

ATIVIDADE ELÉTRICA DOS MÚSCULOS VASTO MEDIAL OBLÍQUO E VASTO LATERAL LONGO DURANTE EXERCÍCIOS ISOMÉTRICOS E ISOTÔNICOS¹

*Cristina Maria Nunes Cabral**, *Fábio Viadanna Serrão***, *Fausto Bérzin****,
*Rodrigo José Benedito Gardelim*****, *Ivana Aparecida Gil******,
*Débora Bevilaqua Grosso******, *Mathias Vitti******,
*Vanessa Monteiro Pedro******

Cabral, C.M.N., Serrão, F.V., Bérzin, F., Gardelim, R.J.B., Gil, I.A., Grosso, D.B., Vitti, M., Pedro, V.M. Atividade elétrica dos músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral longo durante exercícios isométricos e isotônicos. *Rev. Fisioter. Univ. São Paulo*, v. 5, n. 2, p. 97-103, jul. / dez., 1998.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar se o músculo vasto medial oblíquo (VMO) teria maior atividade elétrica do que o músculo vasto lateral longo (VLL), durante exercício de contração isométrica com resistência máxima (CIRM) e o de contração isotônica com resistência máxima (CIsotRM) realizado no equipamento *Leg-Press* (VITALLY). A atividade elétrica dos músculos VMO e VLL foi investigada em 12 voluntários adultos não sedentários ($21,9 \pm 1,16$), sem patologias das articulações do quadril, joelho e tornozelo, por meio de um Conversor Analógico-Digital de 16 canais com programa de Aquisição de Dados (CAD 12/36 – 60K – AqDados 4.6 – LYNX Tecnologia Eletrônica Ltda) e eletrodos diferenciais de superfície (DELSYS Inc.). Os registros eletromiográficos foram expressos pela raiz quadrada da média (RMS), em μV , e normalizados como porcentagem da contração isométrica voluntária máxima (CIVM) de extensão do joelho obtida em uma mesa flexo-extensora. A análise estatística empregada foi o teste de Wilcoxon em nível de 5% de significância. Os resultados mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa (CIRM $p = 0,872$; CIsotRM $p = 0,855$) entre a atividade elétrica dos músculos VMO e VLL em nenhum dos exercícios estudados. Os dados desta pesquisa, dentro das condições experimentais utilizadas, sugerem que o músculo VMO não pode ser recuperado seletivamente em relação ao músculo VLL realizando exercícios de CIRM e de CIsotRM no equipamento *Leg-Press*.

DESCRITORES: Eletromiografia, métodos. Fisioterapia. Articulação do joelho. Articulação do quadril. Articulação do tornozelo. Resistência à tração. Exercício.

¹ Este trabalho faz parte do Projeto Integrado de Pesquisa: "Utilização de sistemas de medidas de avaliação de respostas musculares durante exercício físico em cadeia cinética fechada", coordenado pela Prof^a Dr^a Vanessa Monteiro Pedro e financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, Processo nº524190/96.

* Fisioterapeuta. Pesquisadora do Laboratório de Avaliação e Intervenção em Ortopedia e Traumatologia, LAIOT da Universidade Federal de São Carlos, UFSCar. Bolsista de Iniciação Científica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq.

** Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos, UFSCar.

*** Professor Titular do Departamento de Morfologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, FOP da Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP. Chefe do Laboratório de Eletromiografia da FOP-UNICAMP.

**** Aluno do Curso de Graduação em Estatística da Universidade Federal de São Carlos, UFSCar.

***** Professora Assistente Doutora do Departamento de Odontologia Social da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, FOP da Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP.

***** Professora do Departamento de Fisioterapia da Universidade Metodista de Piracicaba, UNIMEP.

***** Professor Titular do Departamento de Morfologia da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, FORP da Universidade de São Paulo, USP.

***** Professora Adjunto II 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: Cristina Maria Nunes Cabral. Alameda dos Crisântemos, 60 apto 1A. 13566-550 - Cidade Jardim, São Carlos, SP.

INTRODUÇÃO

Várias técnicas que visam a recuperação funcional da articulação do joelho vêm sendo desenvolvidas face à alta incidência de lesões dessa articulação decorrente de atividades esportivas. Cerca de 50% das lesões músculo-esqueléticas envolvem a articulação do joelho^{12,14}, sendo que a alteração mais comum é a síndrome fêmoro-patelar, também conhecida como dor fêmoro-patelar, disfunção fêmoro-patelar, mau alinhamento patelar e condromalácia patelar⁶. Apesar das bases etiológicas e patogênicas das disfunções da articulação fêmoro-patelar serem desconhecidas, vários fatores têm sido citados como causa dessas lesões, tais como a fraqueza do músculo Vasto Medial Oblíquo (VMO), aumento no ângulo Q, posição e tamanho da patela, joelho valgo e torção tibial lateral²⁰.

O músculo VMO atua como estabilizador medial da patela¹⁸ e qualquer insuficiência (atrofia/hipotonia) ou desequilíbrio entre esse músculo e o músculo Vasto Lateral (VL) pode causar mau alinhamento patelar^{1,8,14}, o qual representa um importante fator desencadeador da síndrome fêmoro-patelar.

O tratamento de várias patologias da articulação do joelho – tais como lesão meniscal ou ligamentar, reconstrução do ligamento cruzado anterior e outras – incluindo as patologias da articulação fêmoro-patelar, geralmente contém exercícios em cadeia cinética fechada (CCF), os quais segundo Bynum et al.³ têm sido reconhecidos como mais seguros e funcionais do que os exercícios em Cadeia Cinética Aberta (CCA). Os exercícios em CCF aproximam-se dos padrões de movimentos funcionais^{11,27}, tanto nas atividades da vida diária como nas esportivas, não só fortalecendo a musculatura do membro inferior como também diminuindo a dor na região anterior da articulação do joelho, proporcionando resistência e propriocepção⁷. Além disso, os referidos exercícios são fundamentais em atividades como subir e descer escadas, apoiar-se sobre um membro, levantar-se de uma cadeira e no aparelho *Leg-Press*, no qual os músculos da extremidade inferior são solicitados a realizar contrações sobre o membro fixo²⁹. Os exercícios em CCF são indicados para a recuperação funcional do músculo VMO¹⁶, diminuindo o estresse na articulação fêmoro-patelar até os 50° de flexão do joelho^{17,24}.

Atualmente, a Eletromiografia (EMG) tem sido utilizada como instrumento cinesiológico para estudo da função muscular, sendo empregada no estudo da

atividade muscular e no estabelecimento do papel de diversos músculos em atividades específicas¹⁹. O músculo quadríceps da coxa tem sido amplamente estudado através da EMG, principalmente no que diz respeito à articulação fêmoro-patelar. No entanto, a participação das fibras oblíquas do músculo Vasto Medial (VM), como base do tratamento conservador da síndrome fêmoro-patelar, precisa ser mais estudada¹⁶, especialmente durante exercícios realizados em CCF.

Assim, a proposta deste estudo foi analisar a atividade elétrica do músculo VMO em relação a do músculo Vasto Lateral Longo (VLL) durante exercícios de contração isométrica com resistência máxima (CIRM) a 90° de flexão do joelho e de contração isotônica com resistência máxima (CIsoRM) partindo de 120° de flexão até a extensão total realizados no aparelho *Leg-Press*.

MATERIAL E MÉTODOS

SUJEITOS

Foram selecionados 12 voluntários adultos não sedentários (4 homens e 8 mulheres) que praticavam qualquer atividade física com frequência de duas ou mais vezes por semana, na faixa etária de 18 a 23 anos (21,9 ± 1,16), sem história de disfunção músculo-esquelética até a época deste estudo, principalmente na articulação fêmoro-patelar. Essa condição foi estabelecida para assegurar que o voluntário não apresentasse sinais ou sintomas de patologia do quadril, joelho ou tornozelo.

Todos os voluntários assinaram um termo de consentimento formal de participação na pesquisa, a qual foi conduzida de acordo com o Conselho Nacional de Saúde (Resolução 196/96).

INSTRUMENTAÇÃO

A atividade EMG foi obtida usando um Conversor Analógico-Digital de 16 canais com programa de Aquisição de Dados (CAD 12/36 – 60K – AqDados 4.6 – LYNX Tecnologia Eletrônica Ltda), com resolução de 12 bits. A frequência de aquisição do sinal foi de 1000 Hz, com velocidade de 400 ms. O filtro usado foi de 500 Hz (passa alta) e 10 Hz (passa baixa).

O sinal EMG foi captado por eletrodos diferenciais de superfície (DELSYS Inc.) e registrado pela raiz quadrada da média (RMS) em μV .

Para a execução dos exercícios foi utilizado

o aparelho *Leg-Press Top Line Horizontal*[#] (Figura 1) e os registros EMG foram normalizados em uma mesa

flexo-extensora¹⁵, que permitiu o ajuste dos ângulos de flexão do quadril e do joelho (Figura 2).

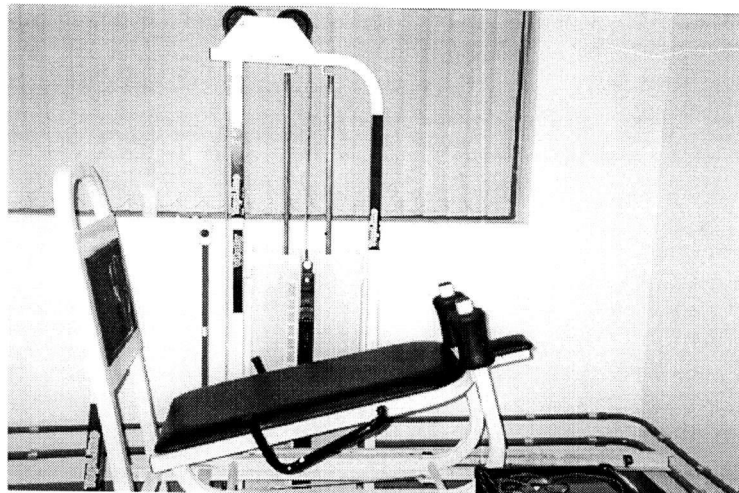


FIGURA 1 – Aparelho *Leg-Press Top-Line Horizontal* (VITALLY)

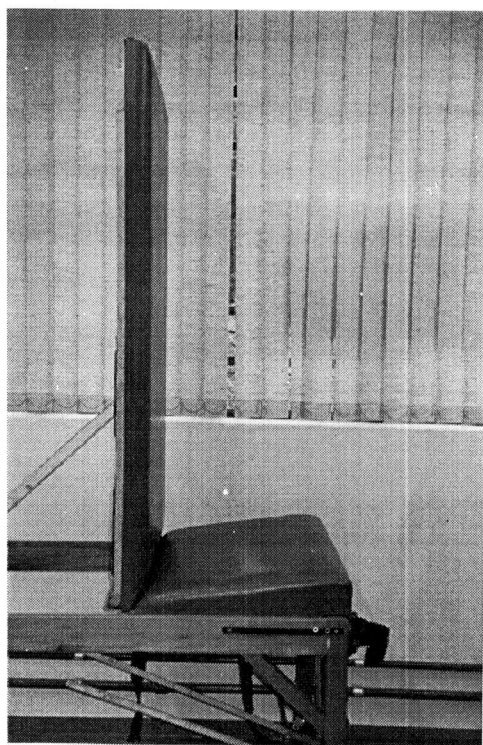


FIGURA 2 – Mesa flexo-extensora

PROCEDIMENTOS

Antes da avaliação EMG, o indivíduo foi submetido a uma sessão de treinamento no aparelho *Leg-Press* para que se familiarizasse com o tipo de exercício e também para que fosse determinada a resistência máxima de carga, na qual foram realizados os exercícios.

Como referência anatômica para a fixação dos eletrodos nos músculos VMO e VLL, foi traçada uma linha que unia a espinha ilíaca ântero-superior ao centro da patela. Os eletrodos estavam localizados no centro do ventre muscular entre a zona de inervação proximal e a junção miotendinosa⁵, ficando paralelos às fibras musculares. Um eletrodo foi colocado a 4 cm da borda súpero-medial da patela com um ângulo de 50° a 55° para a captação dos potenciais do músculo VMO¹⁰. Outro eletrodo foi posicionado a 15 cm da borda súpero-lateral da patela com inclinação de 13,6° para captação dos potenciais do músculo VLL². Um fio terra, constituído de uma placa metálica, foi untado com gel eletrocondutor e fixado por um velcro sobre o punho esquerdo do voluntário, com o propósito de eliminar eventuais interferências. A coleta de dados foi executada no joelho esquerdo dos indivíduos em função da disposição dos equipamentos no laboratório.

[#] Doado pela Vitally – Indústria de aparelhos para ginástica Ltda, Av. Fernando Bonvino, 1800 - 15035-460 - São José do Rio Preto – SP.

O voluntário foi orientado e incentivado para realizar com força máxima e de maneira uniforme todo o período de contração através de um comando verbal dado pelo examinador.

Para cada exercício foram realizadas 3 contrações e a média obtida foi usada para cálculo. Cada contração foi mantida durante 4 seg, com um intervalo de 30 seg entre elas. O voluntário foi instruído a relatar qualquer sinal de desconforto ou fadiga muscular.

Normalização dos dados

Com a finalidade de diminuir a variabilidade inerente nos procedimentos EMG, os dados foram normalizados usando o registro dos músculos VMO e VLL, gerado pela contração isométrica voluntária máxima (CIVM) de extensão do joelho na mesa flexo-extensora, com 90° de flexão das articulações do quadril e joelho, e com a tibia em posição neutra. Essa conduta foi obtida registrando-se primeiramente o EMG dos músculos VMO e VLL durante a CIVM na mesa e, em seguida, expressando todos os outros valores de EMG, obtidos durante os exercícios com resistência máxima no *Leg-Press* como porcentagem dessa contração. Assim, o valor de RMS de cada exercício com resistência máxima no *Leg-Press* foi dividido pelo registro da CIVM de extensão do joelho, vezes 100¹⁰.

Posicionamento do voluntário

Para a execução do exercício isométrico, o voluntário foi posicionado no aparelho *Leg-Press* com 90° de flexão

do joelho esquerdo e com a tibia em posição neutra. Para o exercício isotônico, o voluntário foi posicionado com 120° de flexão do joelho esquerdo e com a tibia em posição neutra. A partir dessa posição, realizou-se a extensão total do joelho (a angulação foi obtida através de um goniômetro).

Ambos os exercícios foram realizados na resistência máxima de cada indivíduo.

Exercícios executados

Contração Isométrica de Resistência Máxima (CIRM) a 90° de flexão do joelho.

Contração Isotônica de Resistência Máxima (CIsoRM), partindo de 120° de flexão do joelho até a extensão total.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos ao teste de Wilcoxon em nível de 5% de significância.

RESULTADOS

Os resultados mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa (CIRM $p = 0,872$; CIsoRM $p = 0,855$) na atividade elétrica dos músculos VMO e VLL durante a execução dos exercícios estudados (Tabela 1).

TABELA 1 - Médias (X) e desvios padrões (SD) dos dados normalizados pela CIVM obtida na mesa dos músculos VMO e VLL durante exercícios de CIRM a 90° e CIsoRM partindo de 120° de flexão do joelho até a extensão total (n = 12)

CIRM	90°	CIsoRM	RM	
MÚSCULOS	X	SD	X	SD
VLL	58.260	12.459	67.007	30.753
VMO	54.537	18.101	57.960	17.593

DISCUSSÃO

Os exercícios mais freqüentemente utilizados, durante a fase de reabilitação da articulação do joelho em ca-

deia cinética aberta, são de contração isométrica realizados no ângulo de 90° de flexão do joelho^{9,22,23,25}. Nossos resultados mostraram que a atividade elétrica do músculo VMO não foi significativamente maior do que a do

músculo VLL, durante exercício de CIRM a 90° de flexão do joelho, não havendo assim um recrutamento seletivo do músculo VMO nesse tipo de exercício. Entretanto, deve-se salientar que o nosso estudo foi realizado em cadeia cinética fechada.

Em toda a bibliografia consultada, não encontramos trabalhos que tivessem avaliado eletromiograficamente a execução de exercícios com resistência máxima. Portanto, apesar das diferenças metodológicas empregadas, nossos resultados estão de acordo com os de Signorile et al.²², que investigaram a relação entre os músculos VMO e VL durante contração isométrica a 90° de flexão do joelho realizada no dinamômetro isocinético Biodex. Os autores encontraram um padrão similar de atividade elétrica nos músculos VMO e VL durante o exercício a 90° de flexão do joelho.

Outro estudo que comparou a atividade elétrica dos músculos VM e VL foi o de Zabik e Dawson²⁸, que verificou os ângulos de 110, 90, 70, 50 e 30° de flexão do joelho durante CIVMs realizadas numa mesa de extensão. Os autores observaram que as respostas EMG foram similares para os dois músculos nos cinco ângulos estudados, o que concorda com o nosso trabalho, apesar dos autores só terem avaliado 5 sujeitos saudáveis.

Da mesma forma, Schaub e Worrell²¹ determinaram a relação VMO/VL durante exercício de CIVM a 60° de flexão do joelho, estudando sujeitos saudáveis. Os autores não encontraram diferença estatisticamente significativa na proporção VMO/VL para o exercício estudado, o que está de acordo com os nossos resultados, apesar da diferença no ângulo estudado e do trabalho ter sido realizado em cadeia cinética aberta (CCA).

Em relação ao exercício isotônico, uma das limitações na captação dos sinais EMG foi o não controle exato da velocidade de execução do movimento, bem como a impossibilidade de determinar a relação tempo de movimento versus ângulo do joelho versus captação do sinal EMG, o que nos levou a analisar somente a relação VMO/VLL durante a contração isotônica como um todo.

Na literatura levantada, não encontramos trabalhos que pesquisassem a atividade elétrica dos músculos VMO e VLL, durante exercícios isotônicos, na amplitude de movimento de 120° de flexão até a extensão total. Assim, apesar da impossibilidade de comparação direta,

nossos resultados concordam com os de Cerny⁴, que estudou o agachamento bilateral, partindo da posição vertical até 45° de flexão do joelho com e sem adução de quadril, obtida através do uso de um travesseiro entre os joelhos, para determinar qual exercício poderia aumentar a atividade elétrica do VMO em relação ao VL. O autor não observou diferença entre os músculos VMO e VL nos dois tipos de exercícios.

Igualmente, Wilk et al.²⁶ estudaram eletricamente os músculos VM e VL de 10 sujeitos saudáveis durante execução de exercícios no *Leg-Press*, partindo da extensão total até aproximadamente 100° de flexão do joelho. Os autores verificaram que a atividade EMG máxima ocorreu entre 88° a 100° de flexão na fase de extensão do joelho no *Leg-Press*. Este é o estudo que mais se assemelha ao nosso, embora nós não tenhamos avaliado a atividade elétrica dos músculos VMO e VLL durante os diferentes graus de execução do exercício isotônico.

Por outro lado, Mariani e Caruso¹³ estudaram a atividade elétrica dos músculos VM e VL em CCA dividindo o movimento isotônico em três estágios: 90 a 60° de flexão do joelho, 60 a 30° e 30° até a extensão total do joelho. Os autores encontraram diferença entre a *performance* dos dois músculos entre os ângulos de 90 e 30°, quando o músculo VL foi mais ativo.

Apesar do nosso trabalho não ter encontrado diferença entre a atividade elétrica do músculo VMO em relação ao músculo VLL no exercício isotônico, acreditamos que uma análise detalhada que relacione o ângulo de flexão do joelho com a atividade elétrica dos músculos VMO e VLL mostre diferença entre os músculos. Para isso, mais trabalhos são necessários.

CONCLUSÃO

Os achados desta pesquisa, dentro das condições experimentais utilizadas, sugerem que os exercícios de CIRM a 90° de flexão do joelho e de CisotRM, partindo de 120° de flexão do joelho até a extensão total, não contribuem para a recuperação seletiva do músculo VMO em relação ao músculo VLL. No entanto, acreditamos serem necessários novos trabalhos que estudem esses mesmos exercícios em angulações diferentes e também a influência desses exercícios em pacientes com síndrome fêmoro-patelar.

Cabral, C.M.N., Serrão, F.V., Bérzin, F., Gardelim, R.J.B., Gil, I.A., Grosso, D.B., Vitti, M., Pedro, V.M. Atividade elétrica dos músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral longo durante exercícios isométricos e isotônicos. *Rev. Fisioter. Univ. São Paulo*, v. 5, n. 2, p. 97-103, jul. / dez., 1998.

Cabral, C.M.N., Serrão, F.V., Bérzin, F., Gardelim, R.J.B., Gil, I.A., Grosso, D.B., Vitti, M., Pedro, V.M. Electrical activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis longus muscles during isometric and isotonic exercises. *Rev. Fisioter. Univ. São Paulo*, v. 5, n. 2, p. 97-103, jul. / dez., 1998.

ABSTRACT: The purpose of this work was to evaluate if the vastus medialis oblique (VMO) muscle had greater electrical activity than the vastus lateralis longus (VLL) muscle during exercises of maximal resistance isometric contraction (MRIC) and maximal resistance isotonic contraction (MRIsotC) performed in Leg-Press (VITALLY). The electrical activity of the VMO and VLL muscles was investigated in 12 adult volunteers no sedentary ($X= 21.9$; $SD= 1.16$), without prior hip, knee and ankle pathologies, using a 16-channel Electromyographic System and program of Data Acquisition (Digital Analogue Converter – CAD 12/36 – 60K – AqDados 4.6 – LYNX Tecnologia Eletrônica Ltda) and differential surface electrodes (DELSYS Inc.). The electromyographic records were measured by root mean square (RMS), in μV , and normalized as percentage of maximal voluntary isometric contraction (MVIC) of knee extension obtained in a flexion-extension table. The statistical analysis employed was the Wilcoxon test at 5% level of significance. The results showed that there was no difference between the electrical activity of the VMO and VLL muscles for both exercises studied (MRIC $p=0.872$; MRIsotC $p=0.855$). The data of this research, within the experimental conditions used, suggest that the VMO muscle can't be selectively recovered in relation to the VLL muscle by exercises of MRIC and MRIsotC.

KEYWORDS: Electromyography, methods. Physical therapy. Knee joint. Hip joint. Ankle joint. Tensile strenght. Exercise.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Basmajian, J. Re-education of vastus medialis: a misconception. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, v.51, p.245-7, 1970.
2. Bevilaqua-Grosso, D. *Músculo vasto lateral oblíquo. Correlações anátomo-clínicas*. São Paulo, 1996. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas.
3. Bynum, B.E., Barrack, R.L., Alexander, A.H. Open versus closed chain kinetic exercises after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am. J. Sports Med.*, v.23, p.401-6, 1995.
4. 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.
5. De Luca, C.J. The use of surface electromyography in biomechanics. *J. Appl. Physiol.*, v.13, p.135-63, 1997.
6. Doucette, S.A., Goble, M. The effect of exercise on patellar tracking in lateral patellar compression syndrome. *Am. J. Sports Med.*, v.20, p.434-40, 1992.
7. Eng, J.J., Pierrynowski, M.R. Evaluation of soft foot orthotics in the treatment of patellofemoral pain syndrome. [Commentary. Maffulli, N.]. *Phys. Ther.*, v.73, p.62-70, 1993.
8. Fox, T.A. Displasia of the quadriceps mechanism, hipoplasia of the vastus medialis muscle as a related to the hypermobile patella syndrome. *Surg. Clin. North Am.*, v.55, p.199-226, 1975.
9. Haffajee, D., Moritz, U., Svantesson, G. Isometric knee extension strength as a function of joint angle and motor unit activity. *Acta Orthop. Scand.*, v.43, p.138-47, 1972.
10. Hanten, W.P., Schulties, S.S. Exercise effect on electromyographic activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis muscles. *Phys. Ther.*, v.7, p.561-5, 1990.
11. Hubberti, H.H., Hayes, W.C., Stone, J.L. Force ratios in the quadriceps tendon and ligamentum patellae. *J. Orthop. Res.*, v.2, p. 49-54, 1984.
12. Kannus, P.A. Long patellar tendon: radiographic sign of patellofemoral pain syndrome – a prospective study. *Radiology*, v.185, p.859-63, 1992.
13. Mariani, P.P., Caruso, I. An electromyographic investigation of subluxation of the patella. *J. Bone Joint Surg.*, v.61, p.169-71, 1979.
14. McIntyre, D.L., Robertson, G.E. Quadriceps muscle activity in women runners with and without patellofemoral pain syndrome. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, v.73, p.10-4, 1992.
15. Monteiro-Pedro, V. *Atividade eletromio-gráfica do músculo vasto medial oblíquo em exercícios isométricos e isotônicos das articulações do quadril e do joelho*. São Paulo, 1995. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas.

16. Monteiro-Pedro, V., Vitti, M., Bérzin, F., Bevilaqua-Grosso, D. Electromyographic activity of vastus medialis oblique muscle in step-up and step-down exercises. *Braz. J. Morphol. Sci.*, v.14, n.1, p.19-23, 1997.
17. Nissell, R., Ericson, M. Patellar forces during isokinetic knee extension. *Clin. Biomed.*, v.7, p.104-8, 1992.
18. Paulos, L., Rusche, K., Johnson, C., Noyse, R.F. Patellar malalignment: a treatment rationale. *Phys. Ther.*, v.60, p.1624-32, 1980.
19. Portney, L. Eletromiografia e testes de velocidade de condução nervosa. In: O'Sullivan, S., Schmitz, T.J. *Fisioterapia: avaliação e tratamento*. 2.ed. São Paulo : Manole. 1993. p.183-223.
20. Ruffin, M.T., Kinningham, R.B. Anterior knee pain: the challenge of patellofemoral syndrome. *Am. Fam. Phys.*, v.43, p.185-94, 1993.
21. Schaub, P., Worrell, T.W. EMG activity of six muscles and VMO:VL ratio determination during a maximal squat exercise. *J. Sport Rehabil.*, v.4, p.195-202, 1995.
22. Signorile, J.F., Kacsik, D., Perry, A., Robertson, B., Williams, R., Lowesteyn, I., Digel, S., Caruso, J., LeBlanc, W.G. The effect of knee and foot position on the electromyographical activity of the superficial quadriceps. *J. Orthop. Sport Phys. Ther.*, v.22, p.2-9, 1995.
23. Skurja, M., Perry, J., Gronley, J., Hislop, H.J. Quadriceps action in straight leg raise versus isolated knee extension: an EMG and tension study. *Phys. Ther.*, v.60, p.582, 1980. [Abstract].
24. Steinkamp, L.A., Dellingham, M.F., Markel, H.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.
25. Tepperman, P.S., Mazliah, J., Naumann, S., Delmore, T. Effect of ankle position on isometric quadriceps strengthening. *Am. J. Phys. Rehabil.*, v.58, p.57-69, 1986.
26. Wilk, K.E., Escamilla, R.F., Fleisig, G.S., Barrentine, S.W., Andrews, J.R., 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, n.4, p.518-27, 1996.
27. Woodall, W., Welsh, J. A biomechanical basis for rehabilitation programs involving the patellofemoral joint. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.*, v.11, p.535-42, 1990.
28. Zabik, R.M., Dawson, M.L. Comparison of force and peak EMG during a maximal voluntary isometric contraction at selected angles in the range of motion for knee extension. *Percept. Mot. Skills*, v.83, p.976-8, 1996.
29. Zappala, F.G., Taffel, C.B., Scuderi, G.R. Rehabilitation of patellofemoral joint disorders. *Orthop. Clin. North Am.*, v.230, p.555-66, 1992.

Recebido para publicação: 15/07/1998

Aceito para publicação: 15/08/1998