



Artigo original

Ângulo-q na dor patelofemoral: relação com valgo dinâmico de joelho, torque abductor do quadril, dor e função[☆]



Gabriel Peixoto Leão Almeida^{a,b,*}, Ana Paula de Moura Campos Carvalho e Silva^a, Fábio Jorge Renovato França^a, Maurício Oliveira Magalhães^a, Thomaz Nogueira Burke^a e Amélia Pasqual Marques^a

^a Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

^b Departamento de Fisioterapia, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil

INFORMAÇÕES SOBRE O ARTIGO

Histórico do artigo:

Recebido em 22 de março de 2015

Aceito em 28 de maio de 2015

On-line em 9 de outubro de 2015

Palavras-chave:

Joelho

Síndrome da dor patelofemoral

Dinamômetro de força manual

RESUMO

Objetivo: Investigar a relação entre o ângulo-q e intensidade da dor anterior no joelho, capacidade funcional, valgo dinâmico de joelho e torque abductor do quadril em mulheres com síndrome da dor patelofemoral (SDPF).

Métodos: Participaram do estudo 22 mulheres com SDPF. O ângulo-q foi avaliado pela goniometria, as participantes foram posicionadas em decúbito dorsal com joelho e quadril estendido e quadril e pé em rotação neutra. A intensidade da dor anterior do joelho foi avaliada pela escala visual analógica de dor e a capacidade funcional com a escala de dor anterior no joelho. O valgo dinâmico foi avaliado pelo ângulo de projeção no plano frontal do joelho (APPF), registrado com câmera digital durante *step down*, e o pico de torque dos abdutores do quadril com dinamômetro manual.

Resultados: O ângulo-q não apresentou correlação significativa com a intensidade da dor no joelho ($r = -0,29$; $p = 0,19$), capacidade funcional ($r = -0,08$; $p = 0,72$), ângulo de projeção no plano frontal do joelho ($r = -0,28$; $p = 0,19$) e pico de torque isométrico dos músculos abdutores ($r = -0,21$; $p = 0,35$).

Conclusão: O ângulo-q não apresentou relação com a intensidade da dor, capacidade funcional, ângulo de projeção no plano frontal do joelho e pico de torque dos abdutores do quadril em pacientes com SDPF.

© 2015 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

[☆] Trabalho desenvolvido no Laboratório de Investigação Fisioterapêutica Clínica e Eletromiografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

* Autor para correspondência.

E-mail: gabriel_alm@hotmail.com (G.P.L. Almeida).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rbo.2015.05.003>

0102-3616/© 2015 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

Q-angle in patellofemoral pain: relationship with dynamic knee valgus, hip abductor torque, pain and function

A B S T R A C T

Keywords:

Knee
Patellofemoral pain syndrome
Manual strength dynamometer

Objective: To investigate the relationship between the Q-angle and anterior knee pain severity, functional capacity, dynamic knee valgus and hip abductor torque in women with patellofemoral pain syndrome (PFPS).

Methods: This study included 22 women with PFPS. The Q-angle was assessed using goniometry: the participants were positioned in dorsal decubitus with the knee and hip extended, and the hip and foot in neutral rotation. Anterior knee pain severity was assessed using a visual analogue scale, and functional capacity was assessed using the anterior knee pain scale. Dynamic valgus was evaluated using the frontal plane projection angle (FPPA) of the knee, which was recorded using a digital camera during step down, and hip abductor peak torque was recorded using a handheld dynamometer.

Results: The Q-angle did not present any significant correlation with severity of knee pain ($r = -0.29$; $p = 0.19$), functional capacity ($r = -0.08$; $p = 0.72$), FPPA ($r = -0.28$; $p = 0.19$) or isometric peak torque of the abductor muscles ($r = -0.21$; $p = 0.35$).

Conclusion: The Q-angle did not present any relationship with pain intensity, functional capacity, FPPA, or hip abductor peak torque in the patients with PFPS.

© 2015 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Published by Elsevier Editora Ltda. All rights reserved.

Introdução

O ângulo-q foi descrito primeiramente por Brattstroem.¹ Esse ângulo é formado pela intersecção de duas linhas que se cruzam no centro da patela, uma linha direcionada da espinha ilíaca anterossuperior (EIAS) ao centro da patela e outra da tuberosidade anterior da tibia ao centro da patela.¹ O ângulo-q é amplamente usado na avaliação de pacientes com problemas no joelho, principalmente síndrome da dor patelofemoral (SDPF). Quanto maior o ângulo-q, maiores as forças de lateralização da patela, que aumentam a pressão retropatelar entre a faceta lateral da patela e o côndilo femoral lateral.² As forças compressivas contínuas entre essas estruturas podem ser a causa da SDPF e, em longo prazo, ocasionam degeneração da cartilagem articular da patela.^{2,3} Huberti e Hayes⁴ reportaram que o aumento de 10° no ângulo-q aumenta o estresse na articulação patelofemoral em 45%.

Entretanto, a literatura diverge da relação do ângulo-q e SDPF em estudos caso-controle,^{5,6} bem como estudos prospectivos não apoiam a hipótese de que o maior ângulo-q é fator de risco para o desenvolvimento de SDPF.⁷⁻⁹

Além do ângulo-q afetar o alinhamento estático do membro inferior no plano frontal, a distância do braço de alavanca entre o centro da articulação do quadril e do joelho também se altera e pode modificar a capacidade dos músculos abdutores do quadril de gerar torque.¹⁰ Porém, é questionável se o valgo estático (ângulo-q) afeta o valgo dinâmico do joelho e o pico de torque isométrico dos músculos abdutores do quadril. Além disso, há poucos estudos que associam o ângulo-q com a intensidade da dor e capacidade funcional do joelho em mulheres com SDPF.^{11,12}

Dessa forma, o objetivo desse estudo foi verificar a relação do ângulo-q com a intensidade da dor no joelho, capacidade funcional, ângulo de projeção no plano frontal e pico de torque

isométrico dos músculos abdutores do quadril em mulheres com dor patelofemoral. Nossa hipótese é que o ângulo-q tem correlação positiva com o valgo dinâmico de joelho e intensidade da dor anterior do joelho e apresenta correlação negativa com o pico de torque isométrico de abdução do quadril e capacidade funcional em mulheres com SDPF.

Materiais e métodos

Participantes

Foi feito um estudo transversal com 22 mulheres com SDPF entre 19 a 45 anos. Foram selecionadas mulheres devido à alta incidência de SDPF nessa população, comparada com a de homens, e às diferenças estruturais de quadril, força e cinemática entre os dois gêneros. A faixa etária foi determinada para excluir possíveis alterações degenerativas no joelho e quadril.¹³ As participantes foram recrutadas por meio de comunicação pessoal, clínicas ortopédicas e panfletos divulgados na própria universidade.

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa e todas as participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Foram incluídas no PFG aquelas com dor patelofemoral reproduzida em pelo menos duas das seguintes atividades: subida ou descida de escada, agachar, ajoelhar, sentada por tempo prolongado, contração isométrica do quadríceps, saltar, correr e dor à palpação da faceta lateral e/ou medial da patela; reportar dor insidiosa com duração mínima de três meses; dor no mínimo três na escala visual analógica de dor (EVA);¹⁴ dor à compressão patelar com 15° de flexão do joelho ou com palpação do retináculo lateral contra a superfície posterior da patela;¹⁵ e reportar no máximo 86 pontos na escala de dor anterior no joelho (máximo = 100 pontos).¹⁶

Foram excluídas em ambos os grupos as mulheres com cirurgia prévia no joelho, quadril, tornozelo e/ou coluna; história de luxação patelar; evidência clínica de instabilidade do joelho; lesões meniscais ou outras lesões intrarticulares; evidência de edema; Osgood-Schlatter ou Sinding-Larsen-Johanssen; tendinopatia patelar; lesão condral; osteoartrite; índice de massa corporal (IMC) acima de 28 kg/m^2 ; alterações estruturais na coluna; discrepância de 2 cm de comprimento entre os membros avaliada por meio da medida real e aparente; envolvimento neurológico que comprometesse a marcha; dor lombar por mais de duas semanas nos últimos seis meses; lesões musculares ou articulares no quadril.

Procedimentos

Todas as avaliações foram feitas pelo mesmo pesquisador com cinco anos de experiência clínica e somente o membro sintomático (ou mais sintomático) foi avaliado em cada paciente.

Ângulo-q

Foi avaliado por meio de um goniômetro universal com a participante em decúbito dorsal, extensão completa de quadril e joelho, rotação neutra do quadril e os pés em posição neutra. O ângulo foi calculado por meio da intersecção formada pelo cruzamento de duas linhas no centro da patela, a primeira linha foi da Asis até o centro da patela e a segunda da tuberosidade anterior da tíbia ao centro da patela.¹⁷ Confiabilidade intra- e inter-avaliador para o ângulo-q com goniômetro tem sido bem estabelecida na literatura¹⁸ e tem moderada correção com avaliação por meio de ressonância magnética.¹⁸

Capacidade funcional e dor

A intensidade da dor foi avaliada pela EVA. Essa escala varia de 0 (ausência de dor) a 10 (dor máxima) e é confiável e válida para queixas de dor no joelho.¹⁹ A capacidade funcional foi avaliada pela escala de dor anterior no joelho (Edaj), um questionário com 13 itens e pontuação entre 0 (pior possível) a 100 (melhor possível).²⁰

Valgo dinâmico de joelho

A cinemática do joelho durante o *step down* foi avaliada por meio de filmagens capturadas em 2D com uma câmera digital (Sony Cyber-shot DSC-W35, 7.2 megapixels) e denominada ângulo de projeção no plano frontal (APPF) do joelho. Foram colocados três marcadores autoadesivos: no centro da distância entre o maléolo medial e lateral; no centro da distância entre o côndilo femoral medial e lateral; e 30 cm acima do marcador do joelho, seguindo uma linha reta desse marcador à espinha ilíaca anterossuperior (Eias).¹⁵

A altura do *step* foi normalizada considerando 10% da altura de cada indivíduo. O pé do participante foi posicionado sobre uma linha padrão e o toque do calcanhar no solo foi padronizado a uma distância de 5 cm do *step*. A câmera digital ficou a uma distância de 2 m do *step* e na altura do joelho do membro a ser avaliado. Antes de fazer os testes foram fornecidas orientações verbais para sua adequada execução e

demonstração quanto à profundidade e velocidade do teste sem especificar o direcionamento do quadril e joelho.

Todas as participantes executaram três ensaios com 60 segundos de repouso para o início efetivo do teste, cada *step down* foi feito por 5 segundos referentes à fase excêntrica e concêntrica, marcados com cronômetro. As participantes de pé (1 s) foram instruídas a fazer o *step down* lentamente até tocar o calcanhar do membro suspenso no solo (3 s) e voltar lentamente para posição inicial (5 s). Após o período de adaptação ao teste, foi considerada para análise a média de cinco testes para cada membro inferior.¹⁵

A sequência de imagens foi capturada pelo *software* VirtualDub (copyright 1998-2009 Avery Lee). O cálculo do APPF foi feito pelo *software* de avaliação postural v. 0.68 (SAPo), cujo programa se fundamenta na digitalização dos pontos espacialmente definidos que possibilitam medição de ângulos corporais. Foi considerado um valor negativo para o APPF quando o marcador do joelho estivesse medial ao da coxa e tornozelo (valgo dinâmico), enquanto um valor positivo foi atribuído quando o marcador do joelho estivesse lateral aos outros dois (varo dinâmico).¹⁵

Torque abdutor do quadril

A força muscular foi avaliada com dinamômetro manual (Nicholas Manual Muscle Tester, Lafayette Instrument Company, Lafayette, Indiana, EUA). Estudos têm demonstrado que esse equipamento tem excelente confiabilidade para avaliação intra- e inter-avaliador.^{21,22}

Foram usados cintos para estabilizar o quadril e o dinamômetro e eliminar o viés devido à força exercida pelo avaliador. Antes de iniciar o teste, foi solicitada contração isométrica máxima para cada grupo muscular para familiarização com os procedimentos e o equipamento. Após esse processo, foram solicitadas três contrações isométricas máximas e foi considerada para análise a média de cada grupo muscular. A duração de cada contração foi padronizada em cinco segundos, seguida por 30 segundos de repouso. Para avaliar outro grupo muscular foi estabelecido um minuto de repouso. No caso de qualquer compensação que comprometesse os resultados do teste ou valores discrepantes, o teste foi desconsiderado e repetido após 20 segundos. Para análise dos dados, a força (N) foi convertida em torque (Nm) e normalizada com o peso corporal (kg), com a seguinte fórmula: $(\text{Torque [Nm]} \div \text{Peso [kg]}) \times 100$.

O torque dos abdutores do quadril foi avaliado com a paciente em decúbito lateral sobre uma maca, o membro a ser avaliado foi posicionado em 20° de abdução, 10° de extensão e rotação neutra do quadril, com o joelho estendido. O membro não avaliado foi posicionado em 45° de flexão de quadril e joelho. O centro do dinamômetro foi posicionado 5 cm proximal ao centro do maléolo lateral. O braço de alavanca foi mensurado pela distância do centro do trocânter maior ao centro da aplicação do dinamômetro no membro inferior.

Análise estatística

O teste de Shapiro-Wilk foi usado para verificar a normalidade da distribuição dos dados. Análise descritiva (média e desvio-padrão) foi obtida para todas as variáveis.

O coeficiente de correlação de Pearson foi usado para analisar a associação entre o ângulo-q (variável independente) e intensidade da dor, capacidade funcional, valgo dinâmico de joelho e torque dos abdutores do quadril (variáveis dependentes). O valor de r foi interpretado da seguinte forma: 0,-19 = nenhuma; 0,2-0,39 = baixa; 0,4-0,69 = moderada; 0,7-0,89 = alta; e 0,9-1 = muito alta. Para todas as análises estatísticas foi usado o software SPSS 17.0 para Windows (Statistical Package for the Social Sciences Inc., Chicago, IL, USA) e assumiu-se um valor de significância de 5%.

Resultados

As características demográficas e clínicas das pacientes com SDPF são demonstradas na [tabela 1](#).

O ângulo-q não apresentou correlação significativa com intensidade da dor ($r = -0,29$; $p = 0,19$), capacidade funcional ($r = -0,08$; $p = 0,72$), valgo dinâmico de joelho ($r = -0,28$; $P = 0,19$) e torque abdutor do quadril ($r = -0,21$; $p = 0,35$) ([fig. 1](#)).

Discussão

O objetivo deste estudo foi verificar a relação entre o ângulo-q com as variáveis intensidade da dor, capacidade funcional, ângulo de projeção no plano frontal do joelho e pico de torque isométrico dos músculos abdutores do quadril. De forma que a presente pesquisa não encontrou qualquer relação entre o ângulo-q e as variáveis dependentes analisadas.

Teoriza-se que o excessivo ângulo-q esteja relacionado ao desenvolvimento de SDPF pelo aumento das forças compressivas entre a faceta lateral da patela com o côndilo femoral

Tabela 1 – Características clínicas e antropométricas das pacientes com síndrome da dor patelofemoral (Média ± DP)

| | Média | DP |
|-----------------------------|-------|------|
| Idade (anos) | 28,1 | 9,3 |
| Peso (Kg) | 59,9 | 7 |
| Altura (m) | 1,63 | 0,07 |
| IMC (Kg/m ²) | 22,4 | 2,6 |
| Duração da dor (meses) | 22,1 | 16,5 |
| Ângulo-q (graus) | 17,8 | 2,7 |
| EVA (0-10) | 5,8 | 1,8 |
| EDAJ (0-100) | 71 | 10,1 |
| APPF (graus) | -11,9 | 5,9 |
| Abdução do quadril (N.m/kg) | 75,5 | 24,6 |

IMC, índice de massa corporal; EVA, escala visual analógica de dor; Edaj, escala de dor anterior no joelho; APPF, ângulo de projeção no plano frontal.

lateral.^{2,4} No entanto, essa hipótese não é confirmada por estudos prospectivos. Thijs et al.⁸ e Ramskov et al.⁹ acompanharam prospectivamente corredoras de rua iniciantes e verificaram que o ângulo-q não foi diferente entre as atletas que desenvolveram ou não a SDPF e não foi considerado fator de risco. Achados semelhantes são relatados por Boling et al.⁷ em estudo prospectivo com acompanhamento de três anos com 1.319 participantes. Além disso, recente revisão sistemática com metanálise²³ confirma a ausência de relação entre excessivo ângulo-q e desenvolvimento de SDPF.

O excessivo valgo dinâmico de joelho é uma alteração do controle neuromuscular do membro inferior, cria um vetor de força lateral da patela e aumenta as cargas compressivas da face lateral da patela com o côndilo femoral lateral.²⁴ Estudos

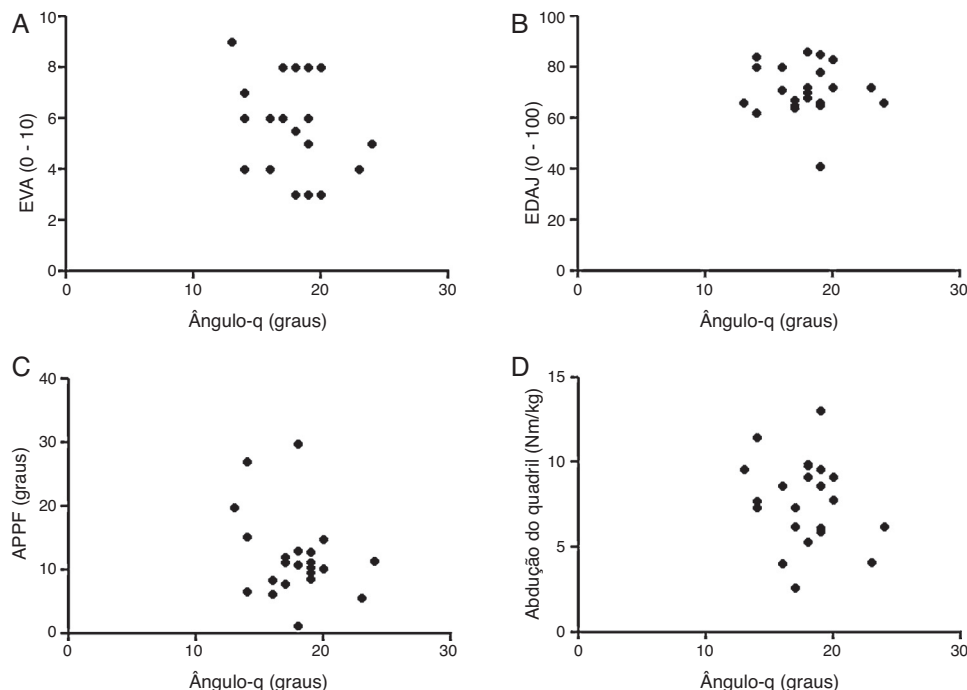


Figura 1 – Correlação entre (A) ângulo-q e escala visual analógica de dor (EVA), (B) Ângulo-q e escala de dor anterior no joelho (Edaj), (C) Ângulo-q e ângulo de projeção no plano frontal (APF), (D) Ângulo-q e torque abdutor do quadril.

demonstraram que pacientes com SDPF apresentam maior valgo dinâmico de joelho quando comparados a controles sem SDPF.^{15,25} Teoricamente, o excessivo ângulo-q poderia favorecer um excessivo valgo dinâmico de joelho devido à orientação mais medial do joelho no plano frontal. No entanto, nossos resultados apontam que pacientes com excessivo ângulo-q não têm maior valgo dinâmico de joelho. Corroborando nossos achados, tem sido sugerido que a magnitude do ângulo-q tem mínimo efeito sobre a alteração da cinemática do membro inferior e não aumenta o ângulo articular do joelho no plano sagital e transversal durante corrida.²⁶ Pantano et al.²⁷ relatam que indivíduos classificados com maior ângulo-q ($\geq 17^\circ$) não apresentaram maior ângulo valgo do joelho quando comparados com menor ângulo-q ($\leq 8^\circ$). Interessantemente, correlação negativa entre o ângulo-q e o momento abdutor do joelho indica que o maior ângulo-q está associado com menor valgo dinâmico durante.¹⁰

A fraqueza dos músculos abdutores do quadril tem sido consistentemente encontrada em pacientes com SDPF, com déficits que variam entre 21-29% em comparação com controles sem SDPF.²⁸ A capacidade dos músculos do quadril de controlar o excessivo valgo dinâmico de joelho depende da sua capacidade de gerar torque. Fatores que modifiquem o braço de alavanca do membro inferior podem alterar a capacidade dos músculos do quadril de gerar torque. Estudos apontam que alterações anatômicas do quadril no plano frontal, como femoral offset, são correlacionados com a força dos músculos abdutores do quadril.²⁹ No entanto, não foram encontrados estudos que verifiquem a relação entre alterações anatômicas no plano frontal do joelho (ângulo-q) e a força dos músculos do quadril. Nossos resultados não apoiam a hipótese de que o ângulo-q tem relação com a capacidade dos músculos do quadril gerar torque.

O aumento do estresse patelofemoral pode resultar em aumento da intensidade da dor anterior no joelho, consequente diminuição da capacidade da capacidade funcional e processo degenerativo precoce da articulação patelofemoral.² No entanto, não foi encontrada qualquer relação entre o ângulo-q e a intensidade da dor anterior no joelho e a capacidade funcional em mulheres com SDPF. Resultados similares foram encontrados por Piva et al.,¹¹ que não encontraram evidências da relação entre o ângulo-q, dor e capacidade funcional. Livingston e Mandigo¹² não encontraram correlação entre ângulo-q e intensidade da dor no joelho em pacientes com SDPF.

A ausência de estudos prospectivos que apoiem a hipótese que o ângulo-q é fator de risco para SDPF^{6,7,8} e a falta de relação entre o ângulo-q com intensidade da dor, capacidade funcional¹¹ e variáveis potencialmente modificáveis com tratamento fisioterapêutico (valgo dinâmico e força dos músculos do quadril) diminuem a relevância clínica de avaliar o ângulo-q com foco na prevenção e tratamento das SDPF.

É importante destacar que a presente pesquisa tem algumas limitações. A natureza transversal do estudo não permite estabelecer relação de causa e efeito entre as variáveis analisadas e a SDPF. A dor patelofemoral é de origem multifatorial, outros possíveis fatores anatômicos, biomecânicos, neuromusculares e psicológicos que não foram estudados podem sofrer variação devido ao ângulo-q.

Conclusão

O ângulo-q não teve relação com intensidade da dor, capacidade funcional, ângulo de projeção no plano frontal do joelho e pico de torque isométrico dos músculos do quadril. Sugere-se que a avaliação do ângulo-q possivelmente não traga informações adicionais para o tratamento de pacientes com SDPF. Assim, a avaliação e o tratamento fisioterapêutico devem ser direcionados para outras variáveis potencialmente modificáveis.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Agradecimentos

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), 2012/10768-0.

REFERÊNCIAS

1. Brattstroem H. Shape of the intercondylar groove normally and in recurrent dislocation of patella. A clinical and x-ray-anatomical investigation. *Acta Orthop Scand Suppl.* 1964;68:1-148.
2. Heino Brechter J, Powers CM. Patellofemoral stress during walking in persons with and without patellofemoral pain. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34(10):1582-93.
3. Lee TQ, Morris G, Csintalan RP. The influence of tibial and femoral rotation on patellofemoral contact area and pressure. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003;33(11):686-93.
4. Huberti HH, Hayes WC. Patellofemoral contact pressures. The influence of q-angle and tendofemoral contact. *J Bone Joint Surg Am.* 1984;66(5):715-24.
5. Lun V, Meeuwisse WH, Stergiou P, Stefanyshyn D. Relation between running injury and static lower limb alignment in recreational runners. *Br J Sports Med.* 2004;38(5):576-80.
6. Lankhorst NE, Bierma-Zeinstra SM, van Middelkoop M. Factors associated with patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2013;47(4):193-206.
7. Boling MC, Padua DA, Marshall SW, Guskiewicz K, Pyne S, Beutler A. A prospective investigation of biomechanical risk factors for patellofemoral pain syndrome: the Joint Undertaking to Monitor and Prevent ACL Injury (JUMP-ACL) cohort. *Am J Sports Med.* 2009;37(11):2108-16.
8. Thijs Y, Pattyn E, Van Tiggelen D, Rombaut L, Witvrouw E. Is hip muscle weakness a predisposing factor for patellofemoral pain in female novice runners? A prospective study. *Am J Sports Med.* 2011;39(9):1877-82.
9. Ramskov D, Jensen ML, Obilling K, Nielsen RO, Parner ET, Rasmussen S. No association between q-angle and foot posture with running-related injuries: a 10 week prospective follow-up study. *Int J Sports Phys Ther.* 2013;8(4):407-15.
10. Park SK, Stefanyshyn DJ. Greater Q angle may not be a risk factor of patellofemoral pain syndrome. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2011;26(4):392-6.
11. Piva SR, Fitzgerald GK, Irrgang JJ, Fritz JM, Wisniewski S, McGinty GT, et al. Associates of physical function and pain in patients with patellofemoral pain syndrome. *Arch Phys Med Rehabil.* 2009;90(2):285-95.

12. Livingston LA, Mandigo JL. Bilateral Q angle asymmetry and anterior knee pain syndrome. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 1999;14(1):7-13.
13. Russell KA, Palmieri RM, Zinder SM, Ingersoll CD. Sex differences in valgus knee angle during a single-leg drop jump. *J Athl Train*. 2006;41(2):166-71.
14. Bolgia 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.
15. Willson JD, Davis IS. Utility of the frontal plane projection angle in females with patellofemoral pain. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2008;38(10):606-15.
16. Watson CJ, Propps M, Ratner J, Zeigler DL, Horton P, Smith SS. Reliability and responsiveness of the lower extremity functional scale and the anterior knee pain scale in patients with anterior knee pain. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2005;35(3):136-46.
17. Smith TO, Hunt NJ, Donell ST. The reliability and validity of the Q-angle: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2008;16(12):1068-79.
18. Draper CE, Chew KT, Wang R, Jennings F, Gold GE, Fredericson M. Comparison of quadriceps angle measurements using short-arm and long-arm goniometers: correlation with MRI. *PM R*. 2011;3(2):111-6.
19. 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(5):815-22.
20. da Cunha RA, Costa LO, Hespanhol Junior LC, Pires RS, Kujala UM, Lopes AD. Translation, cross-cultural adaptation and clinimetric testing of instruments used to assess patients with patellofemoral pain syndrome in the Brazilian population. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2013;43(5):332-9.
21. 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.
22. 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(5):232-8.
23. Lankhorst NE, Bierma-Zeinstra SM, van Middelkoop M. Risk factors for patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2012;42(2):81-94.
24. Powers CM. The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: a biomechanical perspective. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2010;40(2):42-51.
25. Levinger P, Gilleard W, Coleman C. Femoral medial deviation angle during a one-leg squat test in individuals with patellofemoral pain syndrome. *Phys Ther Sport*. 2007;(8):163-8.
26. Heiderscheit BC, Hamill J, Caldwell GE. Influence of Q-angle on lower-extremity running kinematics. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2000;30(5):271-8.
27. Pantano KJ, White SC, Gilchrist LA, Leddy J. Differences in peak knee valgus angles between individuals with high and low Q-angles during a single limb squat. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2005;20(9):966-72.
28. 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.
29. Chamnongkitch S, Asayama I, Kinsey TL, Mahoney OM, Simpson KJ. Difference in hip prosthesis femoral offset affects hip abductor strength and gait characteristics during obstacle crossing. *Orthop Clin North Am*. 2012;43(5):e48-58.