

Comparação da atividade elétrica dos músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral oblíquo em indivíduos com disfunção fêmoro-patelar*

A comparison of the electrical activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis oblique muscles in patients with patellofemoral dysfunction

Patricia Horta Andrade⁽¹⁾
Débora Bevilaqua Grosso⁽²⁾
Fausto Bérzin⁽³⁾
Ivana Gil⁽⁴⁾
Vanessa Monteiro Pedro⁽⁵⁾

* Este trabalho faz parte do Projeto Integrado de Pesquisa com apoio financeiro do Conselho Nacional de Pesquisa – CNPq – Processo nº 524190/96-8.

⁽¹⁾ Profa. Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos.

⁽²⁾ Profa. Dra. do Mestrado em Fisioterapia do Centro Universidade do Triângulo - UNIT.

⁽³⁾ Prof. Titular do Departamento de Morfologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - FOP da Universidade Estadual de Campinas.

⁽⁴⁾ Profa. Doutora do Departamento de Odontologia Social da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - FOP, Universidade Estadual de Campinas.

⁽⁵⁾ Prof. Adjunto III do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, Chefe do Laboratório de Avaliação e Intervenção em Ortopedia e Traumatologia – LAIOT.

Endereço para correspondência: Patricia Horta Andrade, Rua Itapeva, 220, Apto. 151. 01332-000. São Paulo, SP. e-mail: andradefi@hotmail.com

RESUMO: A proposta deste trabalho foi comparar a atividade elétrica dos músculos vasto medial oblíquo (VMO) e vasto lateral oblíquo (VLO), no exercício isométrico de extensão do joelho associado a rotação medial e lateral da tibia, em cadeia cinética fechada (CCF), no aparelho *Leg Press* em indivíduos com disfunção fêmoro-patelar (DFP). Para este estudo foram avaliados 9 indivíduos com DFP, sendo 3 bilateralmente, todos de sexo feminino, com idade média $21,55 \pm 1,87$ anos. A análise da atividade elétrica dos músculos VMO e VLO foi obtida por meio de um Módulo Condicionador de Sinais (MSC1000 V2) de 16 canais (Lynx). Para a captação dos potenciais de ação dos músculos estudados foram utilizados

eletrodos ativos diferenciais simples de superfície (Lynx). A análise estatística empregada foi a ANOVA ONE-WAY, ($p < 0,05$). Os resultados evidenciaram que a atividade elétrica dos músculos não foi significativamente diferente nos exercícios de extensão do joelho associado a rotação medial e lateral da tibia, inter e intramúsculos. Além disso, sugeriram que, nas condições experimentais utilizadas, os exercícios propostos para os indivíduos com DFP geram um padrão de recrutamento similar dos músculos VMO e VLO.

DESCRITORES: Condutividade elétrica. Terapia por exercício. Músculos/ fisiopatologia. Doenças musculoesqueléticas/reabilitação. Ligamento patelar.

ABSTRACT: The propose of this study was to compare the electrical activity of the vastus medialis oblique (VMO) and vastus lateralis oblique (VLO) in the isometric exercise of Knee extension at 90° associated with medial and lateral tibial rotation, in closed kinetic chain (CKC) performed in the Leg Press equipment, in patients with Patellofemoral dysfunction (PFD). Three of them had both knees evaluated (composing 12 knees at all), between 19 and 25 years old ($21,55 \pm 1,87$). The analysis of the electrical activity of the VMO and VLO muscles was obtained by the Sign Conditioning Module (MSC 1000-V2) with 16 channels. To the caption of the action potentials of the studied muscle,

surface differential electrodes were used. The statistical analysis applied was the Anova One Way, $p < 0.05$. The result showed that the electrical activity of the muscle VMO and VLO was not different significant in the lateral tibial rotation inter and intramuscles. The result of this research, within the experimental conditions, suggests that the purpose exercises for the subjects with PFD generate a similar recruitment standard for both VMO and VLO muscles.

KEYWORDS: Electric conductivity. Exercise therapy. Musculoskeletal diseases/rehabilitation. Muscles physiopathology. Patellar ligament.

INTRODUÇÃO

A disfunção fêmoro-patear (DFP) é um problema comum que afeta um grande número de atletas e sedentários, atingindo principalmente adolescentes e adultos jovens do sexo feminino¹³. Apresenta como característica básica, o início insidioso da dor peri ou retropatelar pode agravar-se com a subida e descida de escadas, o agachamento ou a permanência na posição sentada por longo tempo²⁹.

A etiologia da DFP inclui diversos fatores que levariam ao mau alinhamento da patela como: o encurtamento do retináculo lateral e da banda iliotibial, pronação subtalar excessiva, aumento do ângulo Q, patela alta e principalmente o desequilíbrio entre os músculos vasto medial oblíquo (VMO) e vasto lateral (VL)^{10,11,14,18,22,25}.

A porção mais oblíqua do músculo quadríceps da coxa, os músculos VMO e vasto lateral oblíquo (VLO) pode ser a região anatômica melhor localizada para exercer o controle do posicionamento da patela na superfície troclear do fêmur. Segundo Morrish e Woledge²³, estes músculos podem trabalhar em oposição no controle do deslizamento da patela no sulco troclear.

A eletromiografia (EMG) de superfície tem sido utilizada para investigar a eficiência de métodos de tratamento das mais variadas patologias, inclusive a DFP, especialmente para verificar o desequilíbrio dos músculos VMO e VL e para buscar um exercício que promova maior ativação do músculo VMO. Existe na literatura^{7,10,11,16,17} vários protocolos de tratamento da DFP, em relação ao ângulo de flexão do joelho a ser trabalhado e ao tipo de exercício, se em cadeia cinética aberta (CCA) ou se em cadeia cinética fechada (CCF).

Os exercícios em CCA, de extensão da perna, são usados tradicionalmente para promoverem o fortalecimento do quadríceps de forma isolada³¹. Já os

exercícios em CCF são considerados mais funcionais^{6,27,33}. Geralmente utilizam cargas fisiológicas, sem isolar uma articulação e geram *feedback* proprioceptivo³³. São exemplos de exercícios em CCF: agachamento (*squat*), subir e descer degraus (*step*) e os realizados no aparelho *Leg Press*. Segundo Stiene et al.²⁸ o treinamento com exercícios em CCF são mais efetivos para a recuperação funcional dos pacientes com DFP. Por outro lado, Laprade et al.²⁰ revelaram que o músculo VMO é mais ativo do que o VL no exercício isométrico em CCA de extensão e rotação medial da perna partindo da rotação lateral. Estes autores sugerem o referido exercício, descrito anteriormente, para o fortalecimento seletivo do VMO em indivíduos com DFP.

É importante salientar que a literatura consultada evidencia apenas dois trabalhos^{3,23}, que investigaram a atividade elétrica do músculo VMO em relação ao vasto lateral oblíquo (VLO) em exercício de CCA. No entanto, não foi encontrado nenhum trabalho de CCF e associando a extensão do joelho com a rotação medial e lateral da tíbia partindo da posição oposta que estudaram a atividade destes músculos.

Diante do exposto, a proposta deste trabalho foi comparar a atividade elétrica dos músculos VMO e VLO, em indivíduos com DFP, no exercício isométrico de extensão do joelho, associado a rotação medial e lateral da tíbia, em CCF, no aparelho *Leg Press* Horizontal com o joelho flexionado a 90°.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostra

A atividade elétrica dos músculos VMO e VLO foi investigada em 9 sujeitos com DFP, sendo 3 avaliados bilateralmente (num total de 12 articulações

avaliadas); todos do sexo feminino, com idade de $21,55 \pm 1,87$ anos, peso $53,33 \pm 8,03$ kg e altura $1,62 \pm 0,07$ m, selecionados por meio de avaliação física. Os voluntários deveriam apresentar pelo menos três sinais de DFP dentre²⁹:

- ângulo Q maior que 16° ;
- torção tibial externa;
- patela alta;
- pronação subtalar excessiva;
- teste de compressão patelar positivo.

Foram excluídos deste estudo os voluntários que haviam recebido tratamento fisioterápico prévio para DFP e os que possuíam lesão ou haviam realizado cirurgia no sistema osteomioarticular dos membros inferiores.

Todos os voluntários assinaram um termo de consentimento formal, seguindo a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e a pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

Procedimentos Gerais

A análise da atividade elétrica dos músculos VMO e VLO foi obtida por meio de um Módulo Condicionador de Sinais (MCS 1000-V2) de 16 canais, com um Conversor Analógico-Digital (CAD 12/36-60k) e um Programa de Aquisição de Dados - Aqdados versão 4.7- (LYNX Tecnologia Eletrônica Ltda.) interfaciados por um computador 386 DX padrão. Para a captação dos potenciais de ação dos músculos estudados, foram utilizados eletrodos ativos diferenciais simples de superfície (LYNX Tecnologia Eletrônica Ltda.), em forma de barras de 1 cm de comprimento e 1 mm de largura, com ganho de 100, índice de rejeição pela modulação comum igual a 80 dB e 1000 Hz de frequência de amostragem⁹. Os dados eletromiográficos foram trabalhados no *software Matlab* com filtro *Butterworth* para eliminar as frequências em 60 Hz e harmônicas e foram utilizados filtros passa alto de 10 Hz e passa baixa de 450 Hz¹.

Os eletrodos foram posicionados sobre o ventre dos músculos VMO e VLO tendo como pontos de referência: 4 cm da borda súpero-medial da patela¹⁶ e ângulo de inclinação de 55° em relação ao eixo do fêmur²¹ e 2,2 cm do epicôndilo lateral do fêmur e inclinação de $50^{\circ 2,3}$, respectivamente.

Um eletrodo terra untado com gel eletrocondutor foi fixado com velcro na porção anterior do punho homolateral ao membro inferior avaliado para diminuir possíveis interferências.

Primeiramente, os voluntários realizaram uma série de exercícios com três alongamentos ativos, sendo que cada um foi mantido por 30 segundos e com período de intervalo de 1 minuto entre eles, para os músculos quadríceps femoral, isquiotibiais e tríceps sural. Posteriormente, foram posicionados no aparelho *Leg Press Horizontal Top Line** (*Doado pela Vitally – Indústria de Aparelhos para Ginástica Ltda. Av. Fernando Bovino, 1800. São José do Rio Preto, SP. CEP: 15034-460), com 90° de flexão do quadril e do joelho.

Posicionamento e forma de execução dos exercícios

Para a execução do exercício em Contração Isométrica Voluntária Máxima (CIVM) de extensão do joelho associado a rotação medial e lateral da tibia, o pé do Membro Inferior Avaliado (MIA) foi posicionado a 40° de rotação lateral, utilizando-se de um Goniômetro Universal (Carci) fixo por meio de uma cantoneira especialmente adaptada ao *Leg Press* (Figura 1).

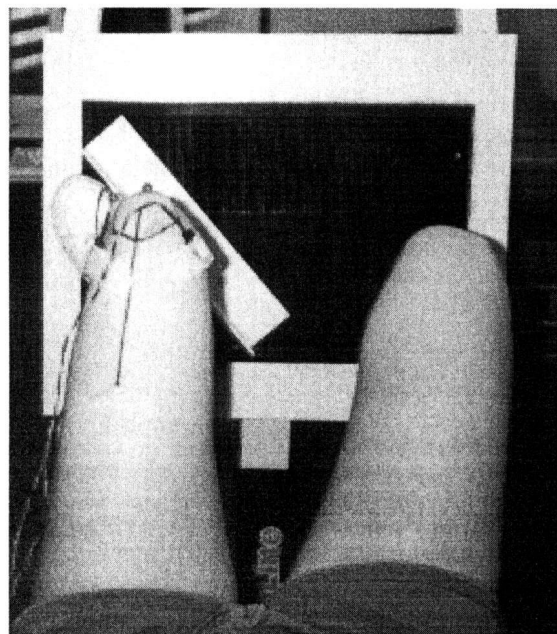


Figura 1 - Colocação da perna a 40° de rotação lateral para a realização dos exercícios em CIVM de extensão e rotação medial da perna

E para o exercício de CIVM de extensão do joelho associado à rotação lateral o MIA foi posicionado a 30° de rotação medial (Figura 2).

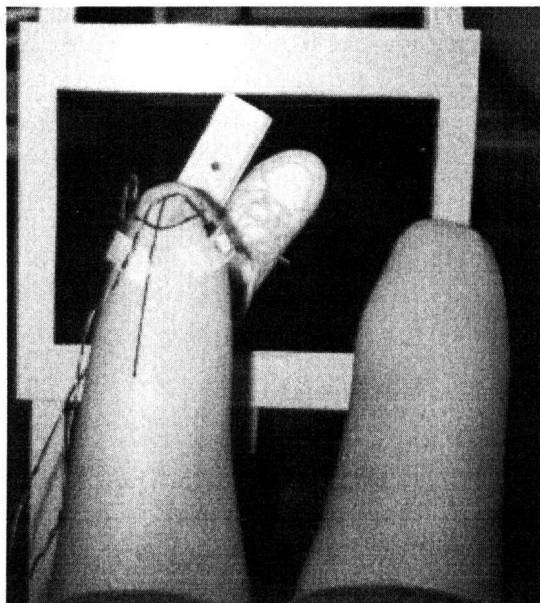


Figura 2 - Colocação da perna a 30° de rotação medial para a realização dos exercícios em CIVM de extensão e rotação lateral da perna

A ordem de execução destes exercícios foi aleatória, sendo realizadas 3 repetições, com duração de 6 segundos, no entanto, o início da captação do sinal eletromiográfico ocorreu após os 2 segundos iniciais. Desta forma, o registro foi de 4 segundos, com período de repouso de 30 segundos entre as 3 contrações em cada posicionamento e de 1 minuto entre as séries de exercícios. Para motivar o voluntário a executar a CIVM e para controlar o início da captação do sinal foi utilizado o seguinte comando verbal: “Atenção, prepara, vai! Um, dois. Estica o joelho e roda o pé! Força! Força! Relaxa.”

O voluntário foi orientado a iniciar a contração após o “vai”, a captação do sinal EMG iniciava-se após o “Um, dois”, do comando verbal, que era controlado por cronômetro, e o restante do comando verbal durava 4 segundos.

NORMALIZAÇÃO DOS DADOS

Hanten e Shulthies (1990) sugerem a normalização do sinal eletromiográfico pela porcentagem da CIVM. Para isso é necessário um exercício que requer a CIVM dos músculos em estudo,

para ser obtido um valor médio da Raiz Quadrada da Média (*Root Mean Square - RMS*) deste exercício, que servirá como referência da quantidade máxima de atividade que estes músculos podem apresentar. Desta forma, os valores médios de RMS, obtidos nos outros exercícios, são expressos em porcentagem deste valor máximo. O exercício escolhido neste trabalho para obter a máxima atividade dos músculos VMO e VLO foi a CIVM de extensão do joelho a 90° com a tibia em posição neutra de rotação, em CCF, no aparelho *Leg Press*.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

O método estatístico empregado foi a análise de variância *Anova One-Way* com nível de significância de 0,05.

RESULTADOS

Intramúsculos

Não foram observadas diferenças significativas na atividade elétrica dos músculos VMO e VLO $p = 0.764$ e $p = 0.061$, respectivamente, no exercício de extensão do joelho associado a rotação medial da tibia, em relação a atividade destes mesmos músculos no exercício associado à rotação lateral da tibia (Figura 3).

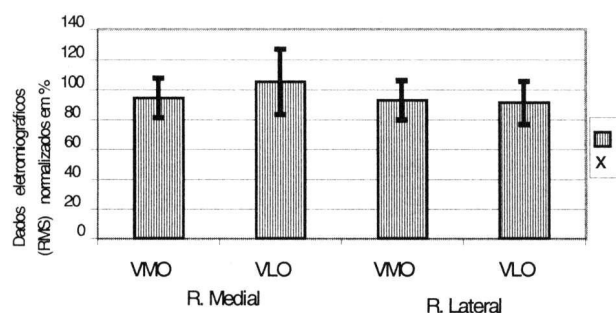


Figura 3 - Médias (\bar{x}) e Desvios Padrões do sinal eletromiográfico em RMS, normalizados pela contração isométrica voluntária máxima em posição neutra, referentes a atividade elétrica dos músculos vasto medial oblíquo (VMO) e vasto lateral oblíquo (VLO), no exercício de extensão do joelho associado a rotação medial e lateral da tibia em indivíduos com disfunção fêmoro-patelar ($n = 12$)

Intermúsculos

Os resultados deste pesquisa, evidenciaram que a diferença na atividade elétrica entre os músculos VMO e VLO não foi significativa (RM $p = 0.157$ e RL $p = 0.75$) nos exercícios de CIVM de extensão do joelho associado à rotação medial (RM) e lateral (RL) da tibia (Figura 3).

DISCUSSÃO

O uso da eletromiografia como sistema de avaliação da atividade muscular está bem documentado na literatura^{1,30}. O estudo da atividade elétrica dos músculos VMO e VL é amplamente realizado em função da alta incidência das disfunções fêmoro-patelares (DFP)^{16,21,22}. No entanto, pouco se sabe a respeito da porção oblíqua do músculo VL, ou seja, o músculo VLO.

Neste estudo, não foram observadas diferenças significativas entre a atividade elétrica dos músculos VMO e VLO nos exercícios propostos. Entretanto, é importante salientar a diferença biológica expressa pela maior atividade do músculo VLO no exercício de CIVM de extensão do joelho associado à rotação medial da tibia em indivíduos com DFP. Mesmo sem ter sido observada diferença estatística, este é um fator relevante em decorrência de não haverem estudos eletromiográficos com este músculo na situação proposta neste trabalho, e ainda, principalmente, em virtude de alguns autores^{5,8,25} sugerirem que o desequilíbrio entre os músculos VMO e VL ou VLO^{2,14,17,21,23,26} possa ser o principal fator etiológico da DFP. De acordo com Mc Connell²² a insuficiência do músculo VMO, associado ao aumento do ângulo Q e a pronação subtalar excessiva, favorece o desenvolvimento da dor na região anterior do joelho, caracterizando a DFP. Signorile et al.²⁵ estão de acordo com Mc Connell²² e ainda acrescentam que o mau alinhamento do mecanismo extensor, associado à fraqueza do VMO pode promover uma alteração na biomecânica do mecanismo extensor, com alteração da distribuição de cargas sobre o joelho, favorecendo o aparecimento da DFP.

O tratamento para a DFP mais explorado é o conservador, visando o fortalecimento seletivo do músculo VMO. Entretanto, a forma pela qual este objetivo pode ser alcançado ainda não está estabelecido^{5,7,8,11,16,19}.

Em um estudo eletromiográfico de Laprede et al.²⁰ nos músculos VMO e VL, em 8 indivíduos com DFP e em 19 indivíduos normais atingiu este objetivo. Estes autores²⁰ propuseram 5 tipos de exercícios isométricos em CCA. A atividade elétrica do VMO no exercício de extensão do joelho associado à rotação medial da tibia posicionada em rotação lateral, mostrou-se significativamente maior em relação a atividade deste mesmo músculo nos exercícios puros de extensão, de rotação medial e de adução, assim como no de extensão do joelho associado à adução do quadril.

Nossos resultados estão em desacordo com os de Laprede et al.²⁰, porém é importante considerar algumas diferenças metodológicas. O presente estudo, foi realizado em CCF. Foram avaliados 2 tipos de exercícios associando a extensão do joelho às rotações, ou seja, da medial partindo da lateral e da lateral partindo da medial investigando a atividade elétrica dos músculos VMO e VLO. No entanto, o VMO não apresentou maior atividade em nenhum dos exercícios propostos.

Por outro lado, Ninos et al.²⁴ não observaram diferença significativa ao variar a posição da articulação do quadril, sendo avaliado a posição neutra e a de 30° de rotação lateral, no exercício em CCF de agachamento (*squat*). Foi avaliada a atividade elétrica dos músculos VM, VL e isquiotibiais em 24 indivíduos saudáveis.

Signorile et al.²⁵ investigaram exercícios de extensão do joelho em CCA, nos ângulos de 90°, 30° e 5° de flexão do joelho, variando a posição de rotação da tibia, em 23 indivíduos normais. Evidenciaram maior atividade elétrica dos músculos VMO e VL com o joelho flexionado a 90° com a tibia em posição neutra.

Nesta pesquisa, a escolha do exercício em CCF deu-se a partir de estudos como o de Wilk et al.³², que compararam as forças da articulação tibiofemoral e a atividade eletromiográfica dos músculos quadríceps, isquiotibiais, gastrocnêmios, em 10 indivíduos normais, nos exercícios em CCA (de extensão do joelho) e em CCF (*Leg Press e squat*). Os dados eletromiográficos indicaram que a co-contração dos músculos quadríceps e isquiotibiais foi maior no *squat* quando comparado com os outros dois exercícios. E encontraram ainda, maior amplitude média do sinal eletromiográfico dos músculos VMO e VL a 90° de flexão do joelho nos exercícios em CCF.

Escamila et al.¹² investigaram a força e a atividade

elétrica muscular do joelho em exercícios de CCA (extensão do joelho) e de CCF (*Leg Press e squat*). Estudaram 10 indivíduos treinados na execução de 12 repetições com resistência máxima. Seus resultados mostraram que a força compressiva na articulação tibiofemoral foi maior nos exercícios em CCF nos ângulos próximos a flexão total e em CCA próximo a extensão total. O quadríceps apresentou maior atividade elétrica em CCF nos ângulos maiores que 83° e em CCA nos ângulos entre 15° e 65°.

Como observa-se ainda existe muito a ser investigado na busca de exercícios eficazes e seguros à reabilitação do joelho, especialmente na DFP, por meio de análises detalhadas de diversos tipos de exercícios, como os realizados no aparelho *Leg Press*, amplamente utilizados em clínicas de Fisioterapia e nas academias, seja para a reabilitação das lesões envolvendo a articulação do joelho e/ou para o fortalecimento do músculo quadríceps femoral de uma forma geral.

Limitações do trabalho

Um dos aspectos que poderia ser melhorado é o

tratamento dos dados eletromiográficos, com outros recursos de processamento digital do sinal.

O sistema de normalização do sinal eletromiográfico em RMS pela porcentagem da CIVM é o preferido pela maioria dos autores^{3,4,5,8,10,11,16} para o tratamento, estudo e comparação do sinal eletromiográfico. No entanto, estão sendo aplicadas outras análises como: normalização pelo tempo, análise da densidade espectral de potência e da frequência mediana do sinal eletromiográfico. Desta forma, poderiam ser abordados outras variáveis como por exemplo a análise da fadiga muscular promovida por estes exercícios.

CONCLUSÃO

Os resultados desta pesquisa, dentro das condições experimentais utilizadas, sugerem que os exercícios isométricos de extensão do joelho associado à rotação medial e lateral da tibia, em cadeia cinética fechada, executados no aparelho *Leg Press Horizontal*, em indivíduos com disfunção fêmoro-patelar geram um padrão de recrutamento similar nos músculos VMO e VLO.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bamajian, J.V.; DeLuca, C.J. *Muscle alive: their function revealed by electromyography*. 5.ed. Baltimore, Williams & Wilkns, 1985.
2. Bevilaqua-Grosso, D.; Bérzin, F. Vastus lateralis obliquos muscle – anatomical and clinical correlation. *Med. Costa Rica Centro Am.*, v.2, p.123-4, 1996.
3. Bevilaqua Grosso, D. *Análise funcional dos estabilizadores da patela – estudo eletromiográfico*. Piracicaba, 1998. Tese Apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Biologia e Patologia Buco-Dental, Área de Anatomia da FOP - UNICAMP. p.55-7.
4. Bose, K.; Kanagasuntherum, R.; Osman, M. Vastus medialis oblique: an anatomical and physiologic study. *Orthopedics*, v.3, p.880-3, 1980.
5. Boucher, J.P.;
6. Boucher, J.P.; King, M.A.; Lefebvre, R. Pepin A. Quadriceps femoris muscle activity in patello femoral pain syndrome. *Am. J. Sports Med.*, v.20, n.5, p.527-32, 1992.
7. Bynum, B.E.; Barrack, R.L.E.; Alexander, A.H. Open versus closed kinetic chain exercises after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am. J. Sports Med.*, v.23, p.401-6, 1995.
8. Callaghan, M.J.; Oldham, J.A. The role of quadriceps exercise in the treatment of patellofemoral pain syndrome. *Sports Med.*, v. 21, n.5, p.384-91, 1996.
9. Cerny, K. Vastus medialis oblique / vastus lateralis muscle activity ratios for selected exercises in persons with and without patellofemoral pain syndrome. *Phys. Ther.*, v.75, n.8, p.672-83, 1995.
10. DeLuca, C.J. The use of surface electromyography in biomechanics. *J. Appl. Biomech.*, v.13, p.135-63, 1997.
11. Doucette, S.A.; Child, D.D. The effect of open and closed chain exercise and knee joint position on patellar tracking in lateral patellar compression syndrome. *JOSPT*, v.23, n.2, p.104-10, 1996.
12. Doucette, S.A.; Goble, M. The effect of exercise on patellar tracking in lateral patellar compression syndrome. *Am. J. Sports Med.*, v.20, n.4, p.434-40, 1992.
13. Escamilla, R.F.; Fleisig, G.S.; Zheng, N.; Barrentine, S.W.; Wilk, K.; Andrews, J.R. Biomechanics of the knee during closed kinetic chain open kinetic chain exercises. *Med. Sci. Sports Exer.*, v.30, n.4, p.556-69, 1998.
14. Fulkerson, J.P.; Hungerford, D.S. *Disorders of the patellofemoral joint*. 2.ed. Baltimore, Williams & Wilkins, 1990.
15. Grabiner, M.D.; Koh, T.J.; Draganich, L.F. Neuromechanics of the patellofemoral joint. *Med. Sci. Sports Exer.*, v.26, p.10-21, 1994.

16. Haffajee, D.; Moritz, U.; Svantesson, G. Isometric knee extension strength as a function of the joint angle, muscle length and motor unit activity. *Acta Orthop. Scand.*, v.43, p.138-47, 1972.
17. Hanten, W.P.; Schulties, S.S. Exercise effect on electromyographic activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis muscles. *Phys. Ther.*, v.70, n.9, p.561-5, 1990.
18. Insall, J. Current concepts review: patellar pain. *J. Bone Joint Surg.*, v.64A, n.1, p.147- Jenkins, WL.; Munns, SW. E Loudon, J. knee joint accessory motion following anterior cruciate ligament allograft reconstruction: a preliminary report. *J. Orthop. Sport Phys Ther.*, v.28, p.32-9, 1997.
19. Johnson, D.P.; Eastwood, D.M.; Witherow, P.J. Symptomatic synovial plicae of the knee. *J. Bone Joint Surg.*, v.75A, n.10, p.1485-96, 1993.
20. Karst, G.M.; Jewett, P.D. Electromyography analysis of exercises proposed for differential activation of medial and lateral quadriceps femoris muscle components. *Phys. Ther.*, v.73, p.289-99, 1993.
21. Laprade, J.; Culhan, 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. Sport Phys Ther.*, v.27, p.197-204, 1998.
22. Lieb, F.J.; Perry, J. Quadriceps function: anatomical and mechanical study using amputated limbs. *J. Bone Joint Surg.*, v.50A, p.1535-48, 1968.
23. McConnell, J. The management of chondromalacia patellae: a long-term solution. *Aust. J. Physiother.*, v.32, n.4, p.215-23, 1986.
24. Morrish, G.M.; Woledge, R.C. A comparison of the activation of muscles moving the patella in normal subjects and in patients with chronic patellofemoral problems. *J. Scand. Med.*, v.29, p.43-8, 1997.
25. Ninos, J.C.; Irrgang, J.J.; Burdett, R.B.; Weiss Jr, E. Electromyographic analysis of the squat performed in self-selected lower extremity neutral rotation and 30° of lower extremity turn-out from the self-selected neutral position. *JOSPT J Orthop. Sports Phys. Ther.*, v.25, n.5, p.307-15, 1997.
26. Signorile, J.F.; Kacsik, D.; Perry, A.; Robertson, B.; Williams, R.; Lowensteyn, I.; Digel, S.; Caruso, J.; LeBlanc, W.G. The effect of knee and foot position on the electromyographical activity of the superficial quadriceps. *JOSPT J Orthop. Sports Phys. Ther.*, v.22, n.1, p.2-9, 1995.
27. Souza, D.R.; Gross, M.T. Comparison of vastus medialis oblique: vastus lateralis muscle integrated electromyographic ratios between healthy subjects and patients with patellofemoral pain. *Phys. Ther.*, v.71, p.310-20, 1990.
28. Steinkamp, L.A.; Dillingham, M.F.; Markel, M.D.; Hill, J.A.; Kaufman, K.R. Biomechanical considerations in patellofemoral joint rehabilitation. *Am. J. Sports Med.*, v.21, n.3, p.438-44, 1993.
29. Stiene, H.A.; Brosky, T.; Reinking, M.F.; Nyland, J.; Mason, M.B. A comparison of closed kinetic chain and isokinetic joint isolation exercise in patients with patellofemoral dysfunction. *JOSPT J Orthop. Sports Phys. Ther.*, v.24, n.3, p.136-41, 1996.
30. Thomeé, R.; Restrom, P.; Karlsson, J.; Grimby, G. Patellofemoral pain syndrome in young women. part ii. muscle function in patients and healthy controls. *Scand. Med. Sci. Sports*, v.5, p.245-51, 1995.
31. Turker, K.S. Electromyography: some methodological problems and issues. *Phys. Ther.*, v.73, n.10, p.698-710, 1993.
32. Wild, J.R.; Franklin, T.D.; Woods, G.W. Patellar pain and quadriceps rehabilitation. *Ann. Emerg. Study Am. J. Sports Med.*, v.10, p.12-5, 1982.
33. Wilk, K.E.; Escamilla, R.F.; Fleising, G.S.; Barrentine, S.W.; Andrews Jr, E.; Boyd, M.L. A comparison of tibiofemoral joint forces and electromyographic activity during open and closed kinetic chain exercises. *Am. J. Sports Med.*, v.24, p.518-27, 1996.
34. Woodall, W.; Welsh, J.A. A biomechanical basis for rehabilitation programs involving the patellofemoral joint. *JOSPT J. Orthop. Sports Phys. Ther.*, v.11, p.535-42, 1990.

Recebido para publicação: 03/08/2000

Aceito para publicação: 16/06/2001