



# Efeitos na medida do ângulo Q com a contração isométrica voluntária máxima do músculo quadricipital

Belchior A.C.G.<sup>1</sup>, Arakaki J.C.<sup>1,2</sup>, Bevilaqua-Grossi D.<sup>2</sup>, Reis F.A.<sup>1</sup> e Carvalho P.T.C.<sup>1</sup>

## RESUMO

A proposta deste estudo foi verificar a diferença entre o ângulo quadricipital em indivíduos sintomáticos e assintomáticos, em duas diferentes situações de exame, com o quadríceps relaxado e em contração isométrica voluntária máxima (CIVM) através da mensuração radiográfica para contribuir na avaliação e tratamento de pacientes com disfunção femoropatelar (DFP). Foram avaliadas 20 mulheres (40 joelhos), com idade média de 21 anos, através de método radiológico padronizado. Os indivíduos foram posicionados em decúbito dorsal com um estabilizador podálico em "U", com os membros inferiores relaxados, com a utilização de película de chumbo sobre a tuberosidade anterior da tibia. Para a análise estatística foram utilizadas as médias dos grupos assintomático e sintomático, em estado de relaxamento e em CIVM, e o teste t de Student, com nível de significância de  $p < 0,05$ . Os valores médios do ângulo Q para os assintomáticos foram de 17,15° em relaxamento e de 14,5° em CIVM, enquanto os sintomáticos apresentaram 21,45° e 15,8°, respectivamente. Nos resultados para a análise da igualdade entre os grupos sintomáticos e assintomáticos no estado de relaxamento obteve-se  $p = 0,004$ , e para o estado de contração isométrica voluntária máxima,  $p = 0,29$ . Considerando os dados obtidos no presente estudo, pode-se verificar que em estado de relaxamento há diferença entre o valor do ângulo Q entre indivíduos sintomáticos e assintomáticos, sendo este maior nos portadores da DFP, enquanto que em estado de contração isométrica máxima do músculo quadricipital não houve diferença estatística, ocorrendo redução do ângulo em ambos os grupos.

## ABSTRACT

### **Effects in the Q angle measurement with maximal voluntary isometric contraction of the quadriceps muscle**

The purpose of this study was to analyze the difference between the angle of the quadriceps in symptomatic and asymptomatic individuals in two different examination situations, having the quadriceps relaxed and in a maximal voluntary isometric contraction (MVIC) through radiographic measurement, aiming to contribute to the assessment and treatment of patients with patellofemoral disorder (PFD). Through the standard radiological method twenty 21 years old mean women (40 knees) were assessed. All individuals were positioned supine using a U-podalic stabilizer, having their lower limbs relaxed, using a plumb film on the anterior

**Palavras-chave:** Joelho. Femoropatelar. Ângulo Q.

**Keywords:** Knees. Femoropatellar. Q angle.

**Palabras-clave:** Rodilla. Femoropatelar. Ângulo Q.

or tuberosity of the tibia. For the statistical analysis, the averages for the asymptomatic and symptomatic groups in a relaxed and MVIC status, as well as the Student's t-test with  $p < 0.05$  significance level were used. The mean values to the Q angle compared to the asymptomatic group were 17.15° on relaxation, and 14.5° on MVIC, while the asymptomatic group presented 21.45°, and 15.8°, respectively. The results in the equality analysis between the symptomatic and asymptomatic groups on the relaxed status attained a  $p = 0.004$ , and to the maximal voluntary isometric contraction,  $p = 0.29$ . Considering the data attained in the present study, it can be verified that in a relaxing status, there is a difference between the value of the Q angle among symptomatic and asymptomatic individuals, being found a higher value in the FPD bearers, while in a maximal isometric contraction of the quadriceps muscle no statistical difference was found in the present study, with a reduction in the angle in both groups.

## RESUMEN

### **Efectos en la medida del ángulo Q con la contracción isométrica voluntária máxima del musculo cuadrícipital**

La propuesta de este estudio era verificar la diferencia entre el ángulo cuadrícipital en los individuos sintomáticos y asintomáticos, en dos situaciones diferentes del examen físico; con el cuadriceps relajado y en el máximo de la reducción isométrico voluntario (CIVM) a través de la medida radiográfica para contribuir en la evaluación y el tratamiento de pacientes con trastorno fémoro-patelar (DFP). Se estimaron 20 mujeres (40 rodillas), con la edad media de 21 años, a través de método radiológico estandarizado. Los individuos se pusieron en decúbito con un estabilizador podálico en "U", con los miembros inferiores relajados, con el uso de película de plomo en la tuberosidad anterior de la espinilla. Para el análisis estadístico se usaron las medias del grupo asintomático y sintomático, en estado de relajación y en CIVM, y la prueba del test t, con un nivel de significancia de  $p < 0,05$ . Los valores medios del ángulo Q para los asintomáticos fueron de 17,15° en la relajación y de 14,5° en CIVM, mientras los sintomáticos presentaron 21,45° y 15,8°, respectivamente. En los resultados para el análisis de la igualdad entre los grupos sintomático y asintomático en el estado de relajación se obtuvo  $p = 0,004$ , y para el estado de reducción isométrica voluntaria máximo,  $p = 0,29$ . Considerando los datos obtenidos en el estudio presente, puede verificarse que en el estado de relajación hay diferencia entre el valor del ángulo Q entre los individuos sintomáticos y asintomáticos, siendo este más grande en los portadores de DFP, mientras en el estado de contracción isométrica máxima del músculo cuadriceps no presentó diferencia estadística, habiendo reducción del ángulo en ambos los grupos.

1. Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal – UNIDERP – Campo Grande/MS.

2. Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo – FMRP-USP.

Recebido em 1/12/04. Versão final recebida em 22/8/05. Aceito em 5/9/05.

**Endereço para correspondência:** Rua Gravataí, 290, Monte Castelo – 79010-390 – Campo Grande, MS, Brasil. Tel.: (67) 351-5400. E-mail: carulms@pop.com.br

## INTRODUÇÃO

A articulação do joelho está envolvida em cerca de 50% das lesões músculo-esqueléticas, sendo a disfunção femoropatelar (DFP) a alteração mais comum<sup>(1-3)</sup>. A DFP é uma desordem articular manifesta por dor na porção anterior do joelho e déficit funcional que compromete as atividades diárias<sup>(4,5)</sup>. Constitui 25% das lesões que comprometem o joelho e 5% de todas as lesões esportivas, representando queixa comum em 20% da população, afetando principalmente jovens do sexo feminino com idade entre 15 e 25 anos<sup>(1,6,7)</sup>.

Os sintomas mais frequentes são dor anterior no joelho, edema peripatelar, bloqueio e crepitação articular femoropatelar<sup>(6,8,9)</sup>. São geralmente bilaterais e apresentam períodos de exacerbação relacionados com permanecer muito tempo sentado com o joelho flexionado, levantar-se da posição sentada, subir e descer degraus ou superfícies inclinadas, corrida, treinamento com peso e ajoelhar-se<sup>(1,5,6,10)</sup>.

São muitos os fatores etiológicos que podem desencadear a DFP, como os desequilíbrios neuromusculares do vasto medial oblíquo (VMO) e vasto lateral (VL); o encurtamento do retináculo lateral, isquiotibiais, trato iliotibial e gastrocnêmicos; a pronação excessiva da articulação subtalar; a lassidão ou encurtamento ligamentar ou capsular; anormalidades ósseas; a anteversão do colo femoral excessiva; a torção tibial externa; o alargamento da pelve e a patela alta<sup>(6,10-13)</sup>.

Em relação às forças ativas exercidas sobre a patela, a principal estrutura responsável por essa atividade é o músculo quadríceps da coxa, que controla a posição da patela em relação à tróclea por meio das fibras oblíquas de suas porções medial e lateral – os músculos vasto medial (VM) e vasto lateral (VL)<sup>(1)</sup>.

O músculo VM é dividido em duas porções: o músculo vasto medial longo (VML), que se insere num ângulo de 15° em relação ao eixo longitudinal do fêmur, exercendo pouca ou nenhuma tração para o adequado posicionamento da patela, e o músculo vasto medial oblíquo (VMO), que se insere principalmente num ângulo de 50-55° no eixo longitudinal do fêmur, sendo considerado o estabilizador dinâmico medial da articulação femoropatelar (AFP). Da mesma forma, o músculo VL também é dividido em duas porções: as fibras proximais originam-se no fêmur e inserem-se no terço medial do tendão do músculo quadríceps da coxa, constituindo o músculo vasto lateral longo (VLL), e as fibras pósterolaterais originam-se no tracto iliotibial, sendo mais oblíquas em sua direção, e inserem-se na base e na borda lateral da patela, representando o músculo vasto lateral oblíquo (VLO). Levando-se em consideração as origens e as inserções desses músculos, especialmente das porções oblíquas, notam-se suas ações opostas e suas importâncias na função da estabilidade patelar<sup>(14,15)</sup>.

Considerando a orientação das fibras musculares, o vasto medial oblíquo (VMO) é o primeiro músculo contribuinte para o vetor de força medial, assim como o vasto lateral (VL) é para o vetor de força lateral<sup>(6,16)</sup>.

A insuficiência ou a hipotrofia do músculo VMO pode gerar o mau alinhamento patelar, especialmente nos últimos graus de extensão (0°-15° de flexão) da articulação do joelho em que ocorre maior instabilidade articular em razão da menor congruência óssea, não apresentando eficiência para conter a tração lateral da patela<sup>(17)</sup>.

O outro fator que pode contribuir para o desenvolvimento ou agravamento da dor, gerando instabilidade do joelho, é o mau alinhamento da articulação femoropatelar, cuja mensuração pode ser realizada através do ângulo quadricipital (Q)<sup>(4,18)</sup>.

O ângulo Q é formado pelo cruzamento de duas linhas imaginárias, a primeira formada da espinha ilíaca ântero-superior até o ponto médio patelar, e a segunda, da tuberosidade anterior da tibia até o ponto médio patelar, sendo seu valor normal, em média, de 13° nos homens e 18° nas mulheres<sup>(1,5,7,11,19)</sup>.

O aumento do ângulo Q cria um maior vetor em valgo e aumenta a tração lateral da patela, causando o aumento da pressão na faceta lateral patelar, podendo conduzir a uma subluxação patelar, amolecimento da cartilagem e estresse do retináculo, além de contribuir para a propagação da DFP<sup>(20,21)</sup>.

A mensuração desse ângulo pode ser realizada por diferentes métodos, sejam radiografias<sup>(10,21)</sup> ou clinicamente através do goniômetro<sup>(21)</sup>, e de diferentes formas, com o paciente em posição supina com os joelhos em extensão total e quadríceps relaxado<sup>(20,21)</sup> ou contraído<sup>(22)</sup>, em ortostatismo<sup>(5,7,21)</sup>, sentado com os joelhos flexionados em 90° ou em 20-30° com o máximo de rotação medial, lateral ou posição neutra da tibia<sup>(5)</sup>.

Assim, objetivou-se estudar a diferença entre o ângulo quadricipital em indivíduos sintomáticos e assintomáticos, em duas diferentes situações de exame, com o quadríceps relaxado e em contração isométrica voluntária máxima através da mensuração radiográfica para contribuir na avaliação e tratamento de pacientes com DFP.

## MÉTODOS

### Amostra

Foram recrutadas por convite verbal 20 voluntárias (n = 40 joelhos) do sexo feminino, com idade entre 15 e 30 anos (média de 21 anos), no período de maio a julho de 2003.

Dez pessoas (n = 20 joelhos) não apresentavam queixas de dor no joelho; antecedentes traumáticos, cirúrgicos ou patologia envolvendo qualquer articulação dos membros inferiores; distúrbio vascular ou neurológico periférico ou central, constituindo o grupo de joelhos considerado normal, isto é, assintomático.

Nas demais pessoas (n = 20 joelhos) foram diagnosticadas DFP, com dor bilateral, segundo critérios de Cowan *et al.*<sup>(22)</sup>, que têm como fatores de inclusão: 1) dor anterior ou retropatelar em pelo menos duas das seguintes atividades: subir escadas, ficar sentado por tempo prolongado, ao agachar, correr, ficar de joelhos ou pular; 2) dor durante a palpação patelar; 3) sintomas com mais de um mês cujo início não se relaciona com trauma. Como fatores de exclusão: 1) sinais ou sintomas de outra patologia; 2) história recente (menor que três meses) de cirurgia no joelho; 3) luxação ou subluxação patelar; 4) evidência clínica de lesão meniscal; 5) instabilidade ligamentar; 6) tendinite patelar; 7) osteoartrose ou dor irradiada da coluna vertebral; 8) gravidez ou qualquer outra condição que possa interferir na coleta dos dados.

Antes das avaliações, as voluntárias foram esclarecidas sobre o procedimento da pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre Formal e Esclarecido segundo as Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisa envolvendo Seres Humanos constantes da Resolução do Conselho Nacional de Saúde Nº 196/96.

### Instrumentação

*Estabilizador podálico em "U"*: placa metálica com dois braços móveis em forma de "U" sobre o qual foram posicionadas as regiões dos calcâneos. A abertura dos braços impedia a rotação lateral dos membros inferiores e sua abertura correspondia à distância entre os pés após os joelhos terem sido alinhados com o quadril.

*Aparelho radiológico*: modelo G3 com capacidade de 500mmA. A distância da ampola ao chassi foi de 1,70m, chassi com dimensão 35 x 91cm, filme (Kodak®) e revelação automática (Macrotec®).

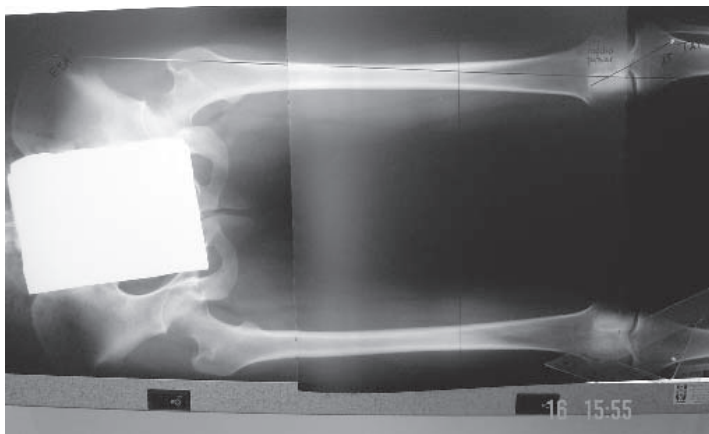
### Procedimentos

Com o paciente posicionado em decúbito dorsal sobre a mesa radiológica, com os joelhos em extensão total, com estabilizador podálico em "U", solicitou-se que os membros inferiores fossem mantidos em estado de relaxamento (fig. 1).

Logo em seguida, radiografias em posicionamento ântero-posterior foram realizadas pelo mesmo técnico, utilizando filme radiológico de 35 x 91cm, incluindo segmento do quadril até 15cm abaixo do TAT, previamente demarcado com uma película de chumbo (4cm<sup>2</sup>) fixada à pele com fita adesiva, para facilitar a visualização do TAT após a revelação do filme, quando o ângulo Q foi traçado pelo examinador, utilizando régua, caneta e transferidor convencionais (fig. 2).



**Fig. 1** – Estabilizador podálico em "U" em que os membros inferiores eram mantidos em estado de relaxamento



**Fig. 2** – Imagem radiológica com a presença de película de chumbo (4cm<sup>2</sup>) para facilitar a visualização do TAT após a revelação do filme, em que o ângulo Q era traçado pelo examinador, utilizando régua, caneta e transferidor convencionais

O mesmo procedimento foi realizado com a solicitação de uma contração isométrica voluntária máxima do músculo quadríceps.

#### Análise estatística

Calcularam-se as médias dos valores coletados prosseguindo com o método estatístico, o teste *t* de Student, com nível de significância de 0,05, sendo o teste aplicado entre os valores do ângulo Q colhidos entre os pacientes assintomáticos e os sintomáticos, tanto em estado de relaxamento quanto em contração isométrica voluntária máxima.

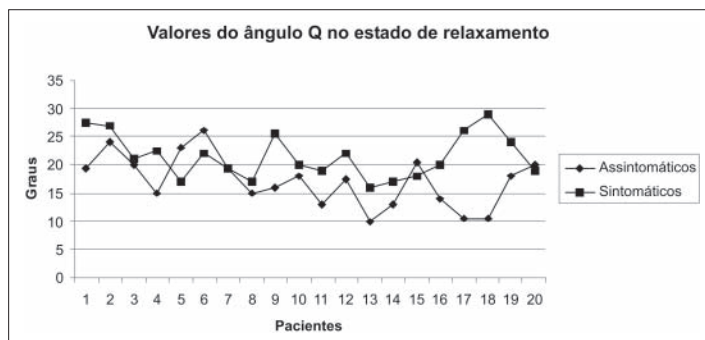
## RESULTADOS

Primeiramente calcularam-se as médias apresentadas do ângulo Q nos estados de relaxamento e em contração voluntária máxima, tanto no grupo de paciente assintomático quanto no sintomático (tabela 1).

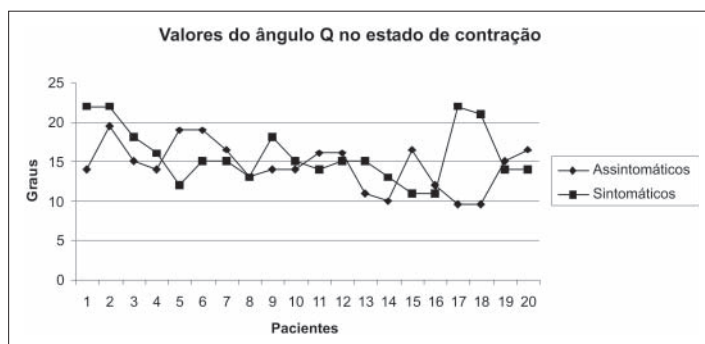
**TABELA 1**  
Valores das médias apresentadas do ângulo Q obtido nos estados de relaxamento e em contração voluntária máxima

	Assintomáticos		Sintomáticos	
	X	D.P.	X	D.P.
Relaxamento	17,15°	4,5	21,45°	3,9
Contração	14,5°	3,0	15,8°	3,5

Assim, prosseguiu-se com a análise estatística, com o teste *t* de Student, analisando a igualdade entre os grupos sintomático e assintomático (figs. 3 e 4). No estado de relaxamento, adquiriu *p* = 0,004, enquanto para o estado de contração voluntária máxima apresentou *p* = 0,26.



**Fig. 3** – Gráfico das medidas obtidas do ângulo Q no estado de relaxamento



**Fig. 4** – Gráfico das medidas obtidas do ângulo Q no estado de contração isométrica voluntária máxima

## DISCUSSÃO

Acompanhando a análise dos resultados, é possível visualizar a diferença da magnitude do ângulo Q entre indivíduos sintomáticos e assintomáticos, em estado de relaxamento (*p* = 0,004). O valor médio encontrado corrobora os valores estimados na literatura, que são em média de 15° para os indivíduos assintomáticos e 20° para os sintomáticos<sup>(7,11)</sup>.

A redução do valor do ângulo Q com a contração isométrica voluntária máxima nos indivíduos assintomáticos também foi en-



contrada em estudo similar que analisava o ângulo Q em mulheres saudáveis, com idade média de 22 anos, na posição ortostática, em que os valores expressos foram em média de 13°<sup>(23)</sup>.

Todavia, o valor do ângulo Q nas mulheres sintomáticas ( $p = 0,26$ ) neste estudo também apresentou redução durante a contração isométrica voluntária máxima. Por serem portadoras de DFP esperava-se uma alteração da ativação do músculo VMO, havendo uma perturbação em sua função de estabilização medial patelar<sup>(16)</sup>, especialmente com o membro inferior em extensão total (0°), onde ocorre maior instabilidade articular em razão da menor congruência óssea<sup>(17,22)</sup>, não apresentando eficiência para conter a tração lateral da patela. Assim, com a solicitação da contração isométrica voluntária máxima do músculo quadricipital, estimava-se que a patela ficaria lateralizada, gerando o aumento do ângulo Q.

Porém, a redução do ângulo Q presenciada pode ser justificada pelos estudos que analisaram a ativação dos músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral, durante o exercício isométrico quadricipital, com o joelho em extensão total, em que nenhuma das porções musculares apresentou ativação preferencial<sup>(24,25)</sup>.

Outros estudos eletromiográficos examinaram variáveis como a intensidade e o tempo de recrutamento neuromuscular entre os músculos VMO e VL, durante atividades funcionais tais como subir e descer escadas, caminhada, entre indivíduos saudáveis e portadores da DFP, mas também não encontraram resultados satisfatórios que fossem associados à DFP<sup>(20,24,26)</sup>.

Durante a análise do comportamento patelar de mulheres com DFP, utilizando a tomografia computadorizada, nenhuma conclusão se obteve quanto ao efeito da contração do músculo quadricéps nos ângulos de inclinação patelar, mas houve um aumento significativo do ângulo de congruência, especialmente com o joelho a 0° e a 20° de flexão<sup>(27)</sup>.

Portanto, o comportamento de redução do ângulo Q com a contração isométrica voluntária máxima do músculo quadricipital em indivíduos com DFP leva a justificar o emprego de formas de tratamento que utilizam esse tipo de contração.

O SLR, exercício realizado com a elevação da perna em linha reta, é uma forma de tratamento muito empregada na reabilitação da DFP<sup>(28-31)</sup>. Acreditamos, baseados neste estudo, que, se associado com a contração voluntária máxima durante sua execução, poderá minimizar o mau alinhamento patelar.

Além disso, propostas atuais de tratamento enfatizam o fortalecimento dos músculos abdutores do quadril<sup>(32,33)</sup>, devido ao desequilíbrio na cinemática do membro inferior, sendo assim sensata a introdução no programa cinesioterapêutico dos exercícios de SLR associados com a abdução do quadril.

Porém, independentemente da forma a ser escolhida para a execução do SLR, o exercício físico promove através da atividade motora a reeducação sensorial<sup>(34)</sup>, o que é extremamente benéfico aos indivíduos com DFP, pois geralmente apresentam anormalidades proprioceptivas<sup>(3)</sup>.

Apesar de este estudo apresentar dados significativos, possui suas limitações, como o custo envolvido com as aquisições das imagens radiológicas, assim como o posicionamento adotado para o procedimento, em decúbito dorsal, o qual acreditamos não reproduzir uma mensuração funcional ideal.

## CONCLUSÃO

Considerando os dados obtidos no presente estudo, verificou-se que em estado de relaxamento há diferença significativa entre o valor do ângulo Q entre indivíduos sintomáticos e assintomáticos e que esta diferença não está presente em estado de contração isométrica máxima do músculo quadricipital, havendo redução do valor do ângulo em ambos os grupos.

---

*Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.*

---

## REFERÊNCIAS

1. Cabral CM, Monteiro-Pedro V. Recuperação funcional de indivíduos com disfunção femoropatelar por meio de exercícios em cadeia cinética fechada: revisão da literatura. Rev Bras Fisioter 2003;7:1-8.
2. Baker MM, Juhn MS. Patellofemoral pain syndrome in the female athlete. Clin Sports Med 2000;19:315-29.
3. Baker V, Bennell K, Stillman B, Cowan S, Crossley K. Abnormal knee joint position sense in individuals with patellofemoral pain syndrome. J Orthop Res 2002;20:208-14.
4. Alaca R, Yilmaz B, Goktepe AS, Mohur H, Kalyon TA. Efficacy of isokinetic exercise on functional capacity and pain in patellofemoral pain syndrome. Am J Phys Med Rehabil 2002;81:807-13.
5. Nissen CW, Cullen MC, Hewett TE, Noyes FR. Physical and arthroscopic examination techniques of the patellofemoral joint. J Orthop Sports Phys Ther 1998;28:277-85.
6. Hung Y, Gross MT. Effect of foot position on electromyographic activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis during lower-extremity weight-bearing activities. J Orthop Sports Phys Ther 1999;29:93-102.
7. Livingston LA. The quadriceps angle: a review of the literature. J Orthop Sports Phys Ther 1998;28:105-9.
8. Thomeé P, Thomeé R, Karlsson J. Patellofemoral pain syndrome: pain, coping strategies and degree of well-being. Scand J Med Sci Sports 2002;12: 276-81.
9. Andrade PH, Bevilaqua-Grosso D, Bérzin F, Gil I, Monteiro-Pedro V. Comparação da atividade elétrica dos músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral oblíquo em indivíduos com disfunção femoropatelar. Rev Fisioter Univ São Paulo 2001;8:65-71.
10. Sheehy P, Burdett RG, Irrgang JJ, Vanswearingen J. An electromyographic study of vastus medialis oblique and vastus lateralis activity while ascending and descending steps. J Orthop Sports Phys Ther 1998;27:423-9.
11. Csintalan RP, Schulz MM, Woo J, McMahon PJ, Lee TQ. Gender differences in patellofemoral joint biomechanics. Clin Orthop Related Res 2002;(402):260-9.
12. Fulkerson JP, Arendt EA. Anterior knee pain in females. Clin Orthop Related Res 2000;(372):69-73.
13. Stiene HA, Brosky T, Reinking MF, Nyland JM, Beth M. A comparison of closed kinetic chain and isokinetic joint isolation exercises in patients with patellofemoral dysfunction. J Orthop Sports Phys Ther 1996;24:136-41.
14. Hubbard JK, Sampson HW, Elledge JR. The vastus medialis oblique muscle and its relationship to patellofemoral joint deterioration in human cadavers. J Orthop Sports Phys Ther 1998;28:384-91.
15. Araujo RC, Amadio AC. Análise biomecânica da ativação das porções superficiais do m. quadríceps femoral durante contrações excêntrica e concêntrica. Rev Bras Fisiot 1996;1:13-20.
16. Sakai N, Luo Z, Rand JA, An K. The influence of weakness in the vastus medialis oblique muscle on the patellofemoral joint: an in vitro biomechanical study. Clin Biomech 2000;15:335-9.
17. Corrêa JCF, Negrão Filho RF, Dôcusse Filho AJ, Quialheiro JJA. Tratamento da instabilidade femoropatelar por meio da estimulação elétrica neuromuscular associada a cinesioterapia. Rev Bras Fisiot 1996;1:37-43.
18. Tomsich DA, Nitz AJ, Threlkeld AJ, Shapiro R. Patellofemoral alignment: reliability. J Orthop Sports Phys Ther 1996;23:200-8.
19. Magee DJ. Avaliação músculo-esquelética. 3rd ed. São Paulo: Manole, 2002.
20. Tumia N, Maffulli N. Patellofemoral pain in female athletes. Sports Medicine and Arthrosc Rev 2002;10:69-75.
21. Holmes SW, Clancy WG Jr. Clinical classification of patellofemoral pain and dysfunction. J Orthop Sports Phys Ther 1998;28:299-306.
22. Cowan SM, Bennell KL, Crossley KM, Hogdes PW, MacConnell J. Physical therapy alters recruitment of the vasti in patellofemoral pain syndrome. Med Sci Sports Exerc 2002;34:1879-85.
23. Lathinghouse LH, Trimble MH. Effects of isometric quadriceps activation on the Q-angle in women before and after quadriceps exercise. J Orthop Sports Phys Ther 2000;30:211-6.

24. Powers CM, Landel R, Perry J. Timing and intensity of vastus muscle activity during functional activities in subjects with and without patellofemoral pain. *Phys Ther* 1996;76:946-55.
25. 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* 1998;27:197-204.
26. Karen JM, Ronald SK, Marilyn MP, Bradley F, Jacquelin P. Electromyography of the quadriceps in patellofemoral pain with patellar subluxation. *Clin Orthop Related Res* 2003;(415):261-71.
27. Jones S, Kumar A, Bickerstaff DR, Smith TWD. Axial computed tomography of the patello-femoral joint with and without quadriceps contraction. *J Bone Joint Surg* 2000;82:21.
28. Blazer K. Diagnosis and treatment of patellofemoral pain syndrome in the female adolescent. *Physician Assistant* 2003;27:23-30.
29. Powers C. Rehabilitation of patellofemoral joint disorders: a critical review. *J Orthop Sports Phys Ther* 1998;28:345-54.
30. Wilk KE, Reinold MM. Principles of patellofemoral rehabilitation. *Sports Med* 2001;9:325-36.
31. Henry J. The patellofemoral joint. *Southern Med J* 2004;97:757-61.
32. Mascal CL, Landel RF, Powers CM. Management of patellofemoral pain targeting hip, pelvis, and trunk muscle function: 2 cases reports. *J Orthop Sports Phys Ther* 2003;33:642-60.
33. Ireland ML, Willson JD, Ballantyne BT, Davis IM. Hip strength in females with and without patellofemoral pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 2003;33:671-6.
34. Riemann BL, Lephart SM. The sensorimotor system, part I: the physiologic basis of functional joint stability. *Athl Train* 2002;37:71-9.