

Análise da força muscular dos estabilizadores do quadril e joelho em indivíduos com Síndrome da Dor Femoropatelar

Muscle strength analysis of hip and knee stabilizers in individuals with Patellofemoral Pain Syndrome

Análisis de la fuerza muscular de los estabilizadores del cuadril y de la rodilla en sujetos con Síndrome de Dolor Patelofemoral

Leticia Villani de Oliveira¹, Marcelo Camargo Saad², Lilian Ramiro Felício³, Débora Bevilaqua Grossi⁴

RESUMO | A Síndrome da Dor Femoropatelar é uma das desordens mais frequentes do joelho, caracterizada por dor anterior no joelho, que se agrava com atividades que aumentam as forças compressivas na articulação. Alterações no padrão de força muscular do quadríceps ou da musculatura estabilizadora do quadril poderiam alterar a biomecânica da articulação femoropatelar e, assim, aumentar o estresse articular e exacerbar sintomas de dor. O objetivo deste estudo foi comparar a força da musculatura de quadril e joelho em mulheres com e sem tal síndrome. Participaram deste estudo 45 voluntárias, sendo 20 sem e 25 com a Síndrome da Dor Femoropatelar. A força isométrica dos músculos flexores e extensores de joelho, abdutores, adutores, flexores, extensores, rotadores laterais e mediais do quadril foi avaliada por uma célula de carga adaptada. Mulheres com Síndrome da Dor Femoropatelar apresentaram redução de 22% da força dos rotadores mediais de quadril e 23% dos extensores de joelho, em comparação àquelas sem a Síndrome da Dor Femoropatelar. Não foram observadas diferenças na força isométrica entre os outros grupos musculares. Portanto, os dados deste trabalho reforçam que a musculatura quadricipital e os rotadores mediais do quadril são os mais comprometidos em indivíduos com Síndrome da Dor Femoropatelar.

Descritores | Síndrome da Dor Patelofemoral; Articulação do Joelho; Força Muscular.

ABSTRACT | The Patellofemoral Pain Syndrome is one of the most common disorders of the knee, characterized by pain in the frontal part of the knee, which is worsened by activities that increase compressive forces on the joint. Alterations in the muscle strength of the quadriceps and hip stabilizer muscles can change patellar biomechanics, increasing joint stress and exacerbating pain symptoms. The aim of the study was to compare the strength of the hip and knee stabilizing muscles of women without and with Patellofemoral Pain Syndrome. The study included 45 women, 20 volunteers without the syndrome and 25 with Patellofemoral Pain Syndrome. Using an isometric dynamometer, the strength of the knee flexors and extensors, hip abductors and adductors, hip external rotators, medial rotators, hip flexors and hip extensors was evaluated. Women with Patellofemoral Pain Syndrome had 22% less strength of the internal rotators and 23% less strength of the knee extensors compared to healthy ones. As for the other muscle groups assessed, no differences were found. Therefore, the present study emphasizes that the quadriceps muscles are still the most affected muscle in individuals with the Patellofemoral Pain Syndrome.

Keywords | Patellofemoral Pain Syndrome; Knee Joint; Muscle Strength.

Estudo desenvolvido no Laboratório de Análise da Postura e do Movimento Humano, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (USP) – Ribeirão Preto (SP), Brasil.

¹Curso de Fisioterapia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da USP – Ribeirão Preto (SP), Brasil.

²Programa de Reabilitação e Desempenho Funcional, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da USP – Ribeirão Preto (SP), Brasil.

³Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, Centro Universitário Augusto Mota (UNISUAM) – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

⁴Programa de Pós-Graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da USP – Ribeirão Preto (SP), Brasil.

Endereço para correspondência: Leticia Villani de Oliveira – Rua Miguel Covian, 120 – 2º andar – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – Avenida Bandeirantes, 3.900 – Monte Alegre – CEP: 14049-900 – Ribeirão Preto (SP), Brasil – E-mail: leticiavillanioliveira@usp.br

Apresentação: set. 2013 – Aceito para publicação: out. 2014 – Fonte de financiamento: FAPESP processo 2012/13734-0 – Conflito de interesses: nada a declarar – Parecer de aprovação no Comitê de Ética n. 12540/2011.

RESUMEN | El Síndrome de Dolor Patelofemoral es uno de los trastornos más frecuentes de la rodilla, caracterizado por dolor anterior en la rodilla, que se agrava con actividades que aumentan las fuerzas compresivas en la articulación. Alteraciones en el estándar de fuerza muscular del cuádriceps o de la musculatura estabilizadora del cuádril podrían cambiar la biomecánica de la articulación patelofemoral y así aumentar el estrés articular y exacerbar los síntomas de dolor. El objetivo de ese estudio fue relacionar la fuerza de la musculatura del cuádril y de la rodilla en mujeres con y sin el síndrome. Ese estudio incluyó 45 voluntarias, 20 sin y 25 con el Síndrome de Dolor Patelofemoral. La fuerza isométrica de los músculos flexores y extensores de la rodilla, abductores,

aductores, flexores, extensores, rotadores laterales y mediales del cuádril fue evaluada por una célula de carga ajustada. Mujeres con el Síndrome de Dolor Patelofemoral presentaron reducción del 22% de la fuerza de los rotadores mediales de cuádril y un 23% de los extensores de la rodilla, cuando comparadas con las sin el Síndrome de Dolor Patelofemoral. No fueron observadas diferencias en la fuerza isométrica entre los otros grupos musculares. Por lo tanto, los datos de ese trabajo resaltan que la musculatura quadricipital y los rotadores mediales del cuádril son los más comprometidos en sujetos con el Síndrome de Dolor Patelofemoral.

Palabras clave | Síndrome de Dolor Patelofemoral; Articulación de la Rodilla; Fuerza Muscular.

INTRODUÇÃO

A Síndrome da Dor Femoropatelar (SDFP) é caracterizada por dor na região frontal do joelho, que se agrava durante atividades que aumentam as forças compressivas na articulação femoropatelar (AFP)^{1,2}, tais como caminhada, corrida, saltos, agachamentos, subida ou descida de escadas e longos períodos na posição sentada³. A etiologia da SDFP é considerada multifatorial e ainda não está claramente definida, entretanto alguns autores relacionam sua origem com alterações biomecânicas e estruturais dos membros inferiores, tais como anteversão do colo femoral, aumento da adução e rotação medial do quadril e desequilíbrios musculares no quadril e joelho. É uma das lesões mais comuns por *overuse* do membro inferior, portanto é mais prevalente em indivíduos fisicamente ativos, apesar de também acometer sedentários³⁻⁵.

A musculaturas do quadríceps e da cintura pélvica desempenham um papel importante na estabilização da AFP^{6,7}. Variações da força muscular quadricipital podem afetar a área de contato e o estresse na cartilagem articular, interferindo no padrão da dor^{3,8}. Da mesma forma, um déficit de força dos músculos estabilizadores da pelve, como abdutores e rotadores laterais do quadril, pode levar à adução e rotação medial excessivas do quadril em cadeia cinética fechada, o que pode alterar a biomecânica patelar, aumentando o contato entre o côndilo femoral lateral e a faceta lateral da patela, desencadeando e exacerbando quadros dolorosos^{6,9,10}. Alguns autores demonstraram que a fraqueza da musculatura do quadril é uma característica comum em mulheres com SDFP^{11,12}. Entretanto, Piva et al.¹³ não encontraram tais diferenças em mulheres com SDFP.

Desse modo, o objetivo deste estudo foi avaliar a força dos músculos abdutores, adutores, rotadores laterais, rotadores mediais, flexores e extensores do quadril e dos flexores e extensores do joelho em mulheres com e sem

SDFP. Partiu-se da hipótese de que indivíduos acometidos com SDFP apresentem déficit de força em todos os músculos estabilizadores do quadril e joelho.

METODOLOGIA

Este estudo transversal foi desenvolvido no *campus* da Universidade de São Paulo (USP), em Ribeirão Preto, São Paulo. Foram selecionados e avaliados 45 indivíduos sedentários do gênero feminino que se enquadraram nos critérios de inclusão para o grupo SDFP, os quais foram: apresentar dor de no mínimo 3 cm na Escala Visual e Analógica de Dor; ter pelo menos três sinais clínicos que indiquem SDFP (entre pronação subtalar excessiva, alteração na mobilidade patelar, dor à palpação das bordas patelares e dor na realização do arco de movimento do joelho) e relatar dor em pelos menos duas atividades funcionais^{9,14}. Já os critérios de exclusão foram: tratamento prévio para SDFP e história de lesão osteomioarticular em membros inferiores (n=25). O Grupo Controle foi composto por indivíduos saudáveis sem história de dor nos joelhos e de lesão osteomioarticular em membros inferiores (n=20). Todos os participantes foram informados sobre os procedimentos realizados durante a pesquisa e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

Todos os voluntários do grupo com SDFP possuíam dor unilateral, sendo a comparação realizada utilizando-se o membro inferior sintomático para o grupo com SDFP e a perna dominante para o Grupo Controle (Tabela 1).

Mensuração da força muscular

A força (quilogramas *versus* força – kgf) dos músculos abdutores, adutores, rotadores laterais, rotadores mediais,

flexores e extensores do quadril e flexores e extensores de joelho foi mensurada de forma isométrica (Figura 1), com uso de uma célula de carga adaptada (KRATOS®).

Foram selecionadas dez pacientes para análise da confiabilidade teste-reteste do teste de força muscular. As pacientes foram posicionadas¹⁵ e realizaram três repetições para avaliação da força em cada grupo muscular testado. Este mesmo procedimento foi aplicado com intervalo de três a sete dias para análise da confiabilidade de teste-reteste.

Durante a coleta de dados, a participante foi orientada a realizar contração voluntária máxima da musculatura testada em sua posição de maior vantagem mecânica, com a devida estabilização do segmento¹⁵. Foram realizadas três tentativas com cinco segundos de contração cada uma para cada grupo muscular, com 30 segundos de descanso entre elas. Foi considerado apenas o pico de força de cada grupo. Os valores de força foram normalizados pela massa de cada indivíduo.

Processamento e análise estatística dos dados

Inicialmente, realizou-se uma análise exploratória de dados por meio das medidas de posição central e dispersão (média, desvio padrão, mediana, valores mínimo e máximo).

Tabela 1. Dados antropométricos das voluntárias do grupo com e sem Síndrome da Dor Femoropatelar

Grupo	Idade (anos) Média±DP	Altura (cm) Média±DP	Massa (kg) Média±DP
Sem SDFP (n=20)	22,2±2,19	159,62±3,4	55,34±1,9
Com SDFP (n=25)	23,36±4,13	154,62±2,8	57,36±2,1

SDFP: Síndrome da Dor Femoropatelar; DP: desvio padrão

As comparações foram feitas por contrastes ortogonais, utilizando o modelo linear de efeitos mistos (aleatórios e fixos), que é aplicado na análise de dados em que as respostas de um mesmo indivíduo estão agrupadas e a suposição de independência entre as observações num mesmo grupo não é adequada¹⁶. Para a utilização deste modelo, é preciso que seus resíduos tenham distribuição normal com média zero e variância constante. O ajuste do modelo foi feito por meio do procedimento PROC MIXED do software SAS®, versão 9.1¹⁷.

Para a análise da confiabilidade, aplicou-se o coeficiente de correlação intraclassa (CCI), cujos valores foram interpretados como pobre confiabilidade quando menores que 0,40; boa, entre 0,40 e 0,75 e excelente para maiores que 0,75¹⁸.

RESULTADOS

A confiabilidade teste-reteste foi excelente para abdutores, adutores e flexores de quadril e flexores e extensores de joelho (0,80), com exceção para os rotadores mediais de quadril (0,36) que foi pobre, e boa para extensores e rotadores laterais de quadril (0,48 e 0,55 respectivamente), como visto na Tabela 2.

Os músculos extensores do joelho e rotadores mediais do quadril de mulheres com SDFP apresentaram déficit significativo de força em comparação àquelas sem SDFP (Tabela 3). Não foram observadas diferenças significativas

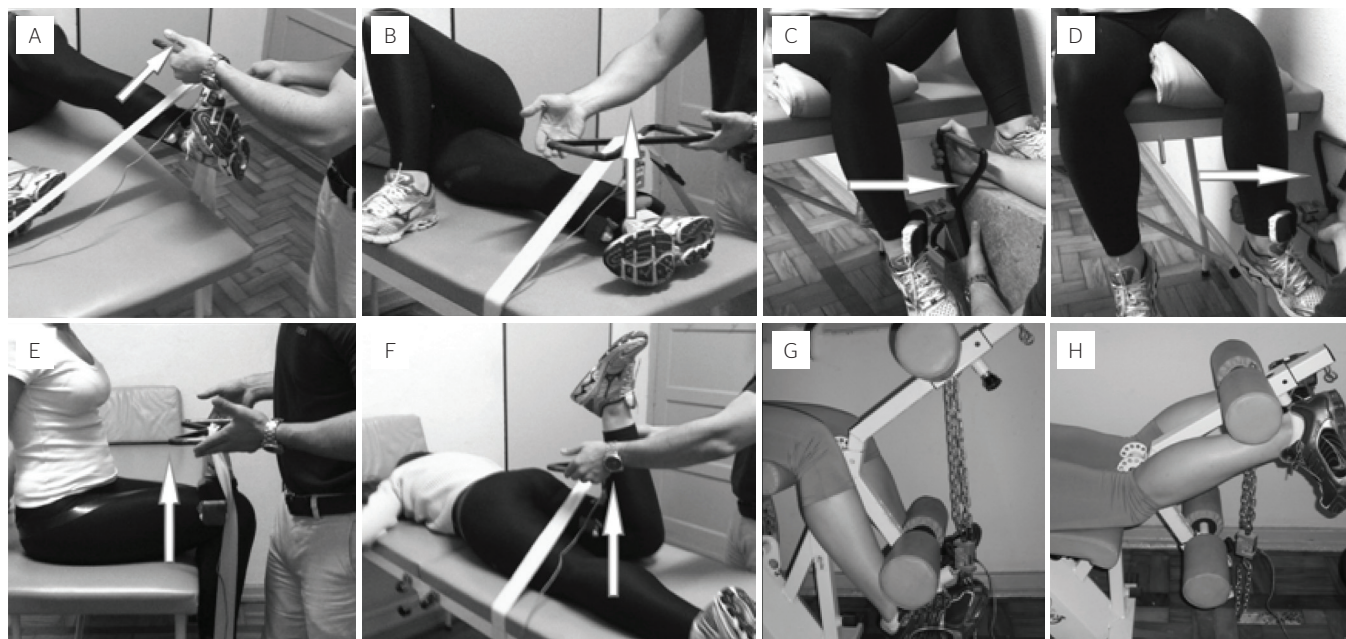


Figura 1. Posicionamento para a mensuração da força muscular isométrica pela célula de carga para os músculos abdutores (A), adutores (B), rotadores laterais (C), rotadores mediais (D) do quadril, flexores de quadril (E), extensores de quadril (F), extensores de joelho (G) e flexores de joelho (H)

para outros grupos musculares avaliados (flexores de joelho, abdutores, adutores, rotadores laterais, flexores e extensores de quadril).

DISCUSSÃO

Nossos resultados mostraram que a musculatura extensora do joelho ainda é a mais comprometida em indivíduos com SDFP quando comparados aos assintomáticos. Apesar da tendência atual de se valorizar os músculos do quadril na reabilitação^{1,11}, nossos dados reforçam que o trabalho específico para o músculo quadríceps deve ser realizado já que a sua fraqueza representa um fator de risco para o desenvolvimento da SDFP⁵. Esses achados podem influenciar positivamente na reabilitação, de maneira a retomar programas previamente propostos¹⁹⁻²³.

Witvrouw et al.²⁴ afirmaram que a diminuição de força do quadríceps, principal estabilizador dinâmico da patela na tróclea femoral, tem relação direta com a incidência da dor femoropatelar e apresenta papel importante no início da SDFP. Por isso, é apontada como fator de risco, o que também foi concluído em uma recente revisão sistemática⁵.

Poucos trabalhos compararam a força do quadríceps entre mulheres, com e sem SDFP. Bolgla et al.²⁵

relacionaram a força da musculatura de quadríceps em mulheres com SDFP e indivíduos controles e, apesar de encontrarem diferença de 13% entre tais grupos, ela não foi significativa. No entanto, observou-se relevante diminuição de 22% na força de abdutores e 21% de rotadores laterais de quadril em mulheres com SDFP. Os presentes resultados revelaram déficit significativo de 23% na força do quadríceps de mulheres com SDFP, porém os rotadores laterais do quadril não apresentaram o mesmo. A fraqueza de quadríceps, já documentada^{19,22,23,26}, mostra fundamental importância na dor referida pela paciente com SDFP, uma vez que é considerada responsável pela má estabilização patelar.

Os rotadores mediais também se apresentaram mais fracos, apesar da pobre confiabilidade, decorrente provavelmente do posicionamento e da dificuldade de estabilização do segmento para realização do teste (Figura 1D), o que facilitaria compensações por meio do uso de outros grupos musculares, como os extensores de joelho e eversores.

Os outros grupos avaliados não demonstraram diferenças significativas, sendo 3% para abdutores e 6% para rotadores laterais, valores muito menores do que aqueles citados por Nakagawa et al.⁷, os quais encontraram 18% para abdutores e 17% para rotadores laterais, diferença que pode ser justificada pelo fato desse estudo ter avaliado não somente mulheres mas também homens com SDFP.

Há evidências de que mulheres com SDFP apresentam déficit de força da musculatura abduutora, variando de 12 a 27%, rotadora medial de 5 a 36% e extensora de quadril de 16 a 52%, e nenhuma evidência para o déficit de adutores de quadril²⁷, o que não condiz com nossos resultados, pois não encontramos evidências de que abdutores e rotadores laterais de quadril são mais fracos em mulheres com SDFP.

Apesar de ser esperado um déficit de força dos músculos abdutores e rotadores laterais em pacientes do SDFP, os presentes resultados corroboram os de Piva et al.¹³, que também não verificaram esta diferença. Talvez tal fato possa ser justificado visto que na posição de teste utilizada

Tabela 2. Valores do coeficiente de correlação intraclassa, intervalo de confiança e erro padrão da medida dos dados de força muscular no teste e reteste

Grupo muscular	Teste reteste	IC95%	DP	EPM
Abdutores de quadril	0,81	0,42-0,95	0,05	0,04
Adutores de quadril	0,82	0,31-0,95	0,03	0,02
Flexores de quadril	0,79	0,33-0,94	0,05	0,04
Extensores de quadril	0,48	-0,13-0,85	0,08	0,09
Rotadores mediais de quadril	0,36	-0,22-0,78	0,04	0,05
Rotadores laterais de quadril	0,55	-0,1-0,86	0,02	0,02
Flexores de joelho	0,87	0,55-0,96	0,04	0,03
Extensores de joelho	0,78	0,35-0,95	0,14	0,11

DP: desvio padrão; EPM: erro padrão da medida; IC: intervalo de confiança

Tabela 3. Comparação dos déficits de força entre os grupos musculares nos grupos controle e com Síndrome da Dor Femoropatelar (n=45; kgf)

Grupo muscular	SDFP Média±DP	Controle Média±DP	Estimativa de diferença entre médias	Valor p	IC95%		Déficit (%)
					LI	LS	
Abdutores de quadril	0,20±0,06	0,21±0,05	0,001	0,982	-0,031	0,032	3
Adutores de quadril	0,16±0,04	0,16±0,03	0,007	0,546	-0,015	0,029	-4
Flexores de quadril	0,25±0,06	0,24±0,05	0,007	0,684	-0,027	0,041	-4
Extensores de quadril	0,33±0,09	0,39±0,10	-0,053	0,058	-0,108	0,002	16
Rotadores medial quadril	0,15±0,05	0,19±0,04	-0,028*	0,03	-0,054	-0,003	22
Rotadores lateral quadril	0,13±0,04	0,13±0,03	-0,012	0,229	-0,031	0,008	6
Flexores de joelho	0,20±0,04	0,22±0,06	-0,011	0,561	-0,05	0,028	9
Extensores de joelho	0,50±0,19	0,66±0,20	-0,165*	0,003	-0,271	-0,059	23

*p<0,05; SDFP: Síndrome da Dor Femoropatelar; DP: desvio padrão; IC: intervalo de confiança

em nosso estudo, músculos como glúteo máximo e glúteo médio que são rotadores laterais em posição ortostática, tornam-se rotadores mediais na posição sentada, justamente onde encontramos tais diferenças.

Apesar do baixo e não significativo déficit encontrado, 6% para rotadores laterais e 3% para abdutores, deve-se dar atenção também a esses músculos, já que outros trabalhos^{11,28} observaram déficits significativos e que podem levar a padrões biomecânicos alterados e, conseqüentemente, a uma exacerbação do quadro doloroso.

Trabalhos que avaliaram a força do quadril^{11,29} observaram déficits importantes, em torno de 12 a 36% da musculatura do quadril em indivíduos com SDFP bilateral e aproximadamente 15 a 20% em indivíduos com dor unilateral¹¹, porém quando se comparou a perna com dor àquela sem em tais indivíduos, apenas os abdutores de quadril apresentam-se mais fracos, concordando com outros trabalhos^{12,13,30}. No presente estudo foram encontrados déficits não significativos que variam de 3 a 16% para os músculos do quadril, exceto para os rotadores mediais, que foi significativo de 22%.

Recentemente, pesquisas enfatizam o fortalecimento do quadril no tratamento de mulheres com SDFP^{1,30}, no entanto nossos resultados sugerem que programas de reabilitação não podem deixar de incluir o fortalecimento dos extensores de joelho, visto que ainda é a musculatura que apresenta maiores déficits de força e representa um fator de risco para a SDFP⁵.

Atualmente, diversos estudos têm enfatizado o padrão de força dos músculos do quadril^{11-13,30-33}. Kodali et al.⁴ e Nakagawa et al.³³ ressaltam que o fortalecimento de estabilizadores do quadril isoladamente não seria tão efetivo quanto sua associação com o fortalecimento dos extensores de joelho.

Magalhães et al.¹⁵ avaliaram a relação agonista-antagonista da musculatura do quadril e verificaram que indivíduos com SDFP apresentam maior força do complexo muscular anteromedial (adutores/rotadores mediais/flexores de quadril), em comparação ao posterolateral (abdutores/rotadores laterais/extensores de quadril), o que enfatiza a necessidade do fortalecimento de todos esses grupos musculares.

CONCLUSÃO

Desse modo, apesar de nem todos os grupos musculares apresentarem déficits significativos de força em mulheres com SDFP e nossa hipótese inicial não ter sido confirmada,

nossos dados reforçam a necessidade de fortalecimento do músculo quadríceps, que é o principal grupo muscular estabilizador da patela.

REFERÊNCIAS

1. Fukuda TY, Rossetto FM, Magalhães E, Bryk FF, Lucareli PR, de Almeida AC. Short-term effects of hip abductors and lateral rotators strengthening in females with patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled clinical trial. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40(11):736-42.
2. Coppack RJ, Etherington J, Wills AK. The effects of exercise for the prevention of overuse anterior knee pain: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med.* 2011;39(8):940-8.
3. Davis IS, Powers CM. Patellofemoral pain syndrome: proximal, distal, and local factors, an international retreat. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40(3):A11-16.
4. Kodali P, Islam A, Andrish J. Anterior knee pain in the young athlete: diagnosis and treatment. *Sports Med Arthrosc.* 2011;19(1):27-33.
5. Lankhorst NE, Bierma-Zeinstra SM, Van Middelkoop M. Risk factors for patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2012;42:81-A12.
6. Powers CM. The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: a biomechanical perspective. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40(2):42-51.
7. Nakagawa TH, Moriya ET, Maciel CD, Serrão FV. Trunk, pelvis, hip, and knee kinematics, hip strength, and gluteal muscle activation during a single-leg squat in males and females with and without patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2012;42(6):491-501.
8. Mostamand J, Bader DL, Hudson Z. Reliability testing of the patellofemoral joint reaction force (PFJRF) measurement during double-legged squatting in healthy subjects: a pilot study. *J Bodyw Mov Ther.* 2012;16(2):217-23.
9. Powers CM. The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: a theoretical perspective. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003;33(11):639-46.
10. Noehren B, Scholz J, Davis I. The effect of real-time gait retraining on hip kinematics, pain and function in subjects with patellofemoral pain syndrome. *Br J Sports Med.* 2011;45(9):691-6.
11. Magalhães E, Fukuda TY, Sacramento SN, Forgas A, Cohen M, Abdalla RJ. A comparison of hip strength between sedentary females with and without patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40(10):641-7.
12. Souza RB, Powers CM. Differences in hip kinematics, muscle strength, and muscle activation between subjects with and without patellofemoral pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009;39(1):12-9.
13. 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(12):793-801.
14. 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(12):1879-85.
15. Magalhães E, Silva AP, Sacramento SN, Martin RL, Fukuda TY. Isometric strength ratios of the hip musculature in females with patellofemoral pain: a comparison to painfree controls. *J Strength Cond Res.* 2013;27(8):2165-70.

16. Schall R. Estimation in generalized linear models with random effects. *Biometrika*. 1991;78(4):719-27.
17. SAS INSTITUTE Inc. SAS/STAT(R) User's Guide, Version 9, SAS Institute, Inc., 2003.
18. Fleiss RL. The design and analysis of clinical experiments. New York: John Wiley and Sons; 1986.
19. Van Linschoten R, Van Middelkoop M, Berger MY, Heintjes EM, Verhaar JA, Willemsen SP, et al. Supervised exercise therapy versus usual care for patellofemoral pain syndrome: an open label randomised controlled trial. *BMJ*. 2009;20(339):b4074.
20. Bily W, Trimmel L, Mödlin M, Kaider A, Kern H. Training program and additional electric muscle stimulation for patellofemoral pain syndrome: a pilot study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2008;89(7):1230-6.
21. Witvrouw E, Lysens R, Bellemans J, Peers K, Vanderstraeten G. Open versus closed kinetic chain exercises for patellofemoral pain. A prospective, randomized study. *Am J Sports Med*. 2000;28(5):687-94.
22. 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(6):857-65.
23. 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(11):1428-35.
24. Witvrouw E, Lysens R, Bellemans J, Cambier D, Vanderstraeten 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(4):480-9.
25. Bolgla LA, Malone TR, Umberger BR, Uhl TL. Comparison of hip and knee strength and neuromuscular activity in subjects with and without patellofemoral pain syndrome. *Int J Sports Phys Ther*. 2011;6(4):285-96.
26. Callaghan MJ, Oldham JA. Quadriceps atrophy: to what extent does it exist in patellofemoral pain syndrome? *Br J Sports Med*. 2004;38(3):295-9.
27. Prins MR, Van Der Wurff P. Females with patellofemoral pain syndrome have weak hip muscles: a systematic review. *Aust J Physiother*. 2009;55(1):9-15.
28. Ireland ML, Willson JD, Ballantyne BT, Davis IM. Hip strength in females with and without patellofemoral pain. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2003;33(11):671-6.
29. Bolgla LA, Malone TR, Umberger BR, Uhl TL. Hip strength and hip and knee kinematics during stair descent in females with and without patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2008;38(1):12-8.
30. Khayambashi K, Mohammadkhani Z, Ghaznavi K, Lyle MA, Powers CM. The effects of isolated hip abductor and external rotator muscle strengthening on pain, health status, and hip strength in females with patellofemoral pain: a randomized controlled trial. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2012;42(1):22-9.
31. Souza RB, Powers CM. Predictors of hip internal rotation during running: an evaluation of hip strength and femoral structure in women with and without patellofemoral pain. *Am J Sports Med*. 2009;37(3):579-87.
32. Salsich GB, Long-Rossi F. Do females with patellofemoral pain have abnormal hip and knee kinematics during gait? *Physiother Theory Pract*. 2010;26(3):150-9.
33. Nakagawa TH, Muniz TB, Baldon RM, Dias Maciel C, de Menezes Reiff RB, Serrão FV. The effect of additional strengthening of hip abductor and lateral rotator muscles in patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled pilot study. *Clin Rehabil*. 2008;22(12):1051-60.