 bits) com uma frequência de amostragem anti-aliasing de 8.0 kHz e uma amplitude de *input* de 5 mV. O dado eletromiográfico bruto foi armazenado em um computador pessoal para análise com o programa *Matlab* (*Mathworks, Natick, Massachusetts, USA*).

Os dados eletromiográficos do glúteo médio foram coletados durante a avaliação do torque excêntrico abductor do quadril. Previamente a coleta dos dados durante a contração excêntrica máxima dos músculos abdutores, os indivíduos completaram duas contrações isométricas voluntárias máximas (CIVM) de 5 segundos de duração. O período de repouso de um minuto foi concedido entre os testes. A atividade eletromiográfica do glúteo médio foi coletada durante as CIVMs. O sinal eletromiográfico coletado durante a segunda contração foi utilizado para normalizar o sinal coletado durante o teste isocinético excêntrico de abdução do quadril.

Todos os dados de eletromiografia foram pré-filtrados com um filtro FIR (*finite impulse response*) de 101ª ordem passa-banda de 20-500 Hz. O envelope foi estimado a partir do sinal filtrado e retificado por onda completa utilizando um filtro FIR passa-baixa de 101ª ordem com uma frequência de corte de 15 Hz e uma janela *Hamming*.

O início da atividade muscular foi determinado quando a atividade eletromiográfica ultrapassava o limiar de pelo menos dois desvios-padrão do sinal eletromiográfico do repouso de 200ms prévio a contração excêntrica do músculo glúteo médio, e permanecia acima deste limiar durante pelo menos 25 ms. O final da atividade muscular foi considerado como a queda abaixo deste limiar durante mais de 50 ms (COWAN *et al.*, 2002). O início da atividade muscular e a sua duração foram determinados utilizando os procedimentos descritos acima. A magnitude da atividade muscular foi computada da área abaixo do envelope linear pela duração da atividade muscular durante: a contração isométrica voluntária máxima durante um segundo, a contração excêntrica e também a contração excêntrica expressa como uma porcentagem da contração isométrica voluntária máxima durante um segundo, a qual foi realizada antes da avaliação do torque excêntrico abductor do quadril (BRINDLE *et al.*, 2003).

Os sinais eletromiográficos foram normalizados pelo tempo considerando 0% o início da atividade muscular e 100% o término da atividade muscular.

## **2.2 - Intervenção terapêutica**

Os participantes foram alocados aleatoriamente no grupo intervenção ou no grupo controle. O protocolo de exercícios para o grupo controle consistiu de mobilização patelar, alongamento de quadríceps, gastrocnêmios, banda iliotibial e isquiotibiais, além de fortalecimento de quadríceps com exercícios em cadeia cinética aberta e fechada. O grupo intervenção recebeu o mesmo protocolo de exercícios que o grupo controle com a adição de exercícios de fortalecimento e treino funcional do quadril, pelve e tronco com enfoque nos músculos transverso abdominal, abdutores e rotadores laterais do quadril. Todos os pacientes realizaram os exercícios de reabilitação uma vez por semana com o investigador principal e quatro vezes por semana em casa, perfazendo um total de cinco sessões semanais durante seis semanas. Eles também receberam uma ficha de controle dos exercícios para ser completado a cada semana e facilitar a aderência ao programa. A Tabela 1 demonstra uma descrição detalhada do programa de reabilitação.

**Tabela 1** - Protocolo de reabilitação patelofemoral do Grupo Controle (GC) e do Grupo Intervenção (GI).

<b>Grupo Controle</b>	
<b>Atividade</b>	<b>Duração</b>
<b>Alongamentos (todas as sessões de exercícios)</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alongamento de isquiotibiais sentado</li> <li>• Mobilização patelar sentado</li> <li>• Alongamento do quadríceps em pé</li> <li>• Alongamento do tríceps sural em pé</li> <li>• Alongamento da banda iliotibial em pé</li> </ul>	3 repetições/ mantidas 30''
<b>Exercícios das semanas 1 e 2</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contração isométrica do quadríceps sentado com flexão de 90° dos joelhos</li> <li>• Elevação da perna estendida na posição supina</li> <li>• Mini-agachamento até 40° de flexão dos joelhos</li> </ul>	2 séries de 10 repetições/ mantidas 10'' 3 séries de 10 repetições 4 séries de 10 repetições
<b>Exercícios das semanas 3 e 4</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deslizamento na parede (0° - 60° de flexão dos joelhos)</li> <li>• Subida e descida anterior de degrau de 20 cm com apoio unipodal</li> <li>• Investidas para frente (0 – 45° de flexão do joelho)</li> </ul>	3 séries de 10 repetições 3 séries de 5 repetições 3 séries de 10 repetições
<b>Exercícios das semanas 5 e 6, os mesmos das semanas 3 e 4 com acréscimo de:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exercícios de equilíbrio: apoio unipodal sobre o chão e sobre um disco de ar, com os olhos abertos e fechados.</li> <li>• Programa de caminhada e corrida progressivo</li> </ul>	3 séries mantidas 30'' cada exercício
<b>Grupo Intervenção ¥</b>	
<b>Exercícios das semanas 1 e 2 *</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contração do músculo transversal abdominal na posição de quatro apoios</li> <li>• Isometria em abdução e rotação lateral de quadril combinadas, contra resistência elástica, em decúbito lateral, com os quadris e joelhos levemente fletidos</li> <li>• Isometria em abdução de quadril com joelho estendido em decúbito lateral</li> <li>• Isometria em abdução e rotação lateral do quadril combinados na posição de quatro apoios</li> </ul>	2 séries de 15 repetições/mantidas 10'' 2 séries de 15 repetições/mantidas 10'' 2 séries de 15 repetições/mantidas 10'' 2 séries de 15 repetições/mantidas 10''
<b>Exercícios das semanas 3 e 4*</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exercício da queda pélvica em um degrau de 20 cm</li> <li>• Extensão da extremidade superior do membro contralateral contra resistência elástica realizado em apoio unipodal</li> <li>• Rotação do corpo na direção do lado contralateral, segurando uma resistência elástica com o braço ipsilateral enquanto mantém a extremidade inferior estática</li> </ul>	2 séries de 15 repetições/mantidas 10'' 3 séries de 10 repetições 2 séries de 15 repetições/mantidas 10''
<b>Exercícios das semanas 5 e 6, os mesmos das semanas 3 e 4 *</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistência elástica adicional ao redor do membro afetado durante a investida para frente para estimular a rotação lateral e abdução do quadril</li> </ul>	

\*Em adição aos exercícios do Grupo Controle

¥Os pacientes foram orientados a manter a contração do músculo transversal abdominal e o alinhamento da pelve durante todos os exercícios.

## 2.6 - Análise dos dados

Os dados foram inicialmente analisados em relação a sua distribuição estatística utilizando o teste *Shapiro Wilks W*. Os dados demográficos e os resultados das avaliações iniciais foram comparados por meio do teste *t* com o *software Statistical Package for the Social Science* (SPSS) versão 10.0. Em relação aos dados paramétricos, o teste *t* para amostras pareadas foi utilizado para a comparação das avaliações antes e após o tratamento. Em relação aos dados não-paramétricos, o teste *Wilcoxon signed rank* foi utilizado para as comparações mencionadas acima. O teste *t* independente para dados paramétricos ou o teste *Mann-Whitney U* para os dados não-paramétricos foram utilizados para análise intergrupos. O nível de significância adotado foi de 5% ( $\alpha=0,05$ ).

## 3- RESULTADOS

Todos os participantes completaram o protocolo de reabilitação e as sessões de avaliação. Não houve queixa sobre efeitos adversos em consequência do programa de exercícios de nenhum grupo.

A comparação das avaliações da linha de base não mostrou diferença significativa entre os participantes dos dois grupos em relação as suas características demográficas, escala analógica visual, dinamometria isocinética e sinal eletromiográfico do glúteo médio ( $p>0,05$ ). Não foi observada diferença significativa da duração dos sintomas prévios ao estudo entre os dois grupos ( $p=0,80$ ).

### 3.1 - Avaliação da sintomatologia dolorosa

Os resultados da avaliação da sintomatologia dolorosa foram obtidos utilizando seis escalas analógicas visuais (Tabela 2). Ambos os grupos melhoraram a sintomatologia

dolorosa após o tratamento, entretanto, as análises estatísticas revelaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) somente para o grupo intervenção entre a linha de base e a avaliação final para todas as escalas analógicas visuais, exceto para permanecer sentado por tempo prolongado. Nenhuma diferença entre o período das duas avaliações pôde ser detectada para qualquer uma das escalas analógicas visuais no grupo controle. A diferença entre os dois grupos não foi estatisticamente significante para qualquer uma das escalas analógicas visuais após o tratamento ( $p > 0,05$ ).

**Tabela 2** - Média e desvio-padrão (DP) da pior dor, dor usual na semana anterior e a avaliação da dor durante a subida e descida de escada, agachamento e ao permanecer sentado por tempo prolongado, para ambos os grupos.

Escala analógica visual (cm)	Grupo Intervenção (n=7)		P valor	Grupo Controle (n=7)		P valor
	Linha de base	Final		Linha de base	Final	
	Dor usual	3,8±2,1	1,1±1,2	0,03*	4,7±2,6	4,0±2,6
Pior dor	5,0±2,1	1,4±1,3	0,03*	5,5±1,5	3,4±1,9	0,20
Subindo escada	3,5±3,7	0,4±0,6	0,04*	5,0±3,4	2,6±2,8	0,13
Descendo escada	4,5±3,1	0,3±0,4	0,03*	4,7±3,3	2,0±2,4	0,43
Agachamento	5,7±3,2	0,4±0,6	0,02*	4,8±3,0	3,0±3,1	0,12
Sentado por tempo prolongado	2,9±3,2	1,1±1,6	0,14	5,2±2,8	2,9±3,1	0,09

\*Diferença estatisticamente significativa comparado à linha de base

### 3.2 - Avaliação do torque excêntrico

O pico de torque excêntrico extensor do joelho melhorou significativamente entre a linha de base e a avaliação final em ambos os grupos, intervenção e controle ( $p = 0,04$  e

$p=0,02$ , respectivamente). Nenhuma diferença significativa pode ser observada para o pico de torque excêntrico abductor e rotador lateral do quadril após seis semanas de tratamento em qualquer um dos grupos ( $p>0,05$ ) (Tabela 3). Nenhuma diferença significativa foi observada para qualquer uma das avaliações de torque isocinético excêntrico entre os dois grupos após o tratamento ( $p>0,05$ ).

**Tabela 3** - Média e desvio-padrão (DP) do pico de torque isocinético excêntrico extensor do joelho, abductor e rotador lateral do quadril pela massa corporal (Nm/kg).

Pico de torque pela massa corporal (Nm/Kg)	Grupo Intervenção (n=7)		P valor	Grupo Controle (n=7)		P valor
	Linha de base	Final		Linha de base	Final	
	Extensor do joelho	264,9±84,8	318,9±96,8	0,04*	283,6±45,0	301,9±63,4
Abductor do quadril	89,1±29,5	102,2±19,8	0,18	114,6±32,1	120,4±30,4	0,31
Rotador lateral do quadril	55,5±14,6	59,4±18,9	0,15	60,4±16,5	62,9±24,9	0,61

\* Diferença estatisticamente significativa comparado à linha de base

### 3.3 - Sinal eletromiográfico do músculo glúteo médio

A análise estatística do grupo intervenção demonstrou um aumento significativo no sinal eletromiográfico durante a contração isométrica voluntária máxima após seis semanas de tratamento ( $p=0,03$ ). Também houve um aumento da atividade eletromiográfica do glúteo médio durante a contração excêntrica, porém não foi estatisticamente significativo. A atividade excêntrica do glúteo médio normalizada pela contração isométrica máxima diminuiu após o tratamento no grupo intervenção, entretanto, a diferença não foi estatisticamente significativa ( $p>0,05$ ). Nenhuma diferença foi observada no grupo controle ( $p>0,05$ ) (Tabela



4). Os resultados da avaliação final do sinal eletromiográfico do glúteo médio não revelaram qualquer diferença significativa ( $p>0,05$ ) entre os dois grupos.

**Tabela 4** - Média e desvio-padrão (DP) do sinal eletromiográfico do glúteo médio durante a contração isométrica voluntária máxima (CIVM), contração excêntrica (CE) e CE expressa como porcentagem da CIVM (CE/CIVM).

Variável	Grupo Intervenção (n=7)		P valor	Grupo Controle (n=7)		P valor
	Linha de base	Final		Linha de base	Final	
	CIVM	51,7±29,5	127,8±145,6	0,03*	72,3±42,7	57,0±36,6
CE	57,6±46,6	96,4±122,9	0,24	72,3±50,2	74,6±74,0	0,31
CE/CIVM	119,4±87,9	71,4±20,7	0,50	96,9±28,2	114,5±53,5	0,73

\* Diferença estatisticamente significativa comparado à linha de base

#### 4 – DISCUSSÃO

O papel do fortalecimento e do treino funcional dos músculos do tronco, pelve e quadril no tratamento da dor femoropatelar tem recebido crescente atenção recentemente (MASCAL *et al.*, 2003; TYLER *et al.*, 2006; BOLING *et al.*, 2006), apesar disso, parece não haver um consenso claro a respeito de como tratar conservadoramente esta síndrome (HEINTJES *et al.*, 2005). Os objetivos deste estudo foram investigar o efeito da adição do fortalecimento e treino funcional focado nos músculos transversos abdominais, abdutores e rotadores laterais do quadril sobre a dor, torque isocinético excêntrico extensor do joelho, abdutor e rotador lateral do quadril e a atividade eletromiográfica do músculo glúteo médio no tratamento da síndrome da dor femoropatelar. Após seis semanas de tratamento, o grupo

intervenção melhorou a sintomatologia dolorosa percebida e o torque extensor do joelho, já a atividade eletromiográfica do glúteo médio e o torque abductor se alteraram, porém sem diferença significativa. Por outro lado, o grupo controle melhorou somente o torque extensor do joelho.

#### **4.1 - Avaliação da sintomatologia dolorosa**

Houve melhora significativa em relação a pior dor, dor usual e também a dor percebida durante atividades dinâmicas funcionais no grupo intervenção após o tratamento, porém não no grupo controle. Nenhum grupo melhorou a sintomatologia dolorosa percebida durante a posição sentada por tempo prolongado. Apesar de ambos os grupos melhorarem a sintomatologia dolorosa após o tratamento, a diferença estatística foi observada somente no grupo intervenção. Deve ser notado que como o protocolo de reabilitação do grupo intervenção foi focado no recrutamento muscular do tronco, da pelve e do quadril, era esperado que estes pacientes apresentassem um melhor controle motor do quadril durante os exercícios e durante as atividades funcionais com descarga de peso (FERBER *et al.*, 2003). Pode ter ocorrido melhora da cinemática dos membros inferiores desses pacientes durante as atividades funcionais, de forma que os padrões de movimento passaram a ser executados de forma mais correta, o que reduziu o estresse na articulação femoropatelar e conseqüentemente diminuiu os sintomas dolorosos. Não foi realizada avaliação cinemática da marcha ou descida de degrau, porém nosso protocolo de exercícios foi muito similar ao de Mascal *et al.* (2003), os quais reportaram melhora na análise cinemática durante a descida de degrau, com redução da adução/ rotação medial do membro de apoio, o que poderia resultar em uma diminuição do ângulo Q dinâmico, e desta forma, reduzir a força lateral agindo sobre a patela (POWERS, 2003; POWERS *et al.*, 2003). Apesar de estudos prévios relatarem uma forte correlação entre a restauração da força muscular do quadríceps e a melhora da dor e da funcionalidade

(POWERS *et al.*, 1997; NATRI *et al.*, 1998), no presente estudo, ambos os grupos apresentaram ganhos similares do torque extensor do joelho. Desta forma, especulamos que a melhora do controle motor durante as atividades funcionais tenha representado um papel importante na melhora da sintomatologia dolorosa observada nos paciente do grupo intervenção, já que não houve diferença no ganho do torque extensor do joelho entre os grupos e a redução da dor foi observada em atividades funcionais com descarga de peso.

#### **4.2 - Avaliação do torque excêntrico**

De acordo com estudos prévios (CROSSLEY *et al.*, 2002; HEINTJES *et al.*, 2005), utilizamos a combinação de exercícios em cadeia cinética aberta e fechada para o fortalecimento do músculo quadríceps e isto foi efetivo no aumento do torque extensor do joelho em ambos os grupos após seis semanas de tratamento.

Estudos recentes têm reportado disfunções significativas na força de abdução e rotação lateral do quadril sugerindo que adicionar exercícios de fortalecimento para os músculos do quadril pode ser um fator importante no tratamento da dor femoropatelar (IRELAND *et al.*, 2003; ROBINSON & NEE, 2007; CICHANOWSKI *et al.*, 2007). Após seis semanas de tratamento, houve aumento de aproximadamente 15% no torque excêntrico abdutor do quadril e 7% de aumento no torque rotador lateral do quadril no grupo intervenção, porém estas diferenças não foram estatisticamente significativas. Mascal *et al.* (2003) reportaram aumento de 50 e 90% na produção de força isométrica do músculo glúteo médio, e aumento de 55 e 110% na força muscular do glúteo máximo, após catorze semanas de tratamento dos pacientes A e B, respectivamente. Tyler *et al.* (2006) demonstraram em seu estudo um aumento de 28% da força dos músculos abdutores do quadril, porém este dado não estava relacionado com o sucesso do resultado. Diferente de Mascal *et al.* (2003) e Tyler *et al.* (2006), nosso estudo avaliou o torque excêntrico abdutor e rotador lateral do quadril, pois acreditamos que esta é

uma avaliação mais funcional, já que durante as atividades funcionais com descarga de peso os músculos abdutores e rotadores laterais devem se contrair excentricamente para prevenir a adução e rotação medial do fêmur (FERBER *et al.*, 2003). Apesar de o nosso fortalecimento e treino funcional dos músculos do quadril ter sido muito similar ao protocolo de exercício de Mascal *et al.* (2003), nossos pacientes tiveram um período de tratamento bem menor, o que pode explicar as diferenças nos resultados. Também deve ser considerado que a falta de diferença estatisticamente significativa nem sempre significa falta de significância clínica.

### **4.3 - Sinal eletromiográfico do músculo glúteo médio**

Pesquisas prévias reportaram resultados conflitantes a respeito das características temporais do padrão de ativação do glúteo médio durante a subida e a descida de escada ao comparar indivíduos com a síndrome da dor femoropatelar e pessoas saudáveis (BRINDLE *et al.*, 2003) e após um programa de reabilitação de seis semanas que consistia de exercícios com descarga de peso focado no fortalecimento do quadríceps e na musculatura abduutora do quadril (BOLING *et al.*, 2006).

Nenhum estudo avaliou o torque excêntrico abductor do quadril e a atividade eletromiográfica do glúteo médio simultaneamente em pacientes com a síndrome da dor femoropatelar. No presente estudo, a análise de comparação do grupo intervenção pré- e pós-tratamento demonstrou aumento do sinal eletromiográfico do glúteo médio durante a contração isométrica voluntária máxima e durante a contração excêntrica após seis semanas de tratamento, porém a diferença foi significativa somente durante a contração isométrica. É reconhecido que o treinamento de força produz adaptações marcantes em ambos os sistemas muscular e nervoso, e o uso das técnicas de eletromiografia de superfície têm revelado que os ganhos de força na fase inicial do treinamento estão associados com uma adaptação neural, observada pelo aumento da amplitude da atividade eletromiográfica (GABRIEL *et al.*, 2006),

e que esta alteração geralmente ocorre mais cedo e de forma mais substancial do que as adaptações musculares (ENOKA, 1997; GABRIEL et al., 2006). Também, as contrações excêntricas parecem apresentar um esquema de ativação eletromiográfica diferente quando comparadas às contrações isométricas e concêntricas (GABRIEL et al., 2006). Assim, nossos resultados concordam com o princípio de especificidade do treinamento, já que grande parte dos exercícios para os músculos abdutores do quadril utilizados em nosso protocolo de reabilitação foi em contração isométrica, explicando a diferença significativa na atividade eletromiográfica do glúteo médio durante a contração isométrica, o que não ocorreu durante a contração excêntrica.

A atividade excêntrica do glúteo médio normalizado pela contração isométrica voluntária máxima diminuiu 67% no grupo intervenção após o tratamento, porém a diferença não foi estatisticamente significativa. Este é um resultado interessante, porque, mesmo sem significância estatística, houve um aumento de 15% do torque excêntrico abductor de quadril e uma diminuição relativa da ativação eletromiográfica do glúteo médio, possivelmente indicando uma maior eficácia desta musculatura em desenvolver o torque excêntrico após o tratamento.

Como esperado, nenhuma diferença no sinal eletromiográfico do glúteo médio foi observada no grupo controle.

#### **4.4 - Limitações do estudo**

Uma limitação deste estudo foi a ausência de um grupo controle composto de pacientes com dor femoropatelar sem receber tratamento, entretanto este tipo de estudo não foi considerado ético. Além disso, como os pacientes com a dor femoropatelar que participaram deste estudo apresentavam dor crônica (média de 40 meses), acreditamos que as

melhoras observadas foram resultado do protocolo de reabilitação utilizado e não decorrente de qualquer melhora natural que poderia ter ocorrido durante o estudo.

Além disso, o presente estudo não incluiu um período controlado de seguimento, portanto, nenhuma conclusão pode ser feita a respeito dos benefícios do tratamento a longo prazo.

Não pode ser ignorado que um tamanho de amostra maior poderia alterar alguns dos resultados do estudo; e, portanto, pesquisas futuras são necessárias antes que conclusões definitivas possam ser apresentadas.

Pesquisas futuras devem incluir uma amostra maior e um período de seguimento. Também é importante estudar a influência de outros músculos da pelve e do quadril no desenvolvimento e no tratamento da síndrome da dor femoropatelar, além de outros protocolos de tratamento incluindo o treinamento excêntrico da musculatura do quadril.

Concluindo, este estudo demonstrou que um programa de exercício domiciliar com duração de seis semanas composto de fortalecimento do quadríceps e suplementado pelo fortalecimento e treino funcional focado nos músculos transversos abdominais, abdutores e rotadores laterais do quadril proporcionam benefícios adicionais em relação à sintomatologia dolorosa percebida durante atividades funcionais em pacientes com a síndrome da dor femoropatelar. O ganho de torque do quadríceps pode somente explicar parcialmente a diminuição dos sintomas dolorosos, já que ambos os grupos aumentaram o torque excêntrico extensor do joelho. A melhora dos resultados do grupo intervenção com respeito à dor e função foi associada a alterações na atividade eletromiográfica do glúteo médio, porém o aumento estatisticamente significativo do torque excêntrico abductor e rotador lateral do quadril não foram essenciais à melhora clínica.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

A partir dos estudos apresentados nesta dissertação podemos considerar que:

- Mulheres portadoras da SDFP apresentam redução da capacidade de gerar torque excêntrico máximo de abdução e adução do quadril, sendo o déficit do torque excêntrico de abdução maior relativo ao de adução. Assim, esse fato deve ser levado em consideração na avaliação e tratamento da SDFP. Estudos prospectivos são necessários para identificar se estes déficits são fatores predisponentes à SDFP ou uma causa desta.
- Não foi detectada diferença no torque excêntrico máximo dos músculos do quadril que controlam os movimentos no plano transversal, ou seja, os músculos rotadores laterais e mediais, entre mulheres com e sem a SDFP. Recomenda-se a realização de estudos futuros com metodologias distintas e com maior tamanho da amostra, para confirmar, refutar e/ou complementar estes resultados, já que os dados deste trabalho são inéditos na literatura.
- A atividade eletromiográfica do músculo glúteo médio durante a contração excêntrica não difere entre mulheres com e sem a SDFP.
- A adição do fortalecimento e do treino funcional dos músculos transversal abdominal, abdutores e rotadores laterais do quadril ao tratamento da SDFP, baseado no fortalecimento do músculo quadríceps, oferece benefícios quanto à melhora da sintomatologia dolorosa em atividades funcionais.

O enfoque no papel da musculatura proximal na etiologia e no tratamento da SDFP é recente e, portanto, novos estudos avaliando outros grupos musculares, diversos aspectos da função muscular em atividades funcionais, com delineamento prospectivo e abordagens distintas de tratamento devem ser realizados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

AKUTHOTA, V.; NADLER, S.F. Core strengthening. **Arch. Phys. Med. Rehabil.**, v. 85, p. S86-S92, 2004.

ALMEIDA, S.A.; TRONE, D.W.; LEONE, D.M.; SHAFFER, R.A.; PATHEAL, S.L.; LONG, K. Gender differences in musculoskeletal injury rates: a function of symptom reporting? **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 31, p. 1807-1812, 1999.

AMINAKA, N.; GRIBBLE, P.A. A Systematic review of the effects of therapeutic taping on patellofemoral pain syndrome. **J. Athl. Train.**, v. 40, p. 341-351, 2005.

BAQUIE, P.; BRUKNER, P. Injuries presenting to an Australian sports medicine centre: a 12-month study. **Clin. J. Sports Med.**, v. 7, p. 28-31, 1997.

BIZZINI, M.; CHILDS, J.D.; PIVA, S.R.; DELITTO, A. Systematic review of the quality of randomized controlled trials for patellofemoral syndrome. **J. Orthop. Sports Phys. Ther.**, v. 33, p. 4-20, 2003.

BOLING, M.C.; BOLGLA, L.A.; MATTACOLA, C.G.; UHL, T.L.; HOSEY, R.G. Outcomes of a weight-bearing rehabilitation program for patients diagnosed with patellofemoral pain syndrome. **Arch. Phys. Med. Rehabil.**, v. 87, p. 1428-35, 2006.

BRINDLE, J.T.; 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.**, v. 11, p. 244-251, 2003.

BURNETT, C.N.; BETTS, E.F.; KING, W.M. Reliability of isokinetic measurements of hip muscle torque in young boys. **Phys. Ther.**, v. 70, p. 244 – 249, 1990.

CIBULKA, M.T.; THRELKELD-WATKINS, J. Patellofemoral pain and asymmetrical hip rotation (Case Report). **Phys. Ther.**, v. 85, p. 1201-1207, 2005.

CICHANOWSKI, H.R.; SCHMITT, J.S.; JOHNSON, R.J.; NIEMUTH, P.E. Hip strength in collegiate female athletes with patellofemoral pain. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 39, p.1227-1232, 2007.



- COWAN, S.M.; BENNELL, K.L.; CROSSLEY, K.M.; HODGES, P.W.; MCCONNELL, J. Physical therapy, alters recruitment of the vasti in patellofemoral pain syndrome. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 34, p.1879-1885, 2002.
- COWAN, S.M.; BENNELL, K.L.; HODGES, P.W.; CROSSLEY, K.M.; MCCONNELL, J. Delayed onset of electromyographic activity of vastus medialis obliquus relative to vastus lateralis in subjects with patellofemoral pain syndrome. **Arch Phys Med Rehabil.**, v. 82, p.183 – 189, 2001.
- CROSSLEY, K.; BENNELL, K.; GREEN, S.; COWAN, S.; MCCONNELL, J. Physical therapy for patellofemoral pain: a randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. **Am. J. Sports Med.**, v. 30, p. 857-865, 2002.
- CROSSLEY, K.M.; BENNELL, K.L.; COWAN, S.M.; GREEN, S. Analysis of outcome measures for persons with patellofemoral pain: which are reliable and valid? **Arch. Phys. Med. Rehabil.**, v. 85, p. 815-822, 2004.
- DEHAVEN, K.E.; LINTNER, D.M. Athletic injuries: comparison by age, sport, and gender. **Am. J. Sports Med.**, v. 30, p. 857-865, 2002.
- DEVEREAUX, M.D.; LACHMANN S.M. Patello-femoral arthralgia in athletes attending a Sports Injury Clinic. **Br. J. Sports Med.**, v. 18, p. 18-21, 1984.
- DONATELLI, R.; CATLIN, P.A.; BACKER, G.S.; DRANE, D.L.; SLATER, S.M. Isokinetic hip abductor to adductor torque ratio in normals. **Isokin. Exer. Sci.**, v. 1, p. 103-111, 1991.
- ENOKA, R.M. Neural adaptations with chronic physical activity. **J. Biomech.**, v. 30, p. 447-455, 1997.
- FERBER, R.; DAVIS, I.M.; WILLIAMS III, D.S. Gender differences in lower extremity mechanics during running. **Clin. Biomech.**, v.18, p. 350-357, 2003.
- FULKERSON, J.P. Diagnosis and treatment of patients with patellofemoral pain. **Am. J. Sports Med.**, v. 30, n. 3, p. 447-456, 2002.
- FULKERSON, J.P.; ARENDT, E.A. Anterior knee pain in females. **Clin. Orthop.**, v. 372, p. 69-73, 2000.

GABRIEL, D.A.; KAMEN, G.; FROST, G. Neural adaptations to resistive exercise: mechanisms and recommendations for training practices. **Sports Med.**, v. 36, p. 133-149, 2006.

GROSS, M.T.; FOXWORTH, J.L. The role of foot orthoses as an intervention for patellofemoral pain. **J. Orthop. Sports Phys. Ther.**, v. 33, n. 11, p. 661-670, 2003.  
HEINTJES, E.; BERGER, M.Y.; BIERNA-ZEINSTRAS, S.M.A.; BERSEN, R.M.D.; VERHAAR, J.A.N.; KOES, B.W. Exercise therapy for patellofemoral pain syndrome (Cochrane Review). In: **The Cochrane Library**, Issue 2, 2005. Oxford: Update Software.

HERMENS, H.J.; FRERIKS, B.; MERLETTI, R.; HÄGG, G.; STEGEMANS, D.F.; BLOK, J.; RAU, G.; DISSELHORST-KLUG, C. SENIAM 8: European recommendations for surface electromyography, Roessingh Research and Development by, 1999.

HUBERTI, H.H.; HAYES, W.C. Patellofemoral contact pressure. The influence of Q-angle and tendofemoral contact. **J. Bone Joint. Surg. Am.**, v. 66, p. 715-724, 1984.

HUTCHINSON, M.R.; IRELAND, M.L. Knee injuries in female athletes. **Sports Med.**, v. 19, p. 288-302, 1995.

HVID, I.; ANDERSEN, L.I. The quadriceps angle and its relation to femoral torsion. **Acta Orthop. Scand.**, v. 53, p. 577-579, 1982.

INSALL, J.; FALVO, K.A.; WISE, D.W. Chondromalacia patellae. A prospective study. **J. Bone Joint Surg. Am.**, v. 58, p.1-8, 1976.

IRELAND, M.L.; WILLSON, J.D.; BALLANTINE, B.T.; DAVIS, I.M. Hip strength in females with and without patellofemoral pain. **J. Orthop. Sports Phys. Ther.**, v. 33, p. 671-676, 2003.

LAPRADE, J.; CULHAM, E.; BROUWER, B. Comparison of five isometric exercises in the recruitment of the vastus medialis oblique in persons with and without patellofemoral pain syndrome. **J. Orthop. Sports Phys. Ther.**, v. 27, n. 3, p. 197-204, 1998.

LEE, T.Q.; MORRIS, G.M.; CSINTALAN, R.P. The Influence of tibial and femoral rotation on patellofemoral contact area and pressure. **J. Orthop. Sports Phys. Ther.**, v. 33, p. 686-693, 2003.

LEETUN, D.T.; IRELAND, M.L.; WILLSON, J.D.; BALLANTYNE, B.T.; DAVIS, I.M. Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 36, p. 926-934, 2004.

- LINDSAY, D.M.; MAITLAND, M.E.; LOWE, R.C.; KANE, T.J. Comparison of isokinetic internal and external rotation torque using different testing position. **J. Orthop. Sports Phys. Ther.**, v. 16, p. 43-50, 1996.
- LYONS, K.; PERRY, J.; GRONLEY, J.K.; BARNES, L.; ANTONELLI, D. Timing and relative intensity of hip extensor and abductor muscle action during level and stair ambulation: an EMG study. **Phys. Ther.**, v. 63, p. 1597-1605, 1983.
- MASCAL, C.L.; LANDEL, R.; POWERS, C. Management of patellofemoral pain targeting hip, pelvis, and trunk muscle function: 2 cases reports. **J. Orthop. Sports Phys. Ther.**, v. 33, p. 647-659, 2003.
- MCCONNELL, J. The management of chondromalacia patellae: a long term solution. **Aust. J. Physio.**, v. 32, p. 215-223, 1986.
- MIZUNO, Y.; KUMAGAI, M.; MATTESSICH, S.M.; RAMRATTAN, E.N.; COSGAREA, A.J.; CHAO, E.Y.S. Q-angle influences tibiofemoral and patellofemoral kinematics. **J. Orthop. Res.**, v. 19, p. 834-840, 2001.
- NATRI, A.; KANNUS, P.; JÄRVINEN, M. Which factors predict the long-term outcome in chronic patellofemoral pain syndrome? A 7-year prospective follow-up study. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 30, p.1572-1577, 1998.
- NIEMUTH, P.E.; JOHNSON, R.J.; MYERS, M.J.; THIEMAN, T. Hip muscle weakness and overuse injuries in recreational runners. **Clin. J. Sports Med.**, v. 15, p. 14-21, 2005.
- NEUMAN, D.A.; COOK, T.M. Effect of load and carrying position on the electromyographic activity of gluteus medius muscle during walking. **Phys. Ther.**, v. 65, p. 305-311, 1985.
- PEELER, J.; ANDERSON, J.E. Effectiveness of static quadriceps stretching in individuals with patellofemoral joint pain. **Clin. J. Sport Med.**, v. 17, p. 234-241, 2007.
- Philadelphia Panel evidence-based clinical practice guidelines on selected rehabilitation interventions for knee pain. **Phys. Ther.**, v. 81, p. 1675-1700, 2001.
- PIVA, S.R.; GOODNITE, E.A.; CHILDS, J.D. Strength around the hip and flexibility of soft tissues in individuals with and without patellofemoral pain syndrome. **J. Orthop. Sports Phys. Ther.**, v. 35, p. 793-801, 2005.

POWERS, C.M. The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: a theoretical perspective. **J. Orthop. Sports Phys. Ther.**, v. 33, p. 39-646, 2003.

POWERS, C.M.; MAFFUCCI, R.; HAMPTON, S. Rearfoot posture in subjects with patellofemoral pain. **J. Orthop. Sports Phys. Ther.**, v. 22; p. 155-160, 1995.

POWERS, C.M.; PERRY, J.; HSU, A.; HISLOP, H.J. Are patellofemoral pain and quadriceps femoris muscle torque associated with locomotor function? **Phys. Ther.**, v. 77, p.1063-1078, 1997.

POWERS, C.M.; WARD, S.R.; CHEN, Y.J.; CHAN, L.; TERK, M.R. The effect of bracing on patellofemoral joint stress during free and fast walking. **Am. J. Sports Med.**, v. 32, p. 224-231, 2004.

POWERS, C.M.; WARD, S.R.; FREDERICSON, M.; GUILLET, M.; SHELOCK, F.G. Patellofemoral kinematics during weight-bearing and non-weight-bearing knee extension in persons with lateral subluxation of the patella: a preliminary study. **J. Orthop. Sports Phys. Ther.**, v. 33, p. 677-685, 2003.

ROBINSON, R.L.; NEE, R.J. Analysis of hip strength in females seeking physical therapy treatment for unilateral patellofemoral pain syndrome. **J. Orthop. Sports Phys. Ther.**, v. 37, p. 232-237, 2007.

SCHULTZ, S.S.; FRANCIS, R.S.; FISHER, A.G.; VAN DE GRAAFF, K.M. Does Q angle reflect the force on the patella in the frontal plane? **Phys. Ther.**, v. 75, p. 24-30, 1995.

TAUTON, J.E.; RYAN, M.B.; CLEMENT, D.B.; MCKENZIE, D.C.; LLOYD-SMITH, D.R.; ZUMBO, B.D. A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. **Br. J. Sports Med.**, v. 36, p. 95-101, 2002.

TUMIA N, MAFFULLI N. Patellofemoral pain in female athletes. *Sports Med Arthroscopy Rev.* 2002; 10: 69 – 75.

TYLER, T.F.; NICHOLAS, S.J.; MULLANEY, M.J.; MCHUGH, M.P. The role of hip muscle function in the treatment of patellofemoral pain syndrome. **Am. J. Sports Med.**, v. 31, p. 1-7, 2006.

VAN CINGEL, R.E.H.; KLEINRENSINK, G.; UITTERLINDEN, E.J.; ROOIJENS, P.P.G.M.; MULDER, P.G.H.; AUFDEM KAMPE, G.; STOECKART, R. Repeated ankle

sprains and delayed neuromuscular response: acceleration time parameters. **J. Orthop. Sports Phys. Ther.**, v. 36, p. 72-79, 2006.

VAN TIGGELEN, D.; WITVROUW, E.; COOREVITS, P.; CORISIER, J.L.; ROGET, P. Analysis of isokinetic parameters in the development of anterior knee pain syndrome: a prospective study in a military setting. **Isokin. Exerc. Sci.**, v. 12, p. 223-228, 2004.

WILSON, J.D.; DAVIS, I.S. Lower extremity mechanics of females with and without patellofemoral pain across activities with progressively greater task demands. **Clin. Biomech.** 2007 (*In Press*).

WITVROUW, E.; DANNEELS, L.; VAN TIGGELEN, D.; WILLEMS, T.M.; CAMBIER, D. Open versus closed kinetic chain exercises in patellofemoral pain: a 5-year prospective randomized study. **Am. J. Sports Med.**, v. 32, p. 1122-1130, 2004.

WITVROUW, E.; LYSSENS, R.; BELLEMANS, J.; CAMBIER, D.; VANDERSTRAETE, G. Intrinsic risk factors for the development of anterior knee pain in an athletic population: a two-year prospective study. **Am. J. Sports Med.**, v. 28, p. 480-489, 2000.

WITVROUW, E.; WERNER, S.; MIKKELSEN, C.; VAN TIGGELEN, D.; VANDERBERGHE, L.; CERULLI, G. Clinical classification of patellofemoral pain syndrome: guidelines for non-operative treatment. **Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.**, v. 13, p. 122-130, 2005.

YIP, S.L.M.; NG, G.Y.F. Biofeedback supplementation to physiotherapy exercise programme for rehabilitation of patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled pilot study. **Clin. Rehabil.**, v. 20, p. 1050-1057, 2006.

**APÊNDICE I**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

**AVALIAÇÃO FÍSICA**

Voluntário número: \_\_\_\_\_

Data de avaliação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Examinador: \_\_\_\_\_

- Nome: \_\_\_\_\_
- Data de Nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Telefone: \_\_\_\_\_
- Idade: \_\_\_\_\_ Peso: \_\_\_\_ kg Altura: \_\_\_\_\_ m
- Atividade Física: ( ) não Modalidade: \_\_\_\_\_  
( ) sim Frequência: \_\_\_\_\_

Dominância: ( ) Esquerdo ( ) Direito

- H.P./H.A: Questionar ao voluntário sobre possíveis lesões e/ou traumas envolvendo o sistema ósteo-mio-articular, recentes e/ou pregressas.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- Faz uso de algum medicamento? ( ) não ( ) sim. Qual? \_\_\_\_\_

- História de lesão ou trauma na articulação do joelho: ( ) não ( ) sim

Qual? \_\_\_\_\_

- Presença de dor na articulação do joelho ou em alguma parte de corpo?

( ) não ( ) sim Local: \_\_\_\_\_

- Presença de dor na articulação femoropatelar no último mês?

( ) não ( ) sim Difusa ( ) Localizada ( )

- Dor femoropatelar: ( ) bilateral ( ) unilateral ( ) D ( ) E

- Presença de dor em atividades funcionais:

- ( ) Agachamento por tempo prolongado
- ( ) Permanecer muito tempo sentado
- ( ) Subir ou descer escadas
- ( ) Contração isométrica do quadríceps
- ( ) Ajoelhar-se
- ( ) Praticar esporte
- ( ) Correr

- Pior dor femoropatelar na última semana:



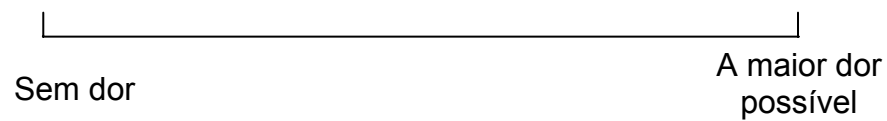
- Dor no dia de hoje:



### TESTES FUNCIONAIS – 30 s

Agachamento bilateral 90°

ANTES:



DEPOIS:



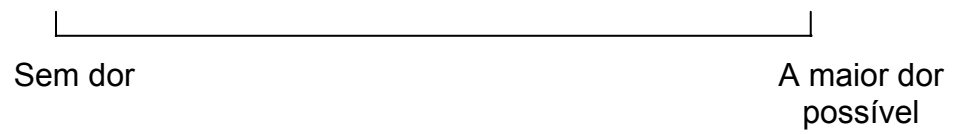


Descer Step de 25 cm

ANTES:



DEPOIS:



**Avaliação Postural:**

**VISTA ANTERIOR:**

**VISTA LATERAL:**

**VISTA POSTERIOR:**

**DECÚBITO DORSAL:**

MEDIDA DE COMPRIMENTO DOS MEMBROS INFERIORES:

	Membro Inferior Direito	Membro Inferior Esquerdo
Medida Real (cm)		
Medida Aparente (cm)		

PERIMETRIA DA MUSCULATURA DA COXA:

A partir da linha articular	JOELHO DIREITO	JOELHO ESQUERDO
10 cm		
20 cm		

**JOELHO:**

TESTES ESPECIAIS:

	JOELHO DIREITO	JOELHO ESQUERDO
ÂNGULO Q		
GAVETA ANTERIOR	- rotação neutra: - rotação interna: - rotação externa:	- rotação neutra: - rotação interna: - rotação externa:
GAVETA POSTERIOR	- rotação neutra: - rotação interna:	- rotação neutra: - rotação interna:
LACHMAN		
MaCMURRAY		
SOBRESSALTO		

**PATELA:**

	PATELA DIREITA	PATELA ESQUERDA
	( ) normal ( ) hipermóvel ( ) hipomóvel	( ) normal ( ) hipermóvel ( ) hipomóvel
	( ) medializada ( ) lateralizada	( ) medializada ( ) lateralizada
PALPAÇÃO DAS FACETAS/BORDAS	( ) medial ( ) lateral ( ) superior ( ) inferior	( ) medial ( ) lateral ( ) superior ( ) inferior
APREENSÃO		

COMPRESSÃO (CLARCK)		
PRESENÇA DE DERRAME		
CREPITAÇÃO		

**PALPAÇÃO:**

	MEMBRO INFERIOR DIREITO	MEMBRO INFERIOR ESQUERDO
RETINÁCULO MEDIAL		
RETINÁCULO LATERAL		
TENDÃO PATELAR		
TENDÃO TRATOILITIBIAL		
TENDÃO PATA DE GANSO		

- MARCAÇÃO DA TORÇÃO TIBIAL EXTERNA

**PROVA DE RETRAÇÃO MUSCULAR: (Hoppenfield)**

	MEMBRO INFERIOR DIREITO	MEMBRO INFERIOR ESQUERDO
GASTROCNÊMIO		
ISQUIOTIBIAIS		
PROVA DE THOMAS	( ) Reto Femoral ( ) Iliopsoas	( ) Reto Femoral ( ) Iliopsoas

**DECÚBITO VENTRAL:**

- MARCAÇÃO DO ÂNGULO DO RETROPÉ
- TESTE DE APPLEY ( ) Direito ( ) Esquerdo

**SENTADO:**

	MEMBRO INFERIOR DIREITO	MEMBRO INFERIOR ESQUERDO
STRESS VALGO		
STRESS VARO		

**DECÚBITO LATERAL:**

PROVA DE RETRAÇÃO MUSCULAR:

	MEMBRO INFERIOR DIREITO	MEMBRO INFERIOR ESQUERDO
PROVA DE OBER		

**PÉ:**

	MEMBRO INFERIOR DIREITO	MEMBRO INFERIOR ESQUERDO
TORÇÃO TIBIAL EXTERNA		
ÂNGULO DO RETROPÉ		
ARCO LONGITUDINAL		
NAVICULAR DROP TEST		

**APÊNDICE II**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

## Ficha de Avaliação da Dor – VAS

Data: \_\_\_\_\_

Número do Voluntário: \_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_

### Dor usual femoropatelar da última semana

\_\_\_\_\_

Sem dor

A maior dor possível

### Dor subindo escada

\_\_\_\_\_

Sem dor

A maior dor possível

**Dor descendo escada****Sem dor****A maior dor possível****Dor durante agachamento****Sem dor****A maior dor possível****Dor na posição sentada por tempo prolongado com joelhos dobrados****Sem dor****A maior dor possível**

**APÊNDICE III**



## FICHA DE CONTROLE DE FREQUÊNCIA DO TRATAMENTO

NOME: \_\_\_\_\_

DATA : \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ à \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

FASE DO TRATAMENTO: \_\_\_\_\_

Favor, marcar abaixo na tabela, os dias que realizou os exercícios do tratamento e indicar se foi em casa(C) ou na fisioterapia(F).

DOMINGO	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA	SÁBADO

OBSERVAÇÕES:

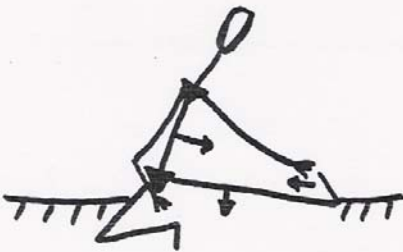
NOME: \_\_\_\_\_

## Programa de exercícios domiciliar

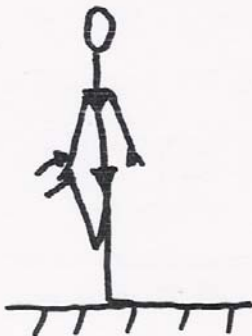
OS EXERCÍCIOS AQUI DESCRITOS DEVEM SER REALIZADOS TODOS OS DIAS.

### 1) Alongamentos:

Os exercícios de alongamento serão realizados em **3 REPETIÇÕES DE 30 SEGUNDOS.**



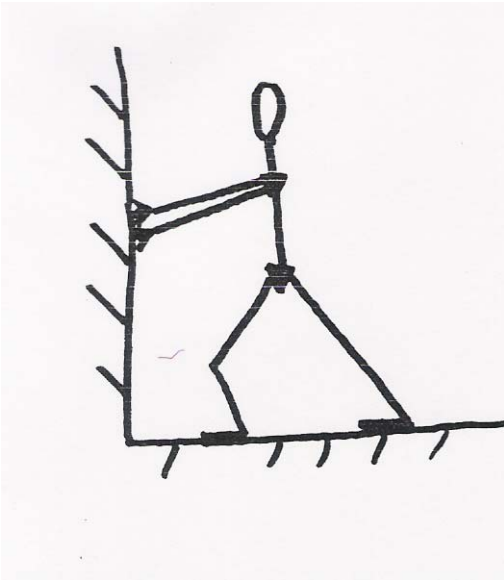
**ISQUIOTIBIAIS:** Ficar na posição sentada, estender o joelho da perna que vai ser alongada e trazer o pé na sua direção o outro membro inferior fica dobrado. Com o tronco reto, tentar alcançar o pé com a mão, sem tirar os ossos da pelve do chão (empinar o bumbum).



**QUADRÍCEPS:** Permanecer na posição em pé, sobre o membro inferior direito, dobrar o joelho a ser alongado e segurar o pé com a mão atrás, levando o pé na direção do glúteo. Evitar levar o tronco e a pelve a frente.



**TRATO ILIOTIBIAL:** Na posição em pé, permanecer ao lado de uma parede com o lado a ser alongado, na direção oposta da mesma. Cruzar o membro inferior que vai alongar por trás do outro membro e levar a pelve para longe da parede.

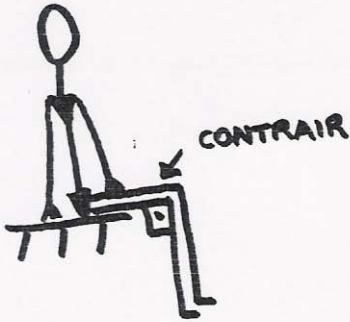


**FLEXORES PLANTARES:** Ficar em pé de frente para a parede, apoiando as mãos na mesma. Colocar o membro a ser alongado atrás e o outro membro na frente, com o joelho dobrado e transferindo do peso para frente. Manter o membro inferior posterior com o joelho estendido e o calcanhar apoiado no chão.

**RETINÁCULO PATELAR LATERAL:** Posiciona os polegares na borda lateral da patela, realizando pressão no sentido medial e inferior. O joelho está na posição levemente dobrada com a patela na direção do teto.

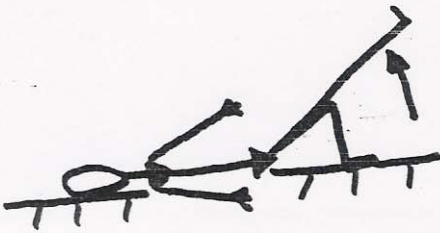
**1) Fase 1 (1ª e 2ª semanas):**

DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ A \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_



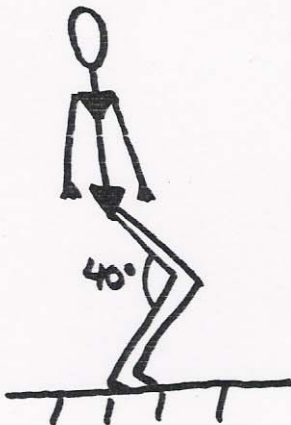
**Exercício 1:** Contrair o músculo da coxa (quadríceps) o mais forte possível na posição sentada com os joelhos dobrados.

Realizar: \_\_\_\_\_ séries de \_\_\_\_\_ repetições, mantendo a contração durante 10 segundos com 3 segundos de intervalo entre cada repetição e 1 minuto de intervalo entre cada série.



**Exercício 2:** Deitar de barriga para cima, elevar a perna com o joelho estendido até alinhar a coxa com a coxa do outro membro que está em repouso com o joelho dobrado.

Realizar: \_\_\_\_\_ séries de \_\_\_\_\_ repetições com 1 minuto de intervalo entre cada série



**Exercício 3:** Mini- agachamento até 40° de flexão dos joelhos

Realizar: \_\_\_\_\_ séries de \_\_\_\_\_ repetições com 1 minuto de intervalo entre cada série

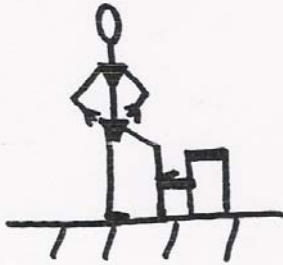
**2) Fase 2 (3ª e 4ª semanas):**

DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ A \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_



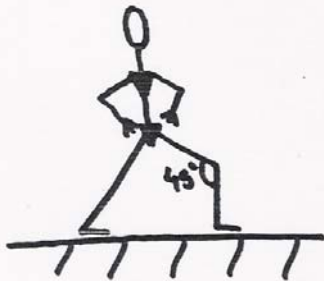
**Exercício 1:** Deslizar na parede em pé até 60° de flexão dos joelhos.

Realizar \_\_\_\_\_ séries de \_\_\_\_\_ repetições com 1 minuto de intervalo entre as séries.



**Exercício 2:** Subir e descer o degrau (20 cm ) de frente.

Realizar \_\_\_\_\_ séries de \_\_\_\_\_ repetições.



**Exercício 3:** Em pé, com um pé na frente do outro, realizar flexão do joelho que está na frente até 45°.

Realizar \_\_\_\_\_ séries de \_\_\_\_\_ repetições com 1 minuto de intervalo entre as séries.

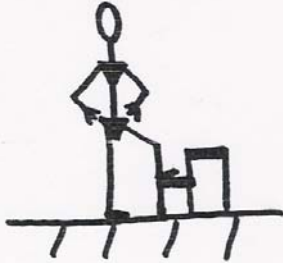
**3) Fase 3 (5ª e 6ª semanas):**

DATA: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ A \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_



**Exercício 1:** Deslizar na parede em pé até 60° de flexão dos joelhos.

Realizar \_\_\_\_\_ séries de \_\_\_\_\_ repetições com 1 minuto de intervalo entre as séries.



**Exercício 2:** Subir e descer o degrau (20 cm ) de frente.

Realizar \_\_\_\_\_ séries de \_\_\_\_\_ repetições.



**Exercício 3:** Em pé, com um pé na frente do outro, realizar flexão do joelho que está na frente até 45°.

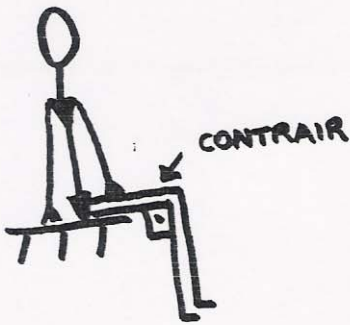
Realizar \_\_\_\_\_ séries de \_\_\_\_\_ repetições com 1 minuto de intervalo entre as séries.

**Caminhada e corrida progressivas:**

### 3) Fase 1 (1ª e 2ª semanas):

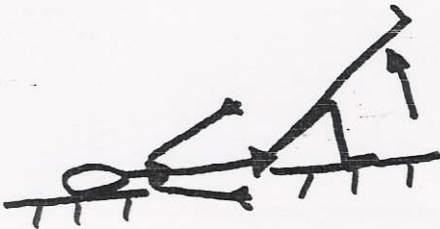
DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ A \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Durante **TODOS** os exercícios, realizar contração do músculo transverso abdominal, ou seja, tentar **levar o umbigo na direção da coluna vertebral**.



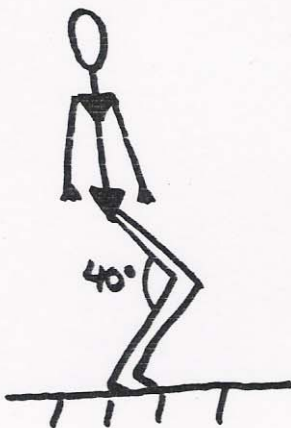
**Exercício 1:** Contrair o músculo da coxa (quadríceps) o mais forte possível na posição sentada com os joelhos dobrados.

Realizar: \_\_\_\_\_ séries de \_\_\_\_\_ repetições mantendo a contração durante 10 segundos com 3 segundos de intervalo entre cada repetição e 1 minuto de intervalo entre cada série.



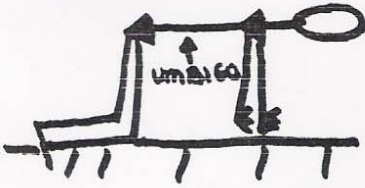
**Exercício 2:** Deitar de barriga para cima, elevar a perna com o joelho estendido até alinhar a coxa com a coxa do outro membro que está em repouso com o joelho dobrado.

Realizar: \_\_\_\_\_ séries de \_\_\_\_\_ repetições com 1 minuto de intervalo entre cada série



**Exercício 3:** Mini- agachamento até 40° de flexão dos joelhos

Realizar: \_\_\_\_\_ séries de \_\_\_\_\_ repetições com 1 minuto de intervalo entre cada série



**Exercício 4:** Contrair os músculos abdominais, com a intenção de levar o umbigo na direção da coluna vertebral na posição de quatro apoios (gato)

Realizar: \_\_\_\_\_ séries de \_\_\_\_\_ contrações, mantidas durante 10 segundos.

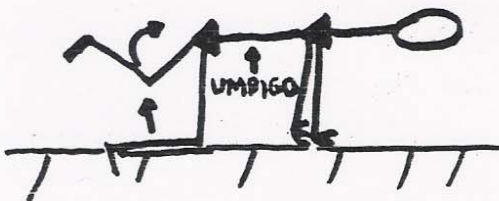


**Exercício 5:** Deitar de lado, com o joelho comprometido voltado para o teto. Dobrar ligeiramente os quadris e os joelhos mantendo os calcanhares juntos. Separar um joelho do outro, abrindo e rodando o joelho para fora, sem separar os calcanhares. Manter a coluna reta, contraindo o abdominal. Também, palpar o ossinho saliente da pelve para não deixá-la rodar.

Realizar: \_\_\_\_\_ séries de \_\_\_\_\_ contrações, mantidas durante 10 segundos.



**Exercício 6:** Deitar de lado, levantar a perna de lado com o joelho estendido. O joelho deve rodado para fora. Palpar o ossinho saliente da pelve para não deixá-la rodar. Realizar: \_\_\_\_\_ séries de \_\_\_\_\_ contrações, mantidas durante 10 segundos.



**Exercício 7:** Permanecer na posição de quatro apoios (gato), com o joelho dobrado 90°. Abrir e rodar o joelho para fora. Manter a coluna vertebral reta levando o umbigo na direção da coluna).

Realizar: \_\_\_\_\_ séries de \_\_\_\_\_ contrações, mantidas durante 10 segundos.



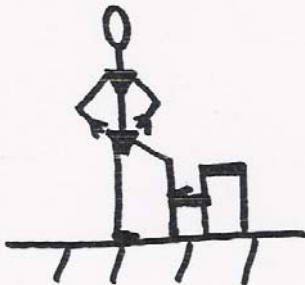
**4) Fase 2 (3ª e 4ª semanas):**

DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ A \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

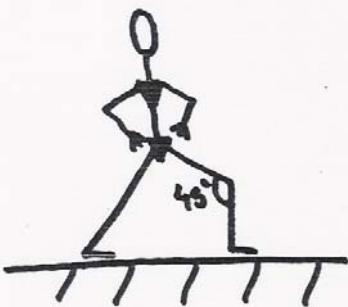
DURANTE TODOS OS EXERCÍCIOS MANTER A CONTRAÇÃO DO MÚSCULO ABDOMINAL TRANSVERSO (INTENÇÃO DE LEVAR O UMBIGO À COLUNA VERTEBRAL) E MANTER O JOELHO VIRADO PARA FORA DE FORMA QUE AS PONTAS DOS JOELHOS FIQUEM ALINHADAS COM OS 2º DEDOS DO PÉS.



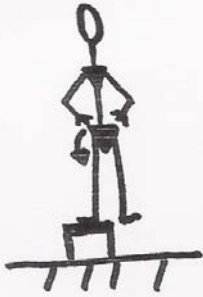
**Exercício 1:** Deslizar na parede em pé até 60° de flexão dos joelhos. Realizar \_\_\_\_\_ séries de \_\_\_\_\_ repetições com 1 minuto de intervalo entre as séries.



**Exercício 2:** Subir e descer o degrau (20 cm ) de frente. Realizar \_\_\_\_\_ séries de \_\_\_\_\_ repetições.



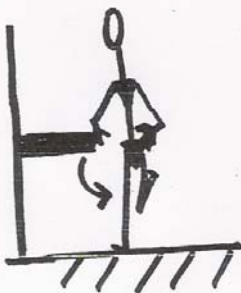
**Exercício 3:** Em pé, com um pé na frente do outro, realizar flexão do joelho que está na frente até 45°. Realizar \_\_\_\_\_ séries de \_\_\_\_\_ repetições com 1 minuto de intervalo entre as séries.



**Exercício 4:** Ficar em pé sobre o membro inferior acometido, sobre o degrau. Colocar as mãos nos ossinhos da pelve (EIAS) e abaixar a pelve do lado da perna **que está apoiada**. Realizar \_\_\_\_\_ séries de \_\_\_\_\_ contrações mantidas durante 10 segundos.



**Exercício 5:** Ficar em pé sobre o membro inferior acometido, segurar a ponta do elástico com a **mão contrária** da perna no chão e levar o braço para trás com o cotovelo dobrado em 90° de flexão. Palpar o ossinho da pelve com a mão livre e manter ele para baixo. Realizar \_\_\_\_\_ séries de \_\_\_\_\_ repetições com intervalo de 30 segundos entre as séries.



**Exercício 6:** Ficar em pé sobre o membro inferior acometido. Segurar a ponta do elástico com a **mesma mão** da perna que está no chão e rodar o tronco puxando o elástico. Realizar \_\_\_\_\_ séries de \_\_\_\_\_ repetições mantendo 10 segundos a posição de rotação medial de tronco.

**3) Fase 3 (5ª e 6ª semanas):**

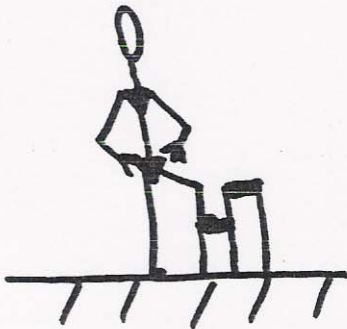
DATA: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ A \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

DURANTE TODOS OS EXERCÍCIOS MANTER A CONTRAÇÃO DO MÚSCULO ABDOMINAL TRANSVERSO (INTENÇÃO DE LEVAR O UMBIGO À COLUNA VERTEBRAL) E MANTER O JOELHO VIRADO PARA FORMA DE FORMA QUE AS PONTAS DOS JOELHOS FIQUEM ALINHADAS COM OS 2º DEDOS DO PÉS.



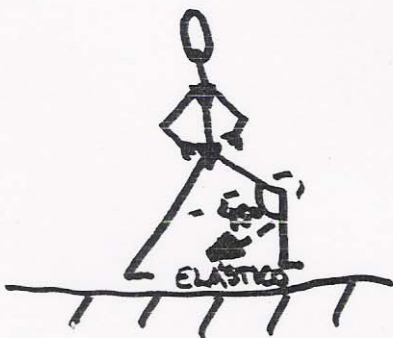
**Exercício 1:** Deslizar na parede em pé até 60° de flexão dos joelhos.

Realizar \_\_\_\_\_ séries de \_\_\_\_\_ repetições com 1 minuto de intervalo entre as séries.



**Exercício 2:** Subir e descer o degrau (20 cm ) de frente.

Realizar \_\_\_\_\_ séries de \_\_\_\_\_ repetições.



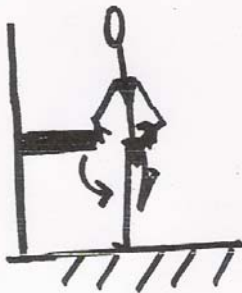
**Exercício 3:** Em pé, com um pé na frente do outro, realizar flexão do joelho que está na frente até 45° **com o elástico** em volta deste. Realizar \_\_\_\_\_ séries de \_\_\_\_\_ repetições com 1 minuto de intervalo entre as séries.



**Exercício 4:** Ficar em pé sobre o membro inferior acometido, sobre o degrau. Colocar as mãos nos ossinhos da pelve (EIAS) e abaixar a pelve do lado da perna **que está apoiada**. Realizar \_\_\_\_\_ séries de \_\_\_\_\_ contrações mantidas durante 10 segundos.



**Exercício 5:** Ficar em pé sobre o membro inferior acometido, segurar a ponta do elástico com a **mão contrária** da perna no chão e levar o braço para trás com o cotovelo dobrado em 90° de flexão. Palpar o ossinho da pelve com a mão livre e manter ele para baixo. Realizar \_\_\_\_\_ séries de \_\_\_\_\_ repetições com intervalo de 30 segundos entre as séries.



**Exercício 6:** Ficar em pé sobre o membro inferior acometido. Segurar a ponta do elástico com a **mesma mão** da perna que está no chão e rodar o tronco puxando o elástico. Realizar \_\_\_\_\_ séries de \_\_\_\_\_ repetições mantendo 10 segundos a posição de rotação medial de tronco.

**Caminhada ou corrida progressivas:**

**APÊNDICE IV**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA**  
 Via Washington Luiz, Km 235 - C.P.676 - 13565-905 -  
 São Carlos/SP - Brasil  
 TEL: (16) 3351-8754 FAX: (16) 3361-2081

*E-mail: fserrao@power.ufscar.br*

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Nome do projeto: **FUNÇÃO DOS MÚSCULOS ABDUTORES E ROTADORES LATERAIS DO QUADRIL NO TRATAMENTO DA SÍNDROME DA DOR FEMOROPATELAR**

**Responsáveis:**

Prof. Dr. Fábio Viadanna Serrão – Departamento de Fisioterapia - UFSCar  
 Theresa Helissa Nakagawa – Mestranda em Fisioterapia – UFSCar

Eu, \_\_\_\_\_, RG N.º \_\_\_\_\_,  
 residente à \_\_\_\_\_ n.º \_\_\_\_\_, bairro  
 \_\_\_\_\_, na cidade de \_\_\_\_\_, estado  
 \_\_\_\_\_, declaro ser conhecedor das condições sob as quais  
 me submeterei no experimento acima citado, detalhado a seguir:

- a) O objetivo desse estudo é: a - Comparar a eficácia do tratamento de fortalecimento de quadríceps com a do tratamento de fortalecimento de quadríceps com acréscimo do fortalecimento e do treino funcional dos músculos do controle de tronco, pelve e quadril, com ênfase nos músculos abdutores e rotadores laterais de quadril, sobre o comportamento da dor e o desempenho funcional em indivíduos com a Síndrome da Dor Femoropatelar (SDFP); b - Verificar se existe relação entre o comportamento da dor, o desempenho funcional, o pico de torque excêntrico dos músculos quadríceps, abdutores e rotadores laterais do quadril nos indivíduos com a SDFP; c - Verificar se existe relação entre o comportamento da dor, o desempenho funcional e a atividade elétrica do músculo glúteo médio nos indivíduos com a SDFP.
- b) Inicialmente serei submetido a uma avaliação física segundo a ficha de avaliação específica desse trabalho, para minha inclusão ou não na amostra.
- c) Se selecionado, serei inicialmente submetido a uma avaliação por meio de escala analógica visual de dor, questionário funcional de dor anterior do joelho (AKPS) e escala da qualidade do movimento durante a descida de degrau lateral.

- d) Também serei submetido a uma avaliação eletromiográfica (não invasiva) através de um eletromiógrafo EMG-8 (*EMG System do Brasil LTDA.*) e a uma avaliação do torque dos músculos quadríceps, abdutores e rotadores laterais do quadril através do Dinamômetro Isocinético (*Biodex Multi-joint System 2, BIODEX MEDIAL SYSTEM Inc., New York*), localizado no Laboratório de Avaliação e Intervenção em Ortopedia e Traumatologia (LAIOT) - Departamento de Fisioterapia da UFSCar e na Unidade Saúde Escola - UFSCar, antes e após o tratamento de alongamento e fortalecimento do músculo quadríceps ou tratamento de alongamento e fortalecimento de músculo quadríceps acrescido de fortalecimento e treino funcional dos músculos do tronco, pelve e quadril, com ênfase no músculos abdutores e rotadores laterais do quadril, com duração de 6 semanas, a ser realizado na Subseção de Fisioterapia na Subdivisão de Saúde da Academia da Força Aérea.
- e) Sei que a coleta dos dados dos exercícios fornecerá maiores informações sobre o tratamento da SDFP. Assim como, essas novas informações auxiliarão novos estudos.
- f) Sei que os resultados dos testes serão disponibilizados para mim ao final do estudo.
- g) Os dados obtidos neste trabalho serão mantidos em sigilo e não poderão ser consultados por outras pessoas sem a minha autorização por escrito. No entanto, poderão ser utilizados para fins científicos, desde que resguardada a minha privacidade.
- h) Minha identidade será preservada em todas as situações que envolvam discussão, apresentação ou publicação dos resultados da pesquisa, a menos que haja uma manifestação da minha parte por escrito, autorizando tal procedimento.
- i) Estou ciente de que minha participação no presente estudo não envolve qualquer tipo de risco, sob qualquer condição. Mesmo assim, no caso de ocorrerem riscos não previstos e, caso seja necessário, os próprios pesquisadores se responsabilizam pelas condutas de primeiros socorros, bem como qualquer tipo de avaliação fisioterapêutica como resultado de dano físico.
- j) Minha participação nesse estudo é estritamente voluntária. Não receberei qualquer forma de remuneração pela minha participação no experimento, no entanto serei incluído nos agradecimentos, quando da publicação futura desse trabalho. Os resultados obtidos a partir dele serão propriedades exclusivas dos pesquisadores, podendo ser divulgados de qualquer forma, a critério dos mesmos.
- k) A minha recusa em participar do procedimento não me trará qualquer prejuízo, estando livre para abandonar o experimento a qualquer momento.

Eu li e entendi todas as informações contidas neste documento, assim como as da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

São Carlos, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2007.

---

Assinatura do Voluntário (a)

**Responsáveis:**

---

Prof. Dr. Fábio Viadanna Serrão  
Orientador e Coordenador do Projeto

---

Theresa Helissa Nakagawa  
Mestranda em fisioterapia



**ANEXO I**

## Title page

### Title:

Eccentric hip muscle function in female with and without patellofemoral pain syndrome

### Authors: Authors:

Rodrigo de Marche Baldon, RMB, PT  
rodrigo\_baldon@hotmail.com  
Department of Physical Therapy, São Carlos Federal University, São Paulo, Brazil

Theresa Helissa Nakagawa, THN, PT  
helissa2000@yahoo.com.br  
Department of Physical Therapy, São Carlos Federal University, São Paulo, Brazil

Thiago Batista Muniz, TBM, PT  
thiagomuniz@hotmail.com  
Department of Physical Therapy, São Carlos Federal University, São Paulo, Brazil

César Ferreira Amorim, PhD  
césar@emgsystem.com.br

Carlos Dias Maciel, CDM, PhD  
maciel@sel.eesc.usp.br  
Department of Electrical Engineering, University of São Paulo

Fábio Viadanna Serrão, FVS, PhD  
fserrao@power.ufscar.br  
Department of Physical Therapy, São Carlos Federal University, São Paulo, Brazil

Name and address for correspondence:

Fábio Viadanna Serrão

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA  
**Rod. Washington Luís, km 235 – CEP: 13565-905**

Email address: [fserrao@power.ufscar.br](mailto:fserrao@power.ufscar.br)

Telephone number: +55 (16) 3351-8754

Fax number: +55 (16) 3361-2081

## Eccentric hip muscle function in female with and without patellofemoral pain syndrome

**Context:** Patellofemoral pain syndrome (PFPS) is one of the most common knee complaint in the athletic population. Recently, proximal factors including hip muscles weakness and motor control impairment have been proposed to contribute to the development of PFPS. However, no study evaluated eccentric hip muscle function in subjects with PFPS.

**Objective:** To compare eccentric hip muscle function between female subjects with PFPS and female age-matched control subjects.

**Design:** Cross-sectional study

**Setting:** Musculoskeletal laboratory

**Patients or other participants:** Two groups of female subjects were studied: a group of subjects with PFPS (n=10) and a group with no history of lower extremity injury or surgery (n=10).

**Main Outcome Measure(s):** Eccentric hip abduction, adduction, external and internal rotation peak torque was collected and expressed as a percentage of body mass (Nm/Kg x 100). We also evaluated eccentric hip adduction/abduction and internal/external rotation torques ratio. Gluteus medius electromyography activity was collected during eccentric hip abduction contraction and expressed as a percentage of the maximal isometric voluntary contraction.

**Results:** Subjects with PFPS exhibited significant lower eccentric hip abduction ( $P= .008$ ) and adduction ( $P= .008$ ) peak torque values than their healthy counterparts. No difference in eccentric hip external ( $P= .96$ ) or internal ( $P= .51$ ) rotation peak torque was detected between groups. Eccentric hip adduction/abduction torque ratio was significant higher in the PFPS group ( $P= .03$ ) but eccentric hip internal/external rotation ( $P= .47$ ) torque ratio was not different between PFPS and control groups. Gluteus medius electromyographic activity during eccentric hip abduction assessment was not different between groups ( $P= .96$ ).

**Conclusions:** Female subjects with PFPS demonstrated reduced eccentric hip abduction and adduction peak torque and increased eccentric adduction/abduction torque ratio when compared to control subjects. Thus, clinicians should consider eccentric hip abduction strengthening exercises when developing rehabilitation programs for female subjects with PFPS.

**Key words:** patellofemoral pain syndrome, hip abduction, hip external rotation, electromyography, torque

## INTRODUCTION

Patellofemoral pain syndrome (PFPS) is one of the most common orthopedic knee complaint encountered in the athletic population and presents a higher prevalence in female athletes when compared to male athletes<sup>1,2</sup>. The symptom most frequently reported is diffuse peripatellar and retropatellar pain associated with activities that load the patellofemoral joint, such as ascending and descending stairs, squatting and sitting with flexed knees for prolonged periods of time<sup>3,4</sup>. One of the most commonly accepted etiologies of PFPS is abnormal tracking of the patella within the femoral trochlea. Potential contributing factors that have been studied include vastus medialis oblique insufficiency<sup>4</sup>, decreased quadriceps<sup>5,6</sup>, hamstrings<sup>6</sup> and iliotibial band flexibility<sup>7</sup>, femoral anteversion<sup>3</sup>, increased Q angle<sup>8,9</sup> and hypermobile patella<sup>3</sup>.

Recently, poor hip adduction and internal rotation control during weight-bearing activities have been related in female subjects with PFPS<sup>10</sup>. Powers et al<sup>11</sup> demonstrated that during a weight-bearing task the femur internally rotates underneath the patella in females with patellofemoral pain and lateral subluxation of the patella. Increased hip adduction during functional activities in PFPS female subjects has also been reported<sup>12,13</sup>. Excessive femur adduction and internal rotation may increase dynamic Q angle and lead to greater lateral patellar contact pressure<sup>10</sup>. Repetitive movements during functional activities with this misalignment can overload patellar retinaculum and retropatellar articular cartilage causing pain<sup>9,14</sup>.

Proximal factors including hip muscles weakness and motor control impairment have been proposed to contribute to the development of PFPS. Indeed, Ireland et al<sup>15</sup>, Robinson and Nee<sup>16</sup> and Cichanowski et al<sup>17</sup> demonstrated weakness in hip abductors and external rotators muscles in female PFPS subjects when compared to a control group. However, Piva et al<sup>6</sup> did not support the above results. Brindle et al<sup>18</sup> demonstrated gluteus medius delayed onset and shorter durations during a stair-stepping task, but Boiling et al<sup>19</sup> did not find differences in gluteus medius onsets or duration of activity in the same functional task.

Considering the above, few studies have focused on the role of the hip muscle function in the PFPS and the results are not consistent. Besides that, during functional weight-bearing activities, the hip abductors and external rotators muscles must act eccentrically to control or resist excessive femur adduction and internal rotation<sup>20</sup>; however no study evaluated eccentric hip muscle function in PFPS subjects. Therefore, the purpose of our study was to test for differences in the eccentric hip abduction, adduction, external and internal rotation peak torque, adduction/abduction and internal/external rotation torque ratio and the gluteus medius electromyographic activity between female subjects with PFPS and age-matched female control subjects.

## METHODS

### Design and Setting

We used a cross-sectional study design to assess differences in eccentric hip muscle function in female PFPS subjects when compared to a control group. All testing procedures were approved by the institutional review board, and all subjects provided informed consent. Testing was performed at the São Carlos Federal University Musculoskeletal Laboratory.

## Subjects

Ten consecutive female patients with PFPS referred for physical therapy were recruited for this study (age=  $22.9 \pm 5.2$  years, height=  $164.9 \pm 6.9$  cm, body mass=  $60.9 \pm 9.7$  kg). Ten age-, height- and body mass-matched control subjects who denied any history of previous knee injury or pain were also recruited to participate in the data collection (age=  $23.9 \pm 2.3$  years, height=  $165.0 \pm 5.2$  cm, body mass=  $57.7 \pm 4.4$  kg).

The inclusion criteria for the PFPS group were anterior or retropatellar knee pain during at least three of the following activities: ascending/descending stairs, squatting, running, kneeling, hopping/jumping and prolonged sitting; the insidious onset of these symptoms being unrelated to a traumatic incident and persistent for at least four weeks; and the presence of pain on palpation of the patellar facets, on stepping down from a 25-cm step, or during a double-legged squat<sup>4,21</sup>.

Subjects from both the PFPS and control groups were excluded if they showed signs or symptoms of any of the following: meniscal or other intra-articular pathologic conditions; cruciate or collateral ligament involvement; tenderness of the patellar tendon, iliotibial band, or pes anserinus tendons; patellar apprehension sign; Osgood-Schlatter or Sinding-Larsen-Johansson syndromes; hip or lumbar referred pain; history of patellar dislocation; evidence of a knee joint effusion; or previous surgery of the patellofemoral joint<sup>21</sup>.

One limb was used for comparison between groups for each subject. In case of unilateral pain, measurements were recorded from the injured limb. The patient's self reported most-affected side was considered to be the involved side for subjects with bilateral symptoms. The corresponding limb of the control was tested<sup>6</sup>.

## Instruments

Eccentric hip abduction, adduction, external and internal rotation peak torque was measured with an isokinetic dynamometer (Biodex Multi-Joint System 2, Biodex Medical Incorporation, New York, NY, USA). The dynamometer was calibrated daily during testing.

Electromyographic data were collected during the eccentric hip abduction torque measurement. Before testing, the skin was shaved, abraded and cleaned with alcohol. Bipolar Ag/AgCl surface electrodes (Meditrace TM 100, Mansfield, Canada, CA) were placed one-half of the distance between the iliac crest and the greater trochanter<sup>22</sup>, and also midway between the anterior and posterior superior iliac spines<sup>23</sup> over the muscle belly of the gluteus medius. Surface electrodes, placed parallel to the gluteus medius muscle fibers, measured 30mm in diameter and had an inter-electrode distance of 30mm. The reference electrode was positioned around the ankle.

Electromyographic signals were obtained using an eight channel module (EMG System do Brasil, Ltda), consisting of a signal conditioner with a band pass filter with cut-off frequencies at 20-500Hz, an amplifier gain of x1000 and a common mode rejection ratio >120dB. The data then underwent an analog to digital conversion (12 bits) with an anti-aliasing sampling frequency of 8.0 kHz and an input range of 5mV. The raw electromyographic data were stored in a personal computer for analysis with a Matlab custom program (Mathworks, Natick, Massachusetts, USA).

## Procedures

Before testing, we collected the demographic information and the subjects performed a 5-minute submaximal warm-up on a cycle ergometer<sup>24</sup>. The subject was positioned in the side lying position with the nontested hip and knee flexed and fixed with straps. The dynamometer's axis rotation was aligned with a point on the subject representing the intersection of two straight lines. One line was directed inferiorly from the posterior superior iliac spine toward the knee, and the other line was medially directed from the greater trochanter of the femur toward the midline of the body. The lever arm of the dynamometer was attached with straps five centimeters above the superior patella border. The hip was placed in a position that was neutrally aligned in all three planes. The subjects were instructed to keep their toes pointed forward and not to bend their knees to help prevent alterations in muscle recruitment and compensation during testing (Figure 1). Subjects completed two 5-second maximal voluntary isometric contractions (MVIC) of the gluteus medius muscle. Rest intervals of one minute were given between trials. Gluteus medius electromyographic activity was collected during MVICs. The electromyographic signal collected during the second trial was used to normalize the signal collected during the isokinetic eccentric hip abduction test.

After the completion of the MVICs, subjects performed two series of five submaximal and a series of five maximal reciprocal eccentric hip adduction/abduction and hip internal/external rotation familiarization contractions with a rest interval of one minute between them. After three minutes of rest interval, they performed two sets of five repetitions with their maximal eccentric voluntary effort with three minutes of interval between them. The mean peak torque value from ten repetitions was used for data analysis. The eccentric hip abduction/adduction and hip external/internal rotation torque tests were conducted in a random order among subjects. The movements were performed at an angular speed of 30 degrees per second<sup>25</sup> and the peak torque was collected and normalized against their body mass [(Nm/kg) x100].

Hip abduction and adduction isokinetic eccentric peak torque was collected with the subject positioned as exposed above in the gluteus medius MVIC. The range of motion of the test was 0 (neutral position) to 30 degrees of hip abduction<sup>26</sup>.

Hip external and internal rotation isokinetic eccentric peak torque was measured in the seated position with hip and knee flexed 90 degrees. The axis was aligned along with the long axis of the femur (Figure 2). The range of motion of the test was 0 (neutral position) to 30 degrees of external hip rotation<sup>27</sup>.

We conducted a pilot study to establish intrarater reliability of the isokinetic eccentric peak torque measurements. Nine subjects were tested on two occasions separated by a week interval. The random order of the tests was matched between day 1 and day 2. We used an intraclass correlation coefficient (ICC 3, 1) to evaluate intrarater reliability and the standard error of measurement (SEM) to describe the precision of the measurement. The results expressed as ICC (SEM) were: .97(.07) for abduction, .78 (.17) for adduction, .89 (.05) for external rotation and .92 (.13) for internal rotation.

All EMG files were pre-filtered with a 101th-order FIR (finite impulse response) bandpass filter with a 20-500Hz passband. The envelope was estimated from a full-wave rectified filtered signal using a lowpass 101th-order FIR filter with cutoff frequency of 15 Hz and a Hamming window. Muscle onset was determined when the electromyographic activity increased above the threshold by at least two standard deviations above the electromyography data for a resting interval, prior to an eccentric contraction of the gluteus medius muscle of 200ms, and remained above this threshold for at least 25ms. The muscle was considered off when it fell below this threshold for more than 50ms<sup>4</sup>. The onset of the gluteus medius and

the duration were determined using the procedures described above. The magnitude of the muscle activity was computed from the area under the linear envelope for the duration of muscular activity during eccentric contraction and it was expressed as a percentage of the maximum voluntary isometric contraction during one second<sup>18</sup>.

### Statistical Analysis

All calculations were performed using the Statistical Package for the Social Science (version 10.0; SPSS Inc, Chicago). The eccentric peak torque normalized to body mass between-group differences and the electromyographic assessment results were compared with a two-tailed independent *t*-test. The alpha level was set at .05.

## RESULTS

Subjects with PFPS exhibited significant lower eccentric hip abduction ( $P= .008$ ) and adduction ( $P= .008$ ) peak torque normalized to body mass values than their healthy, age-matched counterparts. On average PFPS group had 27 % lower eccentric hip abduction torque and 14% lower eccentric hip adduction torque. No difference in normalized eccentric hip external ( $P= .96$ ) or internal rotation ( $P= .51$ ) peak torque was detected between groups (Table1). Eccentric hip adduction/abduction torque ratio was significant higher in the PFPS group ( $P= .03$ ) but eccentric hip internal/external rotation torque ratio was not different between PFPS and control groups ( $P= .47$ ) (Table 2). Gluteus medius electromyographic activity during eccentric isokinetic abduction assessment was not different between PFPS group ( $86.02 \pm 26.49$  % MIVC) and control group ( $87.11 \pm 20.70$  % MIVC,  $P= .96$ ). The associated Cohen *d* value was .05.

## DISCUSSION

The role of hip muscle function in the patellofemoral pain etiology and treatment has received increasingly attention in recent years<sup>6, 7, 12, 13,15,16,17</sup>. Although it has been previously reported that during functional activities there is a greater eccentric demand on the hip muscles in females versus males<sup>20</sup>, no study evaluated the eccentric hip torque in female PFPS patients. Therefore, our purpose was to evaluate eccentric hip abduction, adduction, external and internal rotation isokinetic peak torque; adduction/abduction and internal/external rotation torque ratio and gluteus medius electromyography activity between female subjects with PFPS and female control subjects.

Our results indicated that eccentric hip abduction peak torque was 27% lower in the PFPS group when compared to the control group. As mentioned above, no study evaluated the eccentric hip abduction torque in female PFPS subjects, but our results is in accordance with previous studies that compared the isometric hip abduction strength in PFPS subjects with control subjects. Ireland et al<sup>15</sup>, Robinson and Nee<sup>16</sup> and Cichanowski et al<sup>17</sup> reported, respectively, 26%, 27% and 27% reduction in hip abduction strength in female subjects with PFPS when compared to gender-matched control subjects. These results indicate that females PFPS subjects may have a diminished capacity to decelerate and resist the external valgus moment during functional activities. In this way, the femur may excessively adduct during functional activities, promoting an increase in the dynamic valgus and consequently in the lateral patellar tracking, thus increasing lateral retropatellar contact pressure. This poor alignment during repetitive movements may lead to injury in the peripatellar soft tissues, retropatellar articular cartilage, or subchondral bone<sup>8,9,10</sup>.

In our study, the patients with PFPS also had 14% lower eccentric hip adduction peak torque compared to control subjects. The diminished eccentric hip abduction and adduction peak torque reported in the PFPS group could be considered an effect of the reduced physical activity leading to a balanced impairment in the hip muscles that act in the frontal plane control. However, we demonstrated a 23% greater eccentric adduction/abduction torque ratio in the PFPS group compared to control group. This result indicates that the relative hip abductor torque deficit was greater than the hip adductor deficit. Cichanowski et al <sup>17</sup> reported that collegiate female athletes with patellofemoral pain exhibited weakness in five of the six hip muscles groups evaluated when compared to a control group. On the other hand, they also showed that only the hip abductors and external rotators muscles were significantly weaker between the injured and non-injured legs in females with PFPS. Therefore, we believe that although subjects with PFPS may reduce their physical activity because of the pain symptoms, thus leading to a generalized deficit in the hip muscle function; hip abduction torque deficit may play a more important role in the PFPS.

Powers et al <sup>11</sup> demonstrated that during a weight-bearing task the femur internally rotates underneath the patella in females with patellofemoral pain and lateral subluxation of the patella. Thus, it is hypothesized that an altered hip external rotation muscle function could contribute to internal rotation of the femur underneath the patella leading to a lateral stress in the retropatellar cartilage. The current study, showed no difference in the eccentric hip external and internal rotators torque or internal/external torque ratio between the groups studied. Our results agree with the Piva et al <sup>6</sup> results, which reported no differences in isometric hip external rotation strength, but are in conflict with other studies that reported hip external muscle weakness in PFPS subjects <sup>15, 16, 17</sup>. One possible explanation for the different results between our study and others may be the range of motion used in the hip external rotation torque assessment. As Ireland et al <sup>15</sup>, Robinson and Nee <sup>16</sup> and Cichanowski et al <sup>17</sup>, we used the sitting position with neutral hip rotation to evaluate hip rotation torque, however, in our study, the eccentric hip external rotation torque was evaluated from 30 degrees of hip external rotation to 0 degrees of hip rotation, which may have positioned the hip external rotators muscles in a shortened length, and consequently with less mechanical advantage to generate torque. Because of the mechanical disadvantage to generate torque during the test, the participants might have not be able to execute their maximal eccentric external rotator torque, thus any true difference that could possibly exist between groups was not detected. In addition, the lack of difference between groups may have been a result of the small sample size and effect size. Therefore, our results do not support the hypothesis of hip external rotation muscle weakness as a contributor factor to PFPS etiology; however caution must be taken when interpreting our results.

Gluteus medius electromyographic activity was not different between groups during eccentric hip abduction. Wilson and Davis <sup>12</sup> related that female subjects with PFPS performed single leg squats, running and repetitive single leg jumps with 3.5 degrees greater hip adduction when compared to the control group. Increased contralateral pelvic drop during weight-bearing activities may be a clinical signal of decreased ipsilateral hip abductor torque and/or altered muscle pattern activation <sup>12, 15, 18</sup>. Previous studies reported conflict results in the gluteus medius electromyography activity during a stair stepping-task in PFPS subjects <sup>18, 19</sup>. No study assessed gluteus medius electromyography pattern during a maximal eccentric hip abduction torque assessment. Despite decreased eccentric hip abduction torque, gluteus medius amplitude activation was not altered in our study, thus suggesting intrinsic muscle alterations without altered muscle pattern activation.



## LIMITATIONS

The limitations of our study should be noted. First, because we used cross-sectional design, we do not know whether PFPS caused the reduced eccentric hip torque or vice versa. Leetun et al<sup>28</sup> published a prospective study that evaluated hip muscle strength as risk factors for lower extremity injury in athletes. The authors reported that athletes who did not sustain an injury during the athletic season were significantly stronger in the hip abduction and external rotation muscle test, besides that, hip external rotators strength was a significant predictor of lower extremity injury in collegiate athletes. We believe that the presence of altered eccentric hip muscle function in PFPS subjects seems to justify the incorporation of the hip muscle strengthening in the PFPS treatment. Previous studies that included the hip muscle strengthening in the PFPS treatment demonstrated successful results<sup>7,13</sup>, however further research is warranted to determine whether eccentric, concentric or isometric strengthening and/or endurance exercises would be more beneficial in the rehabilitation program for PFPS patients. Second, as mentioned before, the range of motion of eccentric hip rotation torque assessment may have contributed to lack of difference between PFPS and control groups. So, we recommend that further research evaluate eccentric hip rotation torque using a different range of motion. Additionally, it is likely that with a larger sample size some results may have been different between both groups, because the effect size of hip rotation assessment and gluteus medius electromyographic signal were low.

## CONCLUSIONS

Female subjects with PFPS demonstrated reduced maximal eccentric hip abduction and adduction torque and increased eccentric adduction/abduction torque ratio when compared to control subjects. The diminished capacity to generate eccentric hip abduction torque may lead to an impaired capacity to prevent excessive femur adduction during repetitive functional activities causing excessive lateral stress in the patellofemoral joint. Thus, clinicians should consider eccentric hip abduction strengthening exercises when developing rehabilitation programs for female subjects with PFPS.

## ACKNOWLEDGEMENTS

We gratefully acknowledge the financial support from National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) and São Paulo State Research Foundation (FAPESP).

## REFERENCES

1. Tauton JE, Ryan MB, Clement DB, McKenzie DC, Lloyd-Smith DR, Zumbo BD. A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. *Br J Sports Med.* 2002; 36: 95-101.
2. Tumia N, Maffulli N. Patellofemoral pain in female athletes. *Sports Med Arthroscopy Rev.* 2002; 10: 69 – 75.
3. Fulkerson JP. Diagnosis and treatment of patients with patellofemoral pain. *Am J Sports Med.* 2002; 30: 447-456.
4. Cowan SM, Bennell KL, Crossley KM, Hodges PW, McConnell J. Physical therapy, alters recruitment of the vasti in patellofemoral pain syndrome. *Med Sci Sports Exerc.* 2002; 34: 1879-1885.
5. Witvrouw E, Lysens R, Bellemans J, Cambier D, Vanderstraete G. Intrinsic risk factors for the development of anterior knee pain in an athletic population: a two-year prospective study. *Am J Sports Med.* 2000; 28:480-489.
6. Piva SR, Goodnite EA, Childs JD. Strength around the hip and flexibility of soft tissues in individuals with and without patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2005; 35:793-801.
7. Tyler TF, Nicholas SJ, Mullaney MJ, McHugh MP. The role of hip muscle function in the treatment of patellofemoral pain syndrome. *Am J Sports Med.* 2006; 34:1-7.
8. Mizuno Y, Kumagai M, Mattessich SM, et al. Q-angle influences tibiofemoral and patellofemoral kinematics. *J Orthop Res.* 2001; 19: 834-840.
9. Huberti HH, Hayes WC. Patellofemoral contact pressures. The influence of Q-angle and tendofemoral contact. *J Bone Joint Surg Am.* 1984; 66: 715-724.
10. Powers CM. The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: a theoretical perspective. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003; 33:639-646.
11. Powers CM, Ward SR, Fredericson M, Guillet M, Shellock FG. Patellofemoral kinematics during weight-bearing and non-weight-bearing knee extension in persons with lateral subluxation of the patella: a preliminary study. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003; 33:677-685.
12. Wilson JD, Davis IS. Lower extremity mechanics of females with and without patellofemoral pain across activities with progressively greater task demands. *Clin Biomech.* 2007 (*In Press*).
13. Mascal CL, Landel R, Powers C. Management of patellofemoral pain targeting hip, pelvis, and trunk muscle function: 2 cases reports. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003; 33:647-659.
14. Lee TQ, Morris GM, Csintalan RP. The Influence of tibial and femoral rotation on patellofemoral contact area and pressure. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003; 33:686-693.
15. Ireland ML, Willson JD, Ballantine BT, Davis IM. Hip strength in females with and without patellofemoral pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003; 33:671-676.
16. Robinson RL, Nee RJ. Analysis of hip strength in females seeking physical therapy treatment for unilateral patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007; 37:232-237.
17. Cichanowski HR, Schmitt JS, Johnson RJ, Niemuth PE. Hip strength in collegiate female athletes with patellofemoral pain. *Med Sci Sports Exe.r* 2007; 39:1227-1232.
18. Brindle JT, 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; 11:244-251.

19. Boling MC, Bolgla LA, Mattacola CG, Uhl TL, Hosey RG. Outcomes of a weight-bearing rehabilitation program for patients diagnosed with patellofemoral pain syndrome. *Arch Phys Med Rehabil.* 2006; 87: 1428-35.
20. Ferber R, Davis IM, Williams III DS. Gender differences in lower extremity mechanics during running. *Clin Biomech.* 2003; 18: 350-357.
21. Crossley K, Bennell K, Green S, Cowan S, McConnell J. Physical therapy for patellofemoral pain: a randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. *Am J Sports Med.* 2002; 30: 857-865.
22. Hermens HJ, Freriks B, Merletti R *et al.* SENIAM 8: European recommendations for surface electromyography, Roessingh Research and Development bv, 1999.
23. Lyons K, Perry J, Gronley JK, Barnes L, Antonelli D. Timing and relative intensity of hip extensor and abductor muscle action during level and stair ambulation: an EMG study. *Phys Ther.* 1983; 63: 1597-1605.
24. Van Cingel REH, Kleinrensink G, Uitterlinden EJ *et al.* Repeated ankle sprains and delayed neuromuscular response: acceleration time parameters. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006; 36: 72-79.
25. Donatelli R, Catlin PA, Backer GS, Drane DL, Slater SM. Isokinetic hip abductor to adductor torque ratio in normals. *Isokin Exer Sci.* 1991; 1:103-111.
26. Burnett CN, Betts EF, King WM. Reliability of isokinetic measurements of hip muscle torque in young boys. *Phys Ther.* 1990; 70: 244 – 249.
27. Lindsay DM, Maitland ME, Lowe RC, Kane TJ. Comparison of isokinetic internal and external rotation torque using different testing position. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1992; 16: 43-50.
28. Leetun DT, Ireland ML, Willson JD, Ballantyne BT, Davis IM. Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes. *Med Sci Sports Exer.* 2004; 926-934.



Figure 1. Subject position for hip abduction and adduction torque measurement



Figure 2. Subject position for the hip external and internal rotation torque measurement

**Table 1. Eccentric hip abduction, adduction, external and internal rotation isokinetic peak torque per body mass (Nm/kg) comparisons between subjects with patellofemoral pain (PFP) and a control group (Mean  $\pm$  SD)**

Hip Motion	PFP Group	Control Group	<i>P</i>	Cohen <i>d</i>
Hip abduction	90.30 $\pm$ 30.94	124.02 $\pm$ 17.94	.008	1.00
Hip adduction	170.24 $\pm$ 41.49	196.76 $\pm$ 40.28	.008	.65
Hip external rotation	51.77 $\pm$ 9.85	52.02 $\pm$ 11.39	.96	.02
Hip internal rotation	112.74 $\pm$ 26.02	120.27 $\pm$ 24.19	.51	.30

**Table 2. Eccentric hip adduction/abduction and internal/external rotation torque ratio comparisons between subjects with patellofemoral pain (PFP) and a control group (Mean  $\pm$  SD)**

Ratio (%)	PFP Group	Control Group	<i>P</i>	Cohen <i>d</i>
Adduction /abduction	196.21 $\pm$ 39.49	159.49 $\pm$ 26.66	.03	1.09
Internal/external rotation	220.91 $\pm$ 47.06	237.93 $\pm$ 55.07	.47	.33





## Submission Confirmation

Thank you for submitting your manuscript to *Clinical Rehabilitation*.

Manuscript ID: CRE-2007-0399

Title: The effect of additional hip abductors and lateral rotators muscles strengthening in the treatment of patellofemoral pain syndrome: a pilot study

Authors: Nakagawa, Theresa  
Muniz, Thiago  
Baldon, Rodrigo  
Reiff, Rodrigo  
Maciel, Carlos  
Serrão, Fábio

Date Submitted: 18-Dec-2007

 Print  Return to Dashboard

Manuscript Central™ v4.01 (patent pending). © ScholarOne, Inc., 2007. All Rights Reserved.  
Manuscript Central is a trademark of ScholarOne, Inc. ScholarOne is a registered trademark of ScholarOne, Inc.  
[Terms and Conditions of Use](#) - [ScholarOne Privacy Policy](#)

**Title page****Title:**

The effect of additional hip abductors and lateral rotators muscles strengthening in the treatment of patellofemoral pain syndrome: a pilot study

**Running title:**

Hip muscle strengthening for patellofemoral pain

**Authors:**

Theresa Helissa Nakagawa, THN  
helissa2000@yahoo.com.br  
Department of Physical Therapy, São Carlos Federal University, São Paulo, Brazil

Thiago Batista Muniz, TBM  
thiagomuniz@hotmail.com  
Department of Physical Therapy, São Carlos Federal University, São Paulo, Brazil

Rodrigo de Marche Baldon, RMB  
rodrigo\_baldon@hotmail.com  
Department of Physical Therapy, São Carlos Federal University, São Paulo, Brazil

Carlos Dias Maciel, CDM  
maciel@sel.eesc.usp.br  
Department of Electrical Engineering, University of São Paulo

Rodrigo Bezerra de Menezes Reiff, RBMR  
rodrigoreiff@hotmail.com  
Orthopedic Surgeon

Fábio Viadanna Serrão, FVS  
fserrao@power.ufscar.br  
Department of Physical Therapy, São Carlos Federal University, São Paulo, Brazil

Name and address for correspondence:

Fábio Viadanna Serrão

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA  
**Rod. Washington Luís, km 235 – CEP: 13565-905**

Email address: [fserrao@power.ufscar.br](mailto:fserrao@power.ufscar.br)

Telephone number: +55 (16) 3351-8754

Fax number: +55 (16) 3361-2081

## Abstract

**Objectives:** To study the effect of additional hip abductors and lateral rotators muscles strengthening in a quadriceps strengthening exercise rehabilitation program for patients with the patellofemoral pain syndrome.

**Design:** Randomized clinical controlled pilot trial.

**Setting:** Clinical setting with home program.

**Participants:** Fourteen patients with patellofemoral pain syndrome.

**Intervention:** The subjects were randomly assigned to the intervention group (quadriceps plus hip abductors and lateral rotators muscles strengthening and functional training) or to the control group (quadriceps strengthening). Both groups participated in a six week home exercise rehabilitation protocol with one supervised session and four unsupervised session per week.

**Main outcome measures:** The perceived pain symptoms, isokinetic eccentric knee extensor, hip abductors and lateral rotators torques and the gluteus medius electromyographic activity were assessed pre- and pos- treatment. Parametric and nonparametric tests were used to compare the groups before and after treatment with  $\alpha=0.05$ .

**Results:** Only the intervention group improved perceived worst, usual, during stair climbing, descending stairs and squatting pain symptoms ( $P= 0.02-0.04$ ) and also increased their gluteus medius electromyographic activity during isometric voluntary contraction( $P=0.03$ ). Eccentric knee extensors torque increased in both groups ( $P=0.04$  and  $P=0.02$ ). There was no statistically significant difference in the hip muscles torque in either group.

**Conclusion:** Hip abductors and lateral rotators muscles strengthening and functional training supplementation in a quadriceps strengthening exercise program provided additional benefits with respect to the perceived pain symptoms during functional activities in patients with patellofemoral pain syndrome after six weeks of treatment.

## Introduction

Patellofemoral pain syndrome is one of the most common knee pain syndromes seen in the physical therapy outpatient clinic<sup>1, 2</sup>. The reported incidence in the clinical setting ranges from 21 to 40%. Patellofemoral related problems occur twice as often in females as in males<sup>3, 4</sup>. The aetiology of this condition remains unknown, although many intrinsic and extrinsic factors have been suggested. Some of these factors include quadriceps insufficiency, decreased hamstring, quadriceps or iliotibial band flexibility, tightness or stiffness in the lateral retinacular tissues, femoral anteversion, excessive subtalar pronation and overuse<sup>5- 8</sup>. Thus a variety of conservative treatments have been suggested including quadriceps strengthening, patellar taping, patellar bracing, stretching and soft tissue mobilization and biofeedback<sup>9-14</sup>. Nevertheless, no single intervention has been shown to be the most effective and the results of these treatment approaches have been mixed<sup>15, 16</sup>.

Recently, various authors have suggested an association between hip muscle weakness or motor control impairment and the patellofemoral pain syndrome<sup>17-20</sup>. Poor hip control may lead to abnormal patellar tracking increasing patellofemoral joint stress and causing wear on the articular cartilage<sup>21</sup>. Especially poor eccentric hip abductors and lateral rotators muscles control can result in femoral adduction and medial rotation during weight-bearing activities, leading to a predisposition to lateral patellar tracking as the femur medially rotates underneath the patella<sup>22,23</sup>. With this in mind, a possible treatment for the patellofemoral pain syndrome could include optimising hip abductors and lateral rotators muscle function to control these femur motions and prevent or reduce greater lateral forces acting on the patella. It is also desirable to preserve or increase the abdominal, pelvis and spinal musculature, since a lack of control of these musculatures may cause excessive anterior pelvic tilt, which may lead to femoral medial rotation and adduction<sup>24</sup>.

Mascal et al<sup>25</sup> reported on two patients with patellofemoral pain who were treated with exercises focused on the recruitment and endurance training of the hip, pelvis and trunk musculature. After fourteen weeks of treatment, both patients experienced significant improvement in their pain symptoms, function and in force production by the gluteus medius and gluteus maximus muscles. Tyler et al<sup>26</sup> treated thirty-five patients with patellofemoral pain syndrome during six weeks. The treatment program emphasized open and closed kinetic chain hip strength and flexibility exercises. The authors reported successful results associated with improvements in hip flexion strength combined with iliotibial band and iliopsoas flexibility. Boling et al<sup>27</sup> studied the effects of a six- week rehabilitation program consisting of weight-bearing exercises focused on strengthening the quadriceps and hip abductor musculature, on the pain symptoms and functionality, and on the quadriceps and gluteus medius electromyographic activities during a step-down task. There were improvements in the pain symptoms and functionality, and in the vastus lateralis and vastus medialis oblique onset timing, but not in the gluteus medius activity.

Considering the above, there are few studies focused on the role of the hip musculature in the treatment of the patellofemoral pain syndrome. No study has compared a rehabilitation protocol focused on the hip abductors and lateral rotators musculature with a quadriceps strengthening treatment approach, to evaluate if there is some additional benefit. Although the hip abductors and lateral rotators muscles act eccentrically to prevent femur adduction and medial rotation during weight-bearing functional activity, no study has evaluated eccentric hip muscle torque in patients with patellofemoral pain<sup>23</sup>. Therefore, the purpose of this study was to investigate the effects of strengthening and functional training of the transversus abdominis, hip abductors and lateral rotators muscles in addition to a quadriceps strengthening rehabilitation protocol, on the perceived pain symptoms; knee

extensor, hip abductor and hip lateral rotator eccentric torques; and the gluteus medius electromyographic activity.

## **Method**

Fourteen patients (10 women and 4 men) clinically diagnosed with patellofemoral pain syndrome and referred for physical therapy treatment, participated in this study. The subjects were aged from 17 to 40 (mean 23.6, SD 5.9 years). The inclusion criteria were anterior or retropatellar knee pain during at least three of the following activities: ascending/descending stairs, squatting, running, kneeling, hopping/jumping and prolonged sitting; the insidious onset of these symptoms being unrelated to a traumatic incident and persistent for at least four weeks; and the presence of pain on palpation of the patellar facets, on stepping down from a 25-cm step, or during a double-legged squat<sup>10, 28</sup>.

The participants were excluded if they showed signs or symptoms of any of the following: meniscal or other intra-articular pathologic conditions; cruciate or collateral ligament involvement; tenderness over the patellar tendon, iliotibial band, or pes anserinus tendons; patellar apprehension sign; Osgood-Schlatter or Sinding-Larsen-Johansson syndromes; hip or lumbar referred pain; history of patellar dislocation; evidence of a knee joint effusion; or previous surgery of the patellofemoral joint<sup>10</sup>.

The local Ethics Committee for Human Investigation approved the procedures employed in the study and all the subjects gave their written informed consent prior to participation.

## **Outcome measurements**

Before the beginning of their rehabilitation program and after six weeks of training, all the patients were evaluated with respect to several outcome measurements. The affected or most affected lower extremity of each patient was used for data collection<sup>18</sup>.

## **Pain assessment**

Patients rated their worst and usual pain in the last week on a 10-cm visual analogue scale, based on a previous study that demonstrated this procedure to be reliable, valid and responsive in assessing the outcome in persons with patellofemoral pain<sup>29</sup>. Pain and discomfort during stair climbing, descending stair, squatting and prolonged sitting were also documented on a 10-cm visual analog scale, with zero indicating no pain and 10 indicating extremely intense pain.

## **Eccentric torque measurement**

To document the possible improvements in the knee extensor, hip abductor and hip lateral rotator torques due to the rehabilitation protocol, an isokinetic eccentric torque measurement was performed using the isokinetic dynamometer (Biodex Multi-Joint System 2, Biodex Medical Incorporation, New York, NY, USA).

Eccentric knee extensor peak torque was measured with the subjects in the seated position according to the instructions accompanying the instrument. The knee was forced by the dynamometer to move through the range of motion from 20 to 90 degrees (0 degree straight leg).

Hip abductor eccentric peak torque was measured in the side lying position with the non-tested hip and knee flexed and fixed with straps. The axis was aligned with the

intersection point of the posterior superior iliac spine and the greater trochanter. The lever arm of the dynamometer was attached five centimeters above the superior patella border with straps. The range of motion of the test was from 0 (neutral position) to 30 degrees of hip abduction<sup>30</sup>.

Hip lateral rotator peak torque was measured in the seated position with the hip and knee flexed at 90 degrees. The axis was aligned with the center of the patella. The range of motion of the test was from 0 (neutral position) to 30 degrees of lateral hip rotation<sup>31</sup>.

The subjects performed two sets of five repetitions of knee flexion/extension, hip adduction/abduction and hip lateral/medial rotation with their maximal eccentric voluntary effort. The movements were performed at an angular speed of 30 degrees per second with peak torque collected and normalized against their body mass. The eccentric torque tests were conducted in a random order among subjects in the first evaluation and the same order was repeated after six weeks of treatment.

### **Gluteus medius electromyographic signal**

Electromyographic data were collected during the eccentric hip abductor torque measurement. Before testing, the skin was shaved, abraded and cleaned with alcohol. Bipolar Ag/AgCl surface electrodes (Meditrace TM 100, Mansfield, Canada, CA) were placed one-half of the distance between the iliac crest and the greater trochanter<sup>32</sup>, and also midway between the anterior and posterior superior iliac spines<sup>33</sup> over the muscle belly of the gluteus medius. Surface electrodes, placed parallel to the gluteus medius muscle fibers, measured 30mm in diameter and had an interelectrode distance of 30mm. The reference electrode was positioned around the ankle.

Electromyographic signals were obtained using an eight channel module (XXX), consisting of a signal conditioner with a band pass filter with cut-off frequencies at 20-500Hz, an amplifier gain of x1000 and a common mode rejection ratio >120dB. The data then underwent an analog to digital conversion (12 bits) with a sampling frequency of an anti-aliasing of 8.0 kHz and an input range of 5mV. The raw electromyographic data were stored in a personal computer for analysis with a Matlab custom program (Mathworks, Natick, Massachusetts, USA).

All EMG files were pre-filtered with a 101<sup>st</sup>-order FIR (finite impulse response) bandpass filter with a 20-500Hz passband. The envelope was estimated from a full-wave rectified filtered signal using a lowpass 101<sup>st</sup>-order FIR filter with a cutoff frequency of 15 Hz and a Hamming window.

Muscle onset was determined when the electromyographic activity increased above the threshold by at least two standard deviations above the electromyography data for a resting interval, prior to an eccentric contraction of the gluteus medius muscle of 200ms, and remained above this threshold for at least 25ms. The muscle was considered off when it fell below this threshold for more than 50ms<sup>28</sup>. The onset of the gluteus medius and the duration were determined using the procedures described above. The magnitude of the muscle activity was computed from the area under the linear envelope for the duration of muscular activity during: maximal isometric voluntary contraction, eccentric contraction, and also eccentric contraction expressed as a percentage of the maximum voluntary isometric contraction during one second, which was performed prior to the isokinetic eccentric hip abductor torque assessment<sup>20</sup>.

## **Therapeutic Intervention**

The participants were randomly allocated into the intervention group or the control group, with five women and two men in each group. The exercise protocol for the control group consisted of patellar mobilization, quadriceps, gastrocnemius, iliotibial band and hamstrings stretching plus quadriceps strengthening with open and closed kinetic chain exercises. The intervention group received the same exercise protocol as the control group with additional strengthening and functional training exercises targeting the hip, pelvis and trunk focused on the transversus abdominis muscle, hip abductors and lateral rotators muscles. All the patients performed the rehabilitation exercises once a week with the principal investigator and four times a week at home giving a total of five sessions a week for six weeks. They also received an exercise log to complete each week to facilitate program compliance. Table 1 provides a detailed description of the rehabilitation program.

## **Data analysis**

The data were initially analyzed with respect to their statistical distribution using the Shapiro Wilks  $W$  test. The demographic data and initial assessment results were compared using the  $t$ -test with the Statistical Package for the Social Science version 10.0 software. With respect to the parametric data, the  $t$ -test for paired samples was used to compare the results of the assessment before and after treatment. With respect to the nonparametric data, the Wilcoxon signed rank test was used for the comparisons mentioned above. The independent  $t$  test for parametric data or the Mann-Whitney  $U$  test for nonparametric data were used to analyse between groups. The alpha level was set at 0.05.

## **Results**

All the participants completed the rehabilitation protocol and assessment sessions. There were no complaints of adverse effects due to the exercise programs from either group.

The assessment baseline comparability showed no significant differences between the participants in the two groups with respect to their demographic characteristics, visual analog scale, isokinetic dynamometry or gluteus medius electromyographic signal ( $P>0.05$ ). No significant difference in the prestudy duration of the symptoms was observed between the two groups ( $P=0.80$ ).

## **Pain assessment**

The results of the pain assessment were obtained using six visual analog scales (Table 2). Both groups improved their pain symptoms after treatment, but the statistical analyses only revealed a significant difference ( $P<0.05$ ) between the baseline and final assessments for all the visual analog scales, except for prolonged sitting, for the intervention group. No significant differences between the two evaluation periods could be detected for any of the visual analog scales in the control group. The difference between the two groups was not statistically significant for any of the visual analog scales after treatment ( $P>0.05$ ).

## **Eccentric torque measurement**

The eccentric isokinetic knee extensor peak torque improved significantly between the baseline and final assessments for both the intervention group and control groups ( $P=0.04$  and  $P=0.02$ , respectively). No significant difference could be observed for hip abductor and hip

lateral rotator eccentric peak torque after six weeks of treatment for either group ( $P>0.05$ ) (Table 3). No significant differences were observed for any of the eccentric isokinetic strength measurements between the two groups after treatment ( $P>0.05$ ).

### **Gluteus medius electromyographic signal**

The statistical analysis of the intervention group showed a significant increase in the gluteus medius electromyographic signal during maximal isometric voluntary contraction after six weeks of treatment ( $P=0.03$ ). There was also an increase in the gluteus medius electromyographic activity during eccentric contraction, but it was not statistically significant. The eccentric gluteus medius activity normalized by maximal isometric voluntary contraction decreased after treatment in the intervention group, but the difference was not statistically significant ( $P>0.05$ ). No significant differences were observed in the control group ( $P>0.05$ ) (Table 4). The results of the final assessment of the gluteus medius electromyographic signal did not revealed any significant differences ( $P>0.05$ ) between the two groups.

## **Discussion**

The role of trunk, pelvis and hip muscle strengthening and functional training in the treatment of patellofemoral pain has received increasing attention in recent years<sup>25-27</sup>, although there appears to be no clear consensus regarding how to conservatively manage this syndrome<sup>16</sup>. The objectives of this study were to investigate the effect of additional strengthening and functional training focused on the transversus abdominis muscle, hip abductors and lateral rotators muscles on perceived pain, isokinetic eccentric knee extension, hip abduction and hip lateral rotation torques and on gluteus medius muscle electromyographic activity in the treatment of the patellofemoral pain syndrome. After six weeks of treatment, the intervention group improved their perceived pain symptoms and knee extension torque, and the gluteus medius electromyographic activity in hip abduction muscle torque changed, but without statistically difference. On the other hand, the control group only improved eccentric knee extension torque.

### **Pain assessment**

There were significant improvements in the intervention group after treatment with respect to their worst, usual and also, during functional dynamic activities perceived pain, but not in the control group. No group improved their perceived pain symptoms during prolonged sitting. Although both groups improved their pain symptoms after treatment, statistical difference was only found for the intervention group. It should be noted that since the intervention group rehabilitation protocol also focused on trunk, pelvis and hip muscle recruitment, one would expected these patients to have better hip motor control during the exercises and during weight bearing functional activities<sup>24</sup>. They should have improved lower-extremity kinematics during functional activities, thus executing movement patterns more correctly, which would reduce stress on the patellofemoral joint and consequently reduce pain symptoms. We did not evaluate gait or step-down kinematics, but our exercise protocol was very similar to that of Mascal et al<sup>25</sup>, and they reported improvements in the kinematic analysis during a step-down maneuver, including a reduction in the adduction/medial rotation of the stance limb, which could result in a decrease in the dynamic Q angle, thereby reducing the lateral force acting on the patella<sup>21, 22</sup>. Although previous studies reported a strong correlation between restoration of quadriceps muscle strength and improvement in pain and functional outcome<sup>34, 35</sup>, in the present study, both groups had



similar knee extensor torque improvements. Thus we speculated that improved motor control motion had an important role in the improvement in pain symptoms found in the intervention group patients, since there was no difference between the groups in the eccentric knee extensor torque gain and the pain reduction was observed in dynamic functional weight bearing activities.

### **Eccentric torque measurement**

According to previous studies<sup>10, 16</sup>, we used combined open and closed kinetic chain exercises for quadriceps strengthening, and this was effective in improving eccentric knee extensor muscle torque in both groups after six weeks of treatment.

Recent studies have reported significant impairments in hip abduction and lateral rotation strength, suggesting that adding strengthening exercises for the hip muscles may be an important factor in managing patellofemoral pain<sup>17, 19, 36</sup>. After six weeks of treatment, there was an approximately 15% improvement in the eccentric hip abductor muscle torque and seven percent improvement in the hip lateral rotator muscle torque in the intervention group, but these differences were not statistically significant. Mascal et al<sup>25</sup> reported 50 and 90% increases in the gluteus medius isometric muscle force production, and 55 and 110% improvements in the gluteus maximus muscle force, after fourteen weeks of treatment in patients A and B, respectively. Tyler et al<sup>26</sup> demonstrated 28% improvement in hip abductor muscle strength, but this data was not related to a successful outcome. Differently from those of Mascal et al<sup>25</sup> and Tyler et al<sup>26</sup>, our study evaluated eccentric hip abductor and lateral rotator muscle torque because we believe this to be a more functional evaluation, since during weight-bearing functional activities the hip abductor and lateral rotator muscles must eccentrically contract to prevent femur adduction and medial rotation<sup>23</sup>. Although our hip muscle strengthening and functional training was very similar to that of the exercise protocol Mascal et al<sup>25</sup> our patients had a much shorter treatment period, which may explain the differences in the results. One should also consider that a lack of statistically significant difference may not always mean a lack of clinical significance.

### **Gluteus medius electromyographic signal**

Previous research reported conflicting results with respect to the timing characteristics of the gluteus medius activation pattern while ascending and descending stairs when comparing subjects with patellofemoral pain syndrome and healthy people<sup>20</sup> and after six weeks of a rehabilitation program consisting of weight-bearing exercises focused on strengthening the quadriceps and hip abductor musculature<sup>27</sup>.

No study simultaneously evaluated eccentric hip abductor muscle torque and gluteus medius electromyographic activity in patients with patellofemoral pain syndrome. In the present study, analysis comparing the intervention group pre- and post-treatment showed increased gluteus medius electromyographic signals during maximal isometric voluntary contraction and during eccentric contraction after six weeks of treatment, but the difference was only statistically significant during isometric contraction. It is recognized that strength training produces marked adaptations in both the muscular and nervous systems, and the use of surface electromyographic techniques has revealed that strength gains in the early phase of a training regimen are associated with an increase in the amplitude of the electromyographic activity<sup>37</sup>, and that this change generally occurs earlier and is more substantial than muscle adaptations<sup>37, 38</sup>. Eccentric contractions appear to involve a different electromyographic activation scheme as compared to isometric and concentric contractions<sup>37, 38</sup>. Our results agree with the specificity principle of training, since the greater part of the hip abductors muscles

exercises used in our rehabilitation protocol involved isometric contractions, explaining the significant difference in gluteus medius electromyographic activity during isometric contraction, which did not occur during eccentric contraction.

The eccentric gluteus medius activity normalized by maximal isometric voluntary contraction decreased 67% in the intervention group after treatment, but the difference was not statistically significant. This is an interesting result, because, even without statistical significance, there was a 15% increase in the eccentric hip abduction torque and a decrease in the relative gluteus medius electromyographic activation, possibly indicating a greater efficacy of this musculature in developing eccentric torque after treatment.

As expected, no difference in the gluteus medius electromyographic signal was observed in the control group.

### **Study limitations**

One limitation of this study was the absence of a control group of patellofemoral patients who received no treatment but this type of study was considered unethical. In addition, since the patients with patellofemoral pain that took part in this study suffered from chronic pain (mean of 40 months), we believe that the improvements were the result of the rehabilitation protocol used and not of any natural improvement that could have occurred during the study.

Also, the present study did not include a controlled follow-up period, so no conclusions can be drawn about the long term benefits of the treatment.

It cannot be ignored that a larger sample size could have altered some of the results of the study; and therefore further research is required before definite conclusions can be drawn.

Further research should include a greater sample size and a follow-up period. It is also important to study the influence of other pelvic or hip muscles in the development and treatment of patellofemoral pain and other treatments protocols including the eccentric training of hip musculature.

In conclusion, this study demonstrated that a six week home exercise program based on quadriceps strengthening supplemented by strengthening and functional training focused on the transversus abdominis muscle, hip abductors and lateral rotators muscles provided additional benefits with respect to the pain perceived symptoms during functional activities in patients with patellofemoral pain syndrome. Quadriceps torque gains can only partly explain the decrease in pain symptoms, since both groups increased eccentric knee extension torque. The better results for the intervention group with respect to pain and function was associated with changes in the gluteus medius electromyographic activity, but statistically significant increases in eccentric hip abduction and lateral rotation torque were not essential for clinical improvement.

### **Clinical messages**

The addition of hip abductor and lateral rotator muscle strengthening and functional training to a quadriceps strengthening exercise program, improved the perceived pain symptoms during functional activities in patients with the patellofemoral pain syndrome after six weeks of treatment.

**Acknowledgements.**

We gratefully acknowledge the financial support from the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) and from the São Paulo State Research Foundation (FAPESP).

## References

1. DeHaven KE, Lintner DM. Athletic injuries: comparison by age, sport, and gender. *Am J Sports Med* 2002; **30**: 857-865.
2. Devereaux MD, Lachmann SM. Patello-femoral arthralgia in athletes attending a Sports Injury Clinic. *Br J Sports Med* 1984; **18**:18-21.
3. Almeida SA, Trone DW, Leone DM, Shaffer RA, Patheal SL, Long K. Gender differences in musculoskeletal injury rates: a function of symptom reporting? *Med Sci Sports Exerc* 1999; **31**:1807-1812.
4. Hutchinson MR, Ireland ML. Knee injuries in female athletes. *Sports Med* 1995; **19**:288-302.
5. Van Tiggelen D, Witvrouw E, Coorevits P, Corisier JL, Roget P. Analysis of isokinetic parameters in the development of anterior knee pain syndrome: a prospective study in a military setting. *Isokin Exerc Sci* 2004; **12**:223-228.
6. Witvrouw E, Lysens R, Bellemans J, Cambier D, Vanderstraete G. Intrinsic risk factors for the development of anterior knee pain in an athletic population: a two-year prospective study. *Am J Sports Med* 2000; **28**:480-489.
7. Lee TQ, Morris GM, Csintalan RP. The Influence of tibial and femoral rotation on patellofemoral contact area and pressure. *J Orthop Sports Phys Ther* 2003; **33**:686-693.
8. Powers CM, Maffucci R, Hampton S. Rearfoot posture in subjects with patellofemoral pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 1995; **22**:155-160.
9. Witvrouw E, Danneels L, Van Tiggelen D, Willems TM, Cambier D. Open versus closed kinetic chain exercises in patellofemoral pain: a 5-year prospective randomized study. *Am J Sports Med* 2004; **32**: 1122-1130.
10. Crossley K, Bennell K, Green S, Cowan S, McConnell J. Physical therapy for patellofemoral pain: a randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. *Am J Sports Med* 2002; **30**: 857-865.
11. Peeler J, Anderson JE. Effectiveness of static quadriceps stretching in individuals with patellofemoral joint pain. *Clin J Sport Med* 2007; **17**:234-241.
12. Aminaka N, Gribble PA. A Systematic review of the effects of therapeutic taping on patellofemoral pain syndrome. *J Athl Train* 2005; **40**:341-351.
13. Powers CM, Ward SR, Chen YJ, Chan L, Terk MR. The effect of bracing on patellofemoral joint stress during free and fast walking. *Am J Sports Med* 2004; **32**:224-231.
14. Yip SLM, Ng GYF. Biofeedback supplementation to physiotherapy exercise programme for rehabilitation of patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled pilot study. *Clin Rehabil* 2006; **20**:1050-1057.
15. Bizzini M, Childs JD, Piva SR, Delitto A. Systematic review of the quality of randomized controlled trials for patellofemoral syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther* 2003; **33**:4-20.
16. Heintjes E, Berger MY, Bierna-Zeinstra SMA, Bersen RMD, Verhaar JAN, Koes BW. Exercise therapy for patellofemoral pain syndrome (Cochrane Review). In: *The Cochrane Library*, Issue 2, 2005. Oxford: Update Software.
17. Ireland ML, Willson JD, Ballantine BT, Davis IM. Hip strength in females with and without patellofemoral pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 2003; **33**:671-676.
18. Piva SR, Goodnite EA, Childs JD. Strength around the hip and flexibility of soft tissues in individuals with and without patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther* 2005; **35**:793-801.

19. Robinson RL, Nee RJ. Analysis of hip strength in females seeking physical therapy treatment for unilateral patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther* 2007; **37**:232-237.
20. Brindle JT, 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**:244-251.
21. Powers CM. The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: a theoretical perspective. *J Orthop Sports Phys Ther* 2003; **33**:639-646.
22. Powers CM, Ward SR, Fredericson M, Guillet M, Shellock FG. Patellofemoral kinematics during weight-bearing and non-weight-bearing knee extension in persons with lateral subluxation of the patella: a preliminary study. *J Orthop Sports Phys Ther* 2003; **33**:677-685.
23. Ferber R, Davis IM, Williams III DS. Gender differences in lower extremity mechanics during running. *Clin Biomech* 2003; **18**: 350-357.
24. Leetun DT, Ireland ML, Willson JD, Ballantyne BT, Davis IM. Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes. *Med Sci Sports Exerc* 2004; **36**:926-934.
25. Mascal CL, Landel R, Powers C. Management of patellofemoral pain targeting hip, pelvis, and trunk muscle function: 2 cases reports. *J Orthop Sports Phys Ther* 2003; **33**:647-659.
26. Tyler TF, Nicholas SJ, Mullaney MJ, McHugh MP. The role of hip muscle function in the treatment of patellofemoral pain syndrome. *Am J Sports Med* 2006; **34**:1-7.
27. Boling MC, Bolgla LA, Mattacola CG, Uhl TL, Hosey RG. Outcomes of a weight-bearing rehabilitation program for patients diagnosed with patellofemoral pain syndrome. *Arch Phys Med Rehabil* 2006; **87**: 1428-35.
28. Cowan SM, Bennell KL, Crossley KM, Hodges PW, McConnell J. Physical therapy, alters recruitment of the vasti in patellofemoral pain syndrome. *Med Sci Sports Exerc* 2002; **34**: 1879-1885.
29. Crossley KM, Bennell KL, Cowan SM, Green S. Analysis of outcome measures for persons with patellofemoral pain: which are reliable and valid? *Arch Phys Med Rehabil* 2004; **85**: 815-822.
30. Burnett CN, Betts EF, King WM. Reliability of isokinetic measurements of hip muscle torque in young boys. *Phys Ther* 1990; **70**: 244 – 249.
31. Lindsay DM, Maitland ME, Lowe RC, Kane TJ. Comparison of isokinetic internal and external rotation torque using different testing position. *J Orthop Sports Phys Ther* 1992; **16**: 43-50.
32. Hermens HJ, Freriks B, Merletti R *et al*. SENIAM 8: European recommendations for surface electromyography, Roessingh Research and Development bv, 1999.
33. Lyons K, Perry J, Gronley JK, Barnes L, Antonelli D. Timing and relative intensity of hip extensor and abductor muscle action during level and stair ambulation: an EMG study. *Phys Ther* 1983; **63**: 1597-1605.
34. Powers CM, Perry J, Hsu A, Hislop HJ. Are patellofemoral pain and quadriceps femoris muscle torque associated with locomotor function? *Phys Ther* 1997; **77**:1063-1078.
35. Natri A, Kannus P, Järvinen M. Which factors predict the long-term outcome in chronic patellofemoral pain syndrome? A 7-year prospective follow-up study. *Med Sci Sports Exerc* 1998; **30**:1572-1577.
36. Cichanowski HR, Schmitt JS, Johnson RJ, Niemuth PE. Hip strength in collegiate female athletes with patellofemoral pain. *Med Sci Sports Exer* 2007; **39**:1227-1232.

37. Gabriel DA, Kamen G, Frost G. Neural adaptations to resistive exercise: mechanisms and recommendations for training practices. *Sports Med* 2006; **36**:133-149.
38. Enoka RM. Neural adaptations with chronic physical activity. *J Biomech* 1997; **30**:447-455.

**Table 1** Control group (CG) and Intervention group (IG) patellofemoral rehabilitation guidelines

Control group	
Activity	Duration
Stretches (all exercise sessions)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sitting hamstring stretch</li> <li>• Sitting patellar mobilization</li> <li>• Standing quadriceps stretch</li> <li>• Standing calf stretch</li> <li>• Standing iliotibial band stretch</li> </ul>	3 repetitions/ 30-s hold
Weeks 1 and 2 exercises	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Isometric quadriceps contractions while sitting with 90° of knee flexion</li> <li>• Straight-leg raise in supine position</li> <li>• Mini squats to 40° of knee flexion</li> </ul>	2 sets of 10 repetitions/ 10-s hold 3 sets of 10 repetitions 4 sets of 10 repetitions
Weeks 3 and 4 exercises	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wall slides (0° - 60° of knee flexion)</li> <li>• Steps-up and steps-down from a 20-cm step</li> <li>• Forward lunges (0 – 45° of knee flexion)</li> </ul>	3 sets of 10 repetitions 3 sets of 5 repetitions 3 sets of 10 repetitions
Weeks 5 and 6 exercises, as for weeks 3 and 4 plus	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Balance exercises: unilateral stance on the floor and on an air filled disc, with opened and closed eyes.</li> <li>• Progressive walking or running program</li> </ul>	3 sets of 30-s hold each exercise
Intervention group ¥	
Weeks 1 and 2 exercises*	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transversus abdominis muscle contraction in the quadruped position</li> <li>• Isometric combined hip abduction-external rotation in sidelying with the hips and knees slightly flexed elastic resistance</li> <li>• Sidelying isometric hip abduction with extended knee</li> <li>• Isometric combined hip abduction-external rotation in the quadruped position</li> </ul>	2 sets of 15 repetitions/10-s hold 2 sets of 15 repetitions/10-s hold 2 sets of 15 repetitions/10-s hold 2 sets of 15 repetitions/10-s hold
Weeks 3 and 4 exercises*	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pelvic drop exercise on a 20-cm step</li> <li>• Upper-extremity extension of the contralateral arm with elastic resistance performed in a single-leg stance</li> <li>• Rotation of the body in the direction of the contralateral side, holding an elastic resistance with the ipsilateral arm while maintaining the lower extremity static</li> </ul>	2 sets of 15 repetitions/10-s hold 3 sets of 10 repetitions 2 sets of 15 repetitions/10-s hold
Weeks 5 and 6 exercises, as for weeks 3 and 4 *	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Additional elastic resistance around the affected leg in the forward lunges to encourage external rotation and abduction of the hip</li> </ul>	

\*In addition to the control group exercises

¥The patients were asked to maintain the transversus abdominis muscle contraction and alignment of the pelvis during all the exercises.

**Table 2** Mean and standard deviation (SD) of the worst pain and the usual pain last week and pain assessment during stair climbing, descending stair, squatting, and prolonged sitting for both groups

Visual analog scale (cm)	Intervention group (n=7)		<i>P</i> value	Control group (n=7)		<i>P</i> value
	Baseline	Final		Baseline	Final	
Usual pain	3.8±2.1	1.1±1.2	0.03*	4.7±2.6	4.0±2.6	0.31
Worst pain	5.0±2.1	1.4±1.3	0.03*	5.5±1.5	3.4±1.9	0.20
Stair climbing	3.5±3.7	0.4±0.6	0.04*	5.0±3.4	2.6±2.8	0.13
Descending stair	4.5±3.1	0.3±0.4	0.03*	4.7±3.3	2.0±2.4	0.43
Squatting	5.7±3.2	0.4±0.6	0.02*	4.8±3.0	3.0±3.1	0.12
Prolonged sitting	2.9±3.2	1.1±1.6	0.14	5.2±2.8	2.9±3.1	0.09

\*Statistically significant difference with  $P < 0.05$



**Table 3** Mean and standard deviation (SD) for knee extensor, hip abductor and hip lateral rotator isokinetic eccentric peak torque per body mass (Nm/kg)

Peak torque per body mass (Nm/Kg)	Intervention group (n=7)		<i>P</i> value	Control group (n=7)		<i>P</i> value
	Baseline	Final		Baseline	Final	
Knee extensor	264.9±84.8	318.9±96.8	0.04*	283.6±45.0	301.9±63.4	0.02*
Hip abductor	89.1±29.5	102.2±19.8	0.18	114.6±32.1	120.4±30.4	0.31
Hip lateral rotator	55.5±14.6	59.4±18.9	0.15	60.4±16.5	62.9±24.9	0.61

\*Statistically significant difference with  $P < 0.05$

**Table 4** Mean and standard deviation (SD) of the gluteus medius electromyographic signal during maximal isometric voluntary contraction (MIVC), eccentric contraction (EC) and EC expressed as a percentage of MIVC (EC/MIVC)

Variable	Intervention group (n=7)		<i>P</i> value	Control group (n=7)		<i>P</i> value
	Baseline	Final		Baseline	Final	
MIVC	51.7±29.5	127.8±145.6	0.03*	72.3±42.7	57.0±36.6	0.31
EC	57.6±46.6	96.4±122.9	0.24	72.3±50.2	74.6±74.0	0.31
EC/MIVC	119.4±87.9	71.4±20.7	0.50	96.9±28.2	114.5±53.5	0.73

\*Statistically significant difference with  $P < 0.05$





Pontifícia Universidade Católica do Paraná  
Clínica de Fisioterapia  
Revista "Fisioterapia em Movimento"

Curitiba, 7 de novembro de 2007.

Prezados(a) Autores(a): **Fábio Viadanna Serrão**  
**Theresa Helissa Nakagawa**  
**Thiago Batista Muniz**  
**Rodrigo de Marche Baldon**

Informamos que seu artigo intitulado: **“A Abordagem Funcional dos Músculos do Quadril no Tratamento da Síndrome da Dor Femoropatelar”** foi aceito em nossa Revista, mais ainda sem data certa para publicação.

Pequenas revisões que possam ser solicitadas pelo núcleo editorial serão repassadas aos senhores para finalização

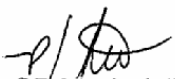
O Conselho Editorial vem mais uma vez agradecer a sua participação no engrandecimento desta edição.

Queremos reafirmar que este veículo científico continua aberto aos novos trabalhos desenvolvidos por V.S.

Sem mais apresentamos nossos protestos de estima e consideração.

Atenciosamente,



  
Profª Drª Auristela Duarte Moser  
Editora da Revista  
“Fisioterapia em Movimento”

## **ABORDAGEM FUNCIONAL DOS MÚSCULOS DO QUADRIL NO TRATAMENTO DA DOR FEMOROPATELAR**

*Hip Muscle's Functional Approach in the of Patellofemoral Pain Treatment*

### **Resumo**

A Síndrome da dor femoropatelar (SDFP) é uma das afecções mais comuns da articulação do joelho. Recentemente, tem se dado atenção ao fortalecimento e treino funcional da musculatura do quadril no tratamento da SDFP. O objetivo desta revisão foi discutir a função dos músculos do quadril na manifestação e no tratamento da SDFP. Foram encontradas evidências de alterações na função dos músculos abdutores e rotadores laterais do quadril em indivíduos com SDFP quando comparados a indivíduos saudáveis. Os estudos de tratamento da SDFP encontrados, com ênfase na musculatura do quadril, demonstraram sucesso no tratamento. Assim, a fraqueza e o retardo no tempo de ativação da musculatura do quadril parecem contribuir para a manifestação da SDFP e devem ser consideradas na avaliação e tratamento dos pacientes portadores da SDFP. Estudos com melhor qualidade metodológica são necessários para definir qual a melhor abordagem de tratamento para a melhora funcional e da sintomatologia dolorosa nos pacientes com estas alterações.

**Palavras-chave:** articulação femoropatelar, músculos do quadril, reabilitação

### **Abstract**

Patellofemoral pain syndrome (PFPS) is one of the most common disorders of the knee joint. Recently, attention has been given to hip musculature strengthening and functional training in the PFPS treatment. The aim of this review was to discuss the role of hip muscle function in the PFPS manifestation and treatment. It was found evidence of alteration in the hip abductor and lateral rotator hip muscle function in subjects with PFPS when compared to healthy subjects. PFPS treatment studies focused on the hip musculature strengthening and functional training showed successful results. Therefore, the weakness and delayed onset of hip musculature seems to contribute to the PFPS manifestation and must be considered in the PFPS patient's evaluation and treatment. Studies with higher methodological quality are required to define the best treatment approach to improve pain and function in patients with these alterations.

**Key-words:** Patellofemoral joint, hip muscles, rehabilitation

## Introdução

A Síndrome da dor femoropatelar (SDFP) é uma das afecções mais comuns da articulação do joelho encontrada nos adolescentes e adultos jovens (1). Representa cerca de 25% de todas as lesões da articulação do joelho tratadas nas clínicas de medicina esportiva, sendo que afeta principalmente o sexo feminino (2).

Dentre os fatores predisponentes a SDFP podemos citar: a anteversão femoral, a fraqueza ou a atrofia do músculo vasto medial oblíquo, o aumento do ângulo Q, o joelho valgo, a torção tibial externa, a hiperpronação subtalar, a displasia troclear, a patela alta, a rigidez do trato iliotibial e a fraqueza dos músculos abdutores e rotadores laterais do quadril (3, 4, 5).

O papel da fraqueza dos músculos abdutores e rotadores laterais do quadril na SDFP é melhor compreendido quando se considera o conceito do *ângulo do quadríceps ou ângulo Q*, o qual é formado pela interação resultante não colinear de duas forças primárias que agem sobre a patela: o vetor de força do quadríceps ( $F_Q$ ) e o vetor de força do tendão patelar ( $F_{TP}$ ). O alinhamento normal do membro inferior predispõe a patela a forças direcionadas lateralmente, este fenômeno é conhecido como a “lei do valgo”. Qualquer fator que aumente a obliquidade da  $F_Q$  ou a obliquidade do tendão patelar no plano frontal pode aumentar a força lateral que atua sobre a patela, levando à compressão da faceta lateral da patela na proeminência da faceta lateral da tróclea do fêmur (quando o joelho está em extensão) ou no aspecto lateral da fossa intercondilar do fêmur (quando o joelho está em flexão) (6,7,8).

Powers (2003) (4) sugere que o ângulo Q pode ser influenciado por três movimentos de membro inferior: a rotação tibial, a rotação femoral e o valgo de joelho. O ângulo Q pode ser influenciado distalmente pelo movimento da tíbia em relação ao fêmur, sendo que a rotação tibial lateral move a tuberosidade da tíbia lateralmente, aumentando o ângulo Q. Também, o ângulo Q pode ser influenciado proximalmente pela rotação femoral, sendo que o aumento da rotação medial do fêmur pode resultar em um ângulo Q aumentado, já que a patela se move medialmente em relação à espinha ilíaca ântero-superior (EIAS) e a tuberosidade tibial. O joelho valgo pode resultar da adução femoral, que dispõe a patela medialmente em relação à EIAS, da abdução tibial, que move lateralmente a tuberosidade da tíbia ou de uma combinação destes fatores.

Clinicamente, a adução femoral excessiva durante atividades dinâmicas pode resultar da fraqueza dos músculos abdutores do quadril, em particular, o glúteo médio (GM), as fibras superiores do glúteo máximo e o tensor da fáscia lata. A rotação medial do fêmur

durante a fase inicial de apoio da marcha e a descida de degrau pode ocorrer devido a fraqueza dos músculos rotadores laterais do quadril. A adução e a rotação medial do fêmur durante as atividades funcionais produzem um aumento no ângulo Q, que geram uma hiperpressão no aspecto lateral da articulação femoropatelar levando a dor femoropatelar (9, 10).

Independente do aumento do ângulo Q e do aumento das forças laterais dirigidas à patela, a rotação femoral medial afeta o alinhamento e a cinemática da patela, como demonstrado no estudo de Powers et al. (2003) (11) que realizaram um estudo utilizando exame de ressonância magnética cinemática em mulheres com diagnóstico de SDFP e subluxação lateral patelar. Foram estudados o deslocamento medial/lateral da patela, a inclinação patelar, a rotação patelar e a rotação femoral durante o movimento de extensão de joelho com e sem descarga de peso. Os resultados sugeriram que a subluxação patelar durante a atividade sem descarga de peso pode ser caracterizada pelo movimento da patela sobre o fêmur, ao contrário, durante a atividade com descarga de peso a subluxação patelar pode ser caracterizada pela rotação excessiva do fêmur sob a patela. Assim, este estudo evidencia o papel da rotação medial excessiva do fêmur sob a patela na subluxação patelar lateral em atividade com descarga de peso.

É importante o conhecimento da cinemática anormal do membro inferior que pode influenciar a articulação femoropatelar, pois as intervenções para controlar a biomecânica anormal dos membros inferiores podem não ser restritas a área dolorosa, mas abranger também os segmentos proximais ou distais à articulação femoropatelar (12,13).

Recentemente, tem se dado atenção ao fortalecimento e treino funcional da musculatura do quadril e lombopélvica no tratamento da SDFP. Portanto, o objetivo desta revisão é apresentar e discutir a função dos músculos do quadril na manifestação e no tratamento da SDFP.

### **Metodologia**

Foi realizada uma revisão de literatura não sistemática nas bases de dados LILACS, MEDLINE, COCHRANE E PUBMED. Além de consulta manual em referências de livros e periódicos do acervo da Biblioteca da Universidade Federal de São Carlos-UFSCar. Foram utilizados artigos publicados entre 1996 e 2006. Os descritores de texto utilizados foram: *anterior knee pain, patellofemoral pain, hip muscles, hip abductor, hip external rotation, physical therapy, treatment.*

## Resultados e Discussão

### *Função dos músculos do quadril em indivíduos portadores da SDFP*

O comprometimento da musculatura proximal à articulação femoropatelar pode contribuir para o desenvolvimento da SDFP (4). Em especial, a fraqueza dos músculos do quadril, principalmente dos abdutores e rotadores laterais, pode levar a um menor controle dos movimentos no plano frontal e transversal do joelho, respectivamente, resultando em adução e rotação medial excessiva do fêmur o que ocasionaria um aumento no ângulo Q e, conseqüentemente, no contato patelar lateral. Este mau alinhamento do membro inferior durante as atividades repetitivas pode provocar lesão na cartilagem articular retropatelar (4,7,8,10).

No estudo realizado por Ireland et al. (2003) (13), foi comparada a força isométrica máxima dos músculos abdutores e rotadores laterais do quadril de 15 indivíduos do sexo feminino portadores da SDFP e 15 indivíduos saudáveis. Os autores relataram diminuição de 26% da força dos músculos abdutores e 36% da força dos músculos rotadores laterais do quadril do grupo com SDFP quando comparado ao grupo sem SDFP.

Em um estudo mais recente, Piva et al. (2005) (14) investigaram a força isométrica máxima dos músculos abdutores e rotadores laterais do quadril, além da flexibilidade dos músculos quadríceps, isquiotibiais, gastrocnêmio, sóleo e trato iliotibial/tensor da fáscia lata em 30 pacientes com SDFP (17 mulheres e 13 homens) e 30 controles pareados para idade e gênero (17 mulheres e 13 homens). No grupo com a SDFP, foi encontrada menor flexibilidade dos músculos gastrocnêmio, sóleo, isquiotibiais e quadríceps. O grupo com SDFP não apresentou diferença na força dos músculos do quadril quando comparado ao grupo controle, porém, na análise estatística de função discriminante, utilizada para verificar quais fatores eram significativos e capazes de discriminar entre indivíduos com e sem SDFP, o comprimento do músculo gastrocnêmio e sóleo e a força dos músculos abdutores do quadril foram identificados como variáveis significativas e discriminantes, de forma, que os autores sugeriram que futuros estudos em indivíduos com SDFP sejam realizados combinando estas variáveis.

Essas incoerências nos resultados podem ser atribuídas às diferenças metodológicas entre os dois trabalhos (14). No estudo de Ireland et al. (2003) (13), a avaliação dos músculos rotadores laterais foi realizada com as voluntárias na posição sentada e a dos músculos abdutores do quadril foi feita em decúbito lateral, com o quadril à 10° de abdução. Por outro



lado, Piva et al. (2005) (14), utilizaram a posição em decúbito prono para avaliação dos músculos rotadores laterais e posicionaram suas voluntárias em decúbito lateral com aproximadamente 30° de abdução, 5° de extensão e rotação neutra de quadril para avaliar os músculos abdutores do quadril. A amostra utilizada por Ireland et al. (2003) (13) era de mulheres com idades entre 15 e 21 anos, sendo todas praticantes de atividades físicas. Já, a amostra de Piva et al. (2005), era composta tanto por mulheres como por homens, de idades entre 20 e 42 anos, sendo que os voluntários do grupo com SDFP praticavam mais atividades físicas comparadas ao grupo sem SDFP. Além disso, em casos de dor bilateral, Ireland et al. (2003) (13) avaliaram o membro inferior dominante, enquanto que Piva et al. (2005) (14) avaliaram o membro inferior onde se relatava maior dor.

A alteração na atividade elétrica do músculo GM, pode afetar a articulação femoropatelar, já que o atraso no tempo de início de ativação ou a diminuição na duração de sua atividade poderia provocar um excesso de adução ou rotação medial do fêmur sob a patela com conseqüente aumento do ângulo Q (4,11). Apenas dois estudos avaliaram os aspectos temporais da ativação eletromiográfica do músculo GM. Brindle et al. (2003) (15) avaliaram o padrão de ativação eletromiográfico dos músculos VMO, VL e GM, durante as atividades funcionais de subida e descida de escada em 16 indivíduos portadores da SDFP (12 mulheres e 4 homens) e 12 indivíduos sem disfunção do joelho (7 mulheres e 5 homens). Não foi encontrada diferença estatisticamente significativa no padrão de ativação muscular do VL ou do VMO nas atividades funcionais avaliadas entre os grupos com e sem SDFP. Foi verificado que, no grupo com SDFP, o músculo glúteo médio apresentou atraso no início da ativação e menor duração da ativação durante a atividade de subida de escada. Durante a atividade de descida de degrau foi demonstrada menor duração da ativação do músculo glúteo médio no grupo com SDFP. Entretanto, não é possível estabelecer nenhuma relação de causa e efeito a partir deste estudo.

Boling et al. (2006) (16) compararam o tempo de início e duração da ativação dos músculos VMO, VL e GM durante a atividade de subida e descida de degrau em 14 indivíduos portadores de SDFP e 14 indivíduos saudáveis (9 mulheres e 5 homens em cada grupo). Foi encontrada diferença estatisticamente significativa para o tempo de início de ativação do VMO e VL, sendo que no grupo com SDFP o VMO foi ativado em média 36ms após o VL e no grupo saudável o VMO foi ativado em média 59ms antes do VL. Não foi encontrada diferença no tempo de início ou duração da ativação do músculo GM entre os grupos estudados.

Apesar dos dois estudos sobre o padrão de atividade eletromiográfico apresentar similaridades na atividade funcional e na musculatura avaliada, houve disparidades nos resultados. Diferenças na metodologia como, por exemplo, o controle da velocidade que foi utilizado por Boling et al (2006) (16) (96 graus/min) durante a subida e descida de degraus, mas não por Brindle et al (2003) (15), pode explicar a incoerência dos resultados, já que a velocidade com que a tarefa funcional é executada pode afetar a ativação da musculatura avaliada (17). Segundo Boling et al (2006) (16), a própria variabilidade da avaliação eletromiográfica poderia explicar seus resultados distintos dos de Brindle et al (2003) (15), além das diferenças na metodologia do processamento dos sinais entre os estudos.

### ***Tratamento da SDFP***

Existem diversas abordagens de tratamento conservador, sendo que esse tem sido baseado na correção do alinhamento e do deslizamento da patela no sulco troclear. Desta forma, o tratamento é focado localmente e tipicamente inclui o fortalecimento do músculo quadríceps, com ênfase na reabilitação do VMO, uso de *taping* patelar, órtese patelar, alongamentos e mobilização de tecidos moles (18,19,20). Entretanto, estudos de revisão publicados recentemente, demonstraram a necessidade de mais pesquisas sobre a avaliação e a intervenção na SDFP, já que não existem evidências suficientes para recomendar qualquer tipo de terapia isolada ou combinada de exercícios, massagem ou aquecimento com resposta favorável para todos os indivíduos portadores da SDFP (21,22). As evidências relativas ao uso de exercícios terapêuticos no tratamento da SDFP também são limitadas no que concerne à redução da dor e conflitantes em relação à melhora funcional (23).

### ***Função dos músculos do quadril no tratamento da SDFP***

Alguns autores acreditam que anormalidades biomecânicas de articulações distais e/ou proximais são fatores predisponentes da SDFP, pois estresse excessivo poderia ser imposto à articulação femoropatelar (13).

Segundo a teoria da cadeia cinética fechada, o complexo lombo-pelve-quadril (centro) tem sido descrito como uma “caixa” composta pelos músculos abdominais anteriormente, pelos músculos paraespinhais e glúteos posteriormente, o músculo diafragma superiormente e a musculatura que compõe o assoalho pélvico e a cintura do quadril inferiormente. O controle do complexo lombo-pelve-quadril na SDFP é importante, pois ele

atua como o *core* da cadeia cinética funcional, assegurando que o local da inserção proximal dos músculos abdutores e rotadores laterais do quadril seja estável. Acredita-se que essa estabilidade permita a geração de maior torque por esses músculos durante o movimento e minimize o movimento do quadril no plano frontal e transversal durante atividades em apoio unipodal. Estudos sugerem que a diminuição da força ou controle muscular do quadril, especialmente da musculatura abdução de quadril, esteja relacionada às lesões da articulação do joelho e tornozelo (24,25).

Mascal et al (2003) (9) relataram dois estudos de caso de pacientes com SDFP que apresentavam falta de controle do quadril no plano transversal e frontal (adução e rotação medial de quadril e joelho valgo) durante movimentos funcionais. As pacientes foram tratadas, durante 14 semanas, com exercícios terapêuticos focados no fortalecimento e treino do controle motor da musculatura abdominal, com ênfase no músculo transversal abdominal, pélvica e de quadril, principalmente dos músculos abdutores e rotadores laterais de quadril. Os resultados demonstraram melhora significativa da função e da sintomatologia dolorosa, aumento de força dos músculos glúteo médio e máximo e melhora da cinemática dos membros inferiores durante teste dinâmicos em ambas as pacientes. Os autores atribuíram o sucesso do tratamento a melhora da força e do controle da região lombo-pelve-quadril durante os movimentos funcionais de cadeia cinética fechada, permitindo maior controle no plano transversal e frontal do movimento do fêmur.

Cibulka e Threlkeld-Watkins (2005) (26) descreveram um estudo de caso, de uma paciente de 15 anos de idade, do sexo feminino, com a SDFP associada a padrão atípico de diminuição da rotação medial de quadril, fraqueza dos músculos rotadores mediais e abdutores do quadril do membro inferior acometido. Os autores referem melhora do quadro algico e ganho de força muscular associado a melhora da simetria nas rotações do quadril entre os membros inferiores, permitindo que a musculatura envolvida atuasse de forma mais favorável na curva comprimento-tensão. Portanto, segundo os autores citados, tanto o excesso de rotação femoral medial, quanto o excesso de rotação lateral podem gerar consequências negativas na articulação femoropatelar.

Tyler et al (2006) (27) realizaram um estudo com 35 pacientes com SDFP, submetidos a um programa de tratamento de 6 semanas, composto de exercícios de fortalecimento e flexibilidade dos músculos do quadril em cadeia cinética aberta e fechada. Foi relatada associação do ganho de 35% de força muscular dos flexores do quadril e aumento na flexibilidade do músculo iliopsoas e da banda iliotibial com o sucesso do tratamento. Os autores acreditam que a normalização da flexibilidade do trato iliotibial/tensor da fáscia lata e

dos músculos flexores do quadril diminuiu a anteversão pélvica, assim como a rotação medial do fêmur, influenciando positivamente no alinhamento da articulação femoropatelar. Outra teoria é que o encurtamento do trato iliotibial/tensor da fáscia lata pode predispor a SDFP, pois as suas fibras distais se inserem na faceta lateral da patela e, uma vez estando encurtadas, tracionariam a mesma lateralmente, aumentando o estresse sobre essa articulação (14). Em relação ao ganho de força dos músculos flexores do quadril, Tyler et al. (2006) (27) relataram que estes estabilizam a pelve durante a marcha, permitindo sua ação excêntrica no controle da anteversão pélvica e rotação medial do fêmur.

Boling et al (2006) (16) verificaram o efeito de um programa de reabilitação, o qual incorpora exercícios de fortalecimento para a musculatura do quadril e quadríceps, em cadeia cinética fechada, com duração de 6 semanas, sobre a atividade eletromiográfica dos músculo quadríceps e GM, dor e questionário funcional. Houve melhora significativa da dor, do escore do questionário funcional e da diferença no tempo de início da ativação dos músculos VL e VMO após as 6 semanas de tratamento em 14 indivíduos portadores da SDFP. Porém, não foi encontrada diferença no tempo de início ou duração da ativação do GM. Este estudo não avaliou a força dos músculos do quadril, portanto, não é possível saber se houve ganho de força da musculatura do quadril com o programa de reabilitação e se existiu qualquer associação deste com a melhora da dor ou funcional dos pacientes.

### **Conclusões**

A SDFP é uma das afecções mais comuns da articulação do joelho em atletas e adultos jovens, principalmente do sexo feminino. Sua etiologia é multifatorial, quando não associada ao trauma, sendo que a disfunção da musculatura do quadril e do controle dos movimentos do fêmur no plano transversal e frontal tem sido recentemente considerada em sua manifestação e tratamento.

Existem evidências de alteração na função dos músculos abdutores e rotadores laterais do quadril em indivíduos com SDFP quando comparados a indivíduos saudáveis, porém os estudos apresentam alguns resultados conflitantes. Sugere-se que sejam realizados mais estudos focados na função muscular do quadril em indivíduos com SDFP, investigando outros grupos musculares, além dos abdutores e rotadores laterais, em cadeia cinética aberta e fechada, em contração concêntrica ou excêntrica, visando identificar sua atuação em atividades mais funcionais. Também são necessários estudos longitudinais para que seja possível identificar a função dos músculos do quadril na relação de causa e efeito na SDFP.

Os estudos de tratamento da SDFP com ênfase no treino de força e funcional dos músculos do quadril demonstraram sucesso no tratamento, porém são recentes e escassos, com amostragem pequena, baseados principalmente em estudos de casos. A abordagem ou ênfase na musculatura do quadril a ser fortalecida ou treinada funcionalmente difere entre os estudos apresentados. Também não foi encontrado, na literatura pesquisada, estudo comparativo entre o tratamento focado no fortalecimento e treino funcional da musculatura de quadril e grupo controle e/ou outras técnicas e recursos terapêuticos utilizados comumente no tratamento da SDFP.

A fraqueza e o retardo no tempo de ativação da musculatura do quadril parecem contribuir para a manifestação da SDFP e deve ser considerada na avaliação e tratamento dos pacientes portadores da SDFP. Estudos com melhor qualidade metodológica são necessários para definir quais aspectos funcionais da musculatura do quadril estão alterados e relacionados com a SDFP e qual a melhor abordagem de tratamento para a melhora funcional e da sintomatologia dolorosa nos pacientes com estas alterações.

## Referências

1. Fulkerson JP, Arendt EA. Anterior knee pain in females. *Clin Orthop Relat Res* 2000; 372:69-73.
2. Baquie P, Brukner P. Injuries presenting to an Australian sports medicine centre: a 12-month study. *Clin J Sports Med* 1997; 7:28-31.
3. Lee TQ, Morris GM, Csintalan RP. The influence of tibial and femoral rotation on patellofemoral contact area and pressure. *J Orthop Sports Phys Ther* 2003; 33(11):686-693.
4. Powers CM. The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: a theoretical perspective. *J Orthop Sports Phys Ther* 2003; 33:639-646.
5. Witvrouw E, Lysens R, Bellemans J, Cambier D, Vanderstraete G. Intrinsic risk factors for the development of anterior knee pain in an athletic population: a two-year prospective study. *Am J Sports Med* 2000; 28:480-489.
6. Schulties SS, Francis RS, Fisher AG, Van De Graaff KM. Does Q angle reflect the force on the patella in the frontal plane? *Phys Ther* 1995; 75:30.
7. Huberti HH, Hayes WC. Patellofemoral contact pressure. The influence of Q-angle and tendofemoral contact. *J Bone Joint Surg Am* 1984; 66:715-724.
8. Mizuno Y, Kumagai M, Mattessich SM, Ramrattan EN, Cosgarea AJ, Chao EYS. Q-angle influences tibiofemoral and patellofemoral kinematics. *J Orthop Res* 2001; 19:834-840.
9. Mascal CL, Landel R, Powers C. Management of patellofemoral pain targeting hip, pelvis, and trunk muscle function: 2 cases reports. *J Orthop Sports Phys Ther* 2003; 33:647-659.
10. Perry J. *Análise de Marcha, v. 2: Marcha Patológica*. São Paulo: Manole, 2005.
11. Powers CM, Ward SR, Fredericson M, Guillet M, Shellock FG. Patellofemoral kinematics during weight-bearing and non-weight-bearing knee extension in persons with lateral subluxation of the patella: a preliminary study. *J Orthop Sports Phys Ther* 2003; 33:677-685.
12. Gross MT, Foxworth JL. The role of foot orthoses as an intervention for patellofemoral pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 2003; 33:661-670.
13. Ireland ML, Willson JD, Ballantine BT, Davis IM. Hip strength in females with and without patellofemoral pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 2003; 33:671-676.

14. Piva SR, Goodnite EA, Childs JD. Strength around the hip and flexibility of soft tissues in individuals with and without patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther* 2005; 35:793-801.
15. Brindle JT, 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; 11:244-251.
16. Boling MC, Bolgla LA, Mattacola CG, Uhl TL, Hosey RG. Outcomes of a weight-bearing rehabilitation program for patients diagnosed with patellofemoral pain syndrome. *Arch Phys Med Rehabil* 2006; 87: 1428-35.
17. Yang JF, Winter A. Surface EMG profiles during different walking cadences in humans. *Electroenc Clin Neurophys* 1985; 60: 485-491.
18. Witvrouw E, Werner S, Mikkelsen C, Van Tiggelen D, Vander Berghe L, Cerulli G. Clinical classification of patellofemoral pain syndrome: guidelines for non-operative treatment. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2005; 13:122-130.
19. Van Tiggelen D, Witvrow E, Roget P, Cambier D, Danneels L, Verdonk R. Effect of bracing on the prevention of anterior knee pain – a prospective randomized study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* (2004) 12 : 434–439.
20. McConnell J. The management of chondromalacia patellae: a long term solution. *Aust J Physio* 1986; 32: 215-223.
21. Bizzini M, Childs JD, Piva SR, Delitto A. Systematic review of the quality of randomized controlled trials for patellofemoral syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther* 2003; 33:4-20.
22. Philadelphia Panel evidence-based clinical practice guidelines on selected rehabilitation interventions for knee pain. *Phys Ther* 2001; 81:1675-1700.
23. Heintjes E, Berger MY, Bierna-Zeinstra SMA, Bersen RMD, Verhaar JAN, Koes BW, Exercise therapy for patellofemoral pain syndrome (Cochrane Review). In: *The Cochrane Library*, Issue 2, 2005. Oxford: Update Software.
24. Akuthota V, Nadler SF. Core strengthening. *Arch Phys Med Rehabil* 2004; 85 (3 Suppl 1): S86-92.
25. Niemuth PE, Johnson RJ, Myers MJ, Thieman T. Hip muscle weakness and overuse injuries in recreational runners. *Clin J Sports Med* 2005; 15: 14-21.
26. Cibulka MT, Threlkeld-Watkins J. Patellofemoral pain and asymmetrical hip rotation (Case Report). *Phys Ther* 2005; 85: 1201-1207.
27. Tyler TF, Nicholas SJ, Mullaney MJ, McHugh MP. The role of hip muscle function in the treatment of patellofemoral pain syndrome. *Am J Sports Med* 2006; 34:1-7.







UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
 PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
 Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos  
 Via Washington Luís, km. 235 - Caixa Postal 676  
 Fones: (016) 3351.8109 / 3351.8110  
 Fax: (016) 3361.3176  
 CEP 13560-970 - São Carlos - SP - Brasil  
[propg@power.ufscar.br](mailto:propg@power.ufscar.br) - [www.propg.ufscar.br](http://www.propg.ufscar.br)

## CAAE 1510.0.000.135-06

**Título do Projeto:** Função dos músculos e rotadores laterais do quadril no tratamento da síndrome da dor femoropatelar

**Classificação:** Grupo III

**Pesquisadores (as):** Fábio Viadanna Serrão, Theresa Helissa Nakagawa (orientanda)

### Parecer Nº 326/2006

#### 1. Normas a serem seguidas

- O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).
- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.3.z), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa (Item V.3) que requeiram ação imediata.
- O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.
- Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprobatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, Item III.2.e).
- Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, inicialmente em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ e ao término do estudo.

#### 2. Avaliação do projeto

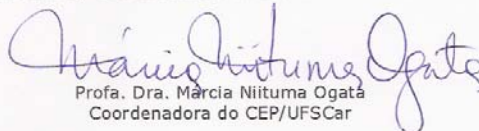
O Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (CEP/UFSCar) analisou o projeto de pesquisa acima identificado e considerando os pareceres do relator e do revisor DELIBEROU: As pendências apontadas no Parecer nº 265/2006, de 18/10/2006, foram satisfatoriamente resolvidas.

O projeto atende as exigências contidas na Resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde.

#### 3. Conclusão:

Projeto aprovado

São Carlos, 5 de dezembro de 2006.

  
 Profa. Dra. Márcia Niituma Ogata  
 Coordenadora do CEP/UFSCar





UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
 PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
 Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos  
 Via Washington Luís, km. 235 - Caixa Postal 676  
 Fones: (016) 3351.8109 / 3351.8110  
 Fax: (016) 3361.3176  
 CEP 13560-970 - São Carlos - SP - Brasil  
[propp@power.ufscar.br](mailto:propp@power.ufscar.br) - [www.propp.ufscar.br](http://www.propp.ufscar.br)

## CAAE 0123.0.135.000-06

**Título do Projeto:** Comparação do pico de torque isocinético máximo dos músculos rotadores laterais e abdutores do quadril e da atividade elétrica do músculo glúteo médio entre mulheres saudáveis e com síndrome da dor femoropatelar

**Classificação:** Grupo III

**Pesquisadores (as):** Fábio Viadanna Serrão, Rodrigo de Marche Baldon (orientando)

### Parecer Nº 308/2006

#### 1. Normas a serem seguidas

- O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).
- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.3.2), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa (Item V.3) que requeiram ação imediata.
- O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.
- Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprobatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, item III.2.e).
- Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, inicialmente em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ e ao término do estudo.

#### 2. Avaliação do projeto

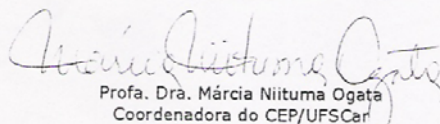
O Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (CEP/UFSCar) analisou o projeto de pesquisa acima identificado e considerando os pareceres do relator e do revisor DELIBEROU: As pendências apontadas no Parecer nº 260/2006, de 06/10/2006, foram satisfatoriamente resolvidas.

O projeto atende as exigências contidas na Resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde.

#### 3. Conclusão:

Projeto aprovado

São Carlos, 17 de novembro de 2006.

  
 Profa. Dra. Márcia Niituma Ogata  
 Coordenadora do CEP/UFSCar