

ARTIGOS

Análise Eletromiográfica dos Músculos Vasto Medial Oblíquo e Vasto Lateral em Exercícios Usados no Tratamento da Síndrome da Dor Patelofemoral

Electromyographic Analysis of the Vastus Medialis Oblique and Vastus Lateralis Muscles in Patellofemoral Pain Syndrome Rehabilitation Exercises

Sérgio Teixeira da Fonseca⁽¹⁾
André Benemann da Costa Cruz⁽²⁾
Sandro de Souza Lima⁽²⁾
Ana Flávia Avelar Maia Seixas⁽²⁾

RESUMO: A síndrome da dor patelofemoral é uma das patologias mais comuns na prática clínica ortopédica³⁴. Geralmente, esta patologia é causada por alterações biomecânicas que resultam num deslizamento lateral excessivo da patela. Estudos indicam o fortalecimento do músculo Vasto Medial Oblíquo (VMO) como fundamental no tratamento da Síndrome da Dor Patelofemoral. Entretanto, não existe um consenso com relação a exercícios que fortaleçam preferencialmente o VMO em relação ao músculo Vasto Lateral (VL). O objetivo deste estudo foi verificar através de eletromiografia a ativação do VMO e VL em quatro exercícios empregados para o fortalecimento preferencial do VMO. Nove indivíduos sem alterações biomecânicas significativas participaram do estudo. ANOVA para medidas repetidas revelou uma diminuição significativa ($p < 0,05$) da ativação do VL durante o exercício de extensão de joelho, em cadeia cinética aberta, com o joelho fletido em 30° e rotação lateral de quadril. Observou-se também um aumento da razão VMO/VL durante o mesmo exercício, indicando uma ativação preferencial do VMO em relação ao VL. Não foi verificada uma ativação preferencial do VMO durante os exercícios de extensão de joelho em cadeia cinética aberta, com o joelho fletido em 30°, sem rotação de quadril; extensão de joelho em cadeia cinética aberta, com o joelho fletido em 30° e inversão de pé; e extensão de joelho em cadeia cinética fechada, com o joelho fletido em 30° e rotação lateral de

quadril. Outros estudos devem ser realizados em indivíduos com Síndrome da Dor Patelofemoral, para analisar se o comportamento desses músculos nesses indivíduos é semelhante ao dos indivíduos normais no exercício de extensão de joelho, em cadeia cinética aberta, com o joelho fletido em 30° e rotação lateral de quadril.

DESCRIPTORES: Eletromiografia. Músculos. Terapia por exercício/métodos. Fisioterapia. Dor/reabilitação. Ligamento patelar.

ABSTRACT: Patellofemoral pain syndrome is a pathology commonly found in Physical Therapy practice³⁴. This pathology is generally caused by biomechanical changes that lead to a lateral glide of the patella. It has been advocated that strengthening of the vastus medialis oblique (VMO) muscle is essential for the treatment of the patellofemoral pain syndrome. However, there is a lack of consensus about how the selective strengthening of the VMO muscle can be accomplished. The objective of this study was to verify through surface electromyography the activation pattern of the VMO and vastus lateralis (VL) muscles in four exercises usually prescribed for strengthening of these muscles. Nine normal individuals without significant lower limb malalignment participated in the study. ANOVA for repeated measures revealed a significant decrease ($p < 0,05$) in the integrated electromyography values of the VL muscle during open kinetic, isometric

⁽¹⁾ Fisioterapeuta, ScD, Departamento de Fisioterapia. Universidade Federal de Minas Gerais.

⁽²⁾ Fisioterapeuta.

Endereço para correspondência: Sérgio Teixeira da Fonseca - Rua Minerva, 556 Apto. 602, Caiçara. 30720-580 - Belo Horizonte, MG.

e-mail: sfonseca@metalink.com.br

knee extension exercise with hip external rotation and knee at 30° of flexion. It was also observed an increase in the VMO/VL ratio during the same exercise, caused by a decrease in the activation of the VL. It was not observed any statistical difference in the activation values of the vastus medialis muscle during open kinetic, isometric knee extension exercise with foot inversion and knee at 30° of flexion, open kinetic, isometric knee extension exercise with hip in neutral

and knee at 30° of flexion and closed kinetic, isometric knee extension with hip in external rotation and knee at 30° of flexion. More studies are suggested to test if the findings of the current study will be similar in subjects with patellofemoral pain syndrome.

KEYWORDS: Electromyography. Muscles. Exercise therapy/methods. Physical therapy. Pain/rehabilitation. Patellar ligamento.

INTRODUÇÃO

A dor na articulação patelofemoral tem sido relatada como uma das queixas mais comuns na prática ortopédica, sendo de difícil tratamento para fisioterapeutas e outros profissionais da área.^{12,16,28} Localizada usualmente na região retro ou peripatelar, essa dor é a principal característica da Síndrome da Dor Patelofemoral^{5,12,16,28}. O termo “Síndrome da Dor Patelofemoral” é usado para circundar uma série de condições associadas à disfunção da articulação patelofemoral, incluindo a condromalácia patelar, a subluxação ou deslocamento patelar, patela alta, o mal alinhamento do mecanismo extensor do joelho^{9,12,19,22,29,35}. Apesar da diversidade de fatores associados à Síndrome da Dor Patelofemoral, existe um consenso geral em que o desalinhamento do mecanismo extensor do joelho, associado a uma movimentação lateral excessiva da patela, constitui-se como a principal causa da Síndrome da Dor Patelofemoral^{9,12,19,22,35}.

Análises biomecânicas sugerem que o alinhamento e a função normal da articulação patelofemoral dependem de um equilíbrio apropriado entre as forças exercidas sobre a patela por estruturas passivas e ativas^{7,10,11,12,13,28,30,34}. Estruturas passivas referem-se às partes ósseas, às fâscias, aos retináculos, aos tendões e aos ligamentos. Anormalidades que podem levar a alterações destas estruturas incluem anteversão do colo do fêmur, pronação subtalar excessiva, geno valgo, geno varo, geno recurvato, patela alta, hipermobilidade patelar, alterações da superfície troclear, aumento do ângulo quadricipital, encurtamento do retináculo lateral e da banda ílio-tibial e frouxidão do retináculo medial^{5,7,10,12,13,22,28}.

As estruturas ativas relacionam-se aos músculos que conferem estabilidade dinâmica à articulação. A

única estrutura ativa que atua diretamente na estabilidade dinâmica da patela é o músculo quadríceps da coxa.³⁵ Este músculo é composto por quatro cabeças que se inserem na patela através de um tendão comum²⁴. Dentre os quatro componentes do músculo quadríceps os mais frequentemente estudados em relação à estabilidade patelar são o VMO e o VL^{1,4,12,19,34}. O ângulo de inserção e a orientação das fibras destes músculos, associados a outros fatores biomecânicos, irão determinar o vetor resultante das forças de ação sobre a patela. O músculo VL se insere na superfície lateral superior da patela, fazendo um ângulo no plano frontal de aproximadamente 12° a 15° lateralmente, a partir da linha axial do fêmur²⁰. Este músculo atuará, portanto, na extensão do joelho, com um vetor de força resultante, agindo sobre a patela orientado superior e lateralmente. O músculo vasto medial é considerado um músculo composto de duas porções, de acordo com o alinhamento de suas fibras: a superior (fibras longas do Vasto Medial) e a inferior (fibras oblíquas do Vasto Medial, ou VMO). Estas porções inserem-se no aspecto medial superior da patela fazendo um ângulo no plano frontal de 15° a 18°, e 40° a 55° respectivamente, a partir da linha axial do fêmur^{2,11,20}. Portanto, exercem uma força superior e medial sobre a patela durante a extensão do joelho. Sua maior atuação com relação à estabilidade patelar se dá nos últimos graus de extensão, quando a patela posiciona-se fora do sulco intercondilar, tornando-se mais instável^{20,28,35}.

Uma vez que, no plano frontal, os vetores resultantes da ação desses músculos possuem orientações diferentes e “antagônicas”, o VMO e o VL podem estar diretamente envolvidos no mecanismo do deslizamento lateral da patela. Um desequilíbrio

na ação destes músculos causado por distúrbios do mecanismo neurofisiológico, atrofia ou inserção inadequada dos mesmos, quase sempre associados a anormalidades das estruturas passivas, pode contribuir para a mudança do vetor resultante de forças sobre a patela, levando-a a um deslizamento lateral excessivo durante a extensão do joelho^{5,7,10,11,12,19,30,34}.

Em decorrência desse possível mecanismo de desequilíbrio muscular, associado às tendências de lateralização da patela, o fortalecimento do VMO tem sido considerado parte essencial do programa de reabilitação dos pacientes com Síndrome da Dor Patelofemoral, com a finalidade de equilibrar as forças exercidas sobre a patela. No entanto, existem discordâncias quanto ao fato desse músculo poder ser preferencialmente ativado em relação aos outros componentes do quadríceps da coxa^{4,9,11,14,22,28,35}. Vários estudos têm sido realizados com o objetivo de observar o comportamento do VMO e do VL em diversas situações (ex.: angulações diferentes do joelho, tipo de contração), na tentativa de selecionar um exercício que priorize a atividade do VMO e, conseqüentemente, leve à normalização do deslizamento patelar^{4,9,11,14,22,28,35}.

Duchenne⁶ em 1866, através do método de faradização localizada, verificou que o VMO era mais ativo que o VL na extensão do joelho. Estudos eletromiográficos realizados por Wheatley e Janke³², Pocock¹⁸, Lieb e Perry¹⁵ e Brewerton³ reportaram que ambos os músculos vastos eram ativos durante toda a amplitude de movimento. Gryzlo et al.⁸ demonstraram através de análises eletromiográficas a existência de uma ação similar do VMO e VL nos últimos 15° de extensão. Smilie²³ sugeriu que o principal responsável pelos últimos 15° de extensão do joelho era o VMO.

Alguns estudos mais recentes propõem situações e exercícios específicos que ativem preferencialmente o VMO. Hanten e Schulthies⁹ demonstraram através da eletromiografia (EMG) que, durante uma contração isométrica máxima de adução de quadril, a atividade elétrica do VMO foi significativamente maior que a do VL. Souza e Gross²⁸, também utilizando-se de análises eletromiográficas, demonstraram que contrações isotônicas de quadríceps apresentaram uma maior razão VMO/VL do que contrações isométricas.

Por outro lado, Zakaria et al.³⁵ demonstraram, através da EMG, não haver ativação preferencial do VMO sobre o VL em exercícios isométricos de adução de quadril e extensão de joelho com o pé na posição neutra ou em dorsiflexão. Resultado similar foi descrito

por Signorile et al.²² analisando eletromiograficamente contrações isométricas do quadríceps da coxa em diversas angulações do joelho e posicionamento do pé. Outros trabalhos utilizando EMG, como os realizados por Karst e Jewett¹¹ e Cerny⁴, apontaram também não haver um exercício específico que solicite uma ativação preferencial do VMO.

Análises destes estudos indicam a ausência de um consenso sobre a padronização de exercícios que ativem preferencialmente o VMO, talvez em razão da falta de padronização dos estudos no que se refere à metodologia empregada e à interpretação dos dados eletromiográficos. A inclusão de indivíduos com Síndrome da Dor Patelofemoral em alguns destes estudos também pode interferir nos resultados. A presença de dor e as alterações biomecânicas do joelho, freqüentemente encontradas nesses indivíduos, podem comprometer a validade dos procedimentos e conseqüentemente dos resultados. Outro fator que dificulta a comparação de resultados obtidos por estudos diferentes está relacionado ao tipo de exercício realizado. Os estudos diferem quanto ao posicionamento do indivíduo e das articulações envolvidas, tipo de ação muscular (isométrica, isotônica ou isocinética) e tipo de cadeia cinética (aberta ou fechada). O procedimento técnico incluindo limpeza da pele, tipo de eletrodos e colocação dos mesmos, bem como o ambiente e aparelhos utilizados também devem ser levados em consideração^{17,26}.

Apesar da ausência de consenso quanto a ação diferenciada dos músculos do quadríceps da coxa na prática clínica, alguns exercícios são mais comumente usados por se acreditar que eles priorizem a ação do VMO. Exercícios em cadeia cinética fechada e alguns em cadeia cinética aberta realizados nos últimos 30° de extensão de joelho, associados a posicionamentos específicos das outras articulações do membro, são freqüentemente prescritos com o objetivo de fortalecer preferencialmente o VMO. Estes exercícios têm sido considerados clinicamente eficazes no tratamento do desalinhamento patelar, mesmo sem ainda uma comprovação científica destas indicações de tratamento.

OBJETIVO

O objetivo desse estudo foi analisar, através de EMG, se o VMO é preferencialmente ativado em relação ao VL, em sujeitos normais (sem Síndrome

da Dor Patelofemoral) e sem alterações significativas do alinhamento patelar, durante alguns exercícios frequentemente selecionados na prática clínica. Os exercícios testados foram: a) contração isométrica do quadríceps da coxa, em cadeia cinética aberta, com 30° de flexão de joelho; b) contração isométrica do quadríceps da coxa em cadeia cinética aberta, com 30° de flexão de joelho e rotação de externa de quadril; c) contração isométrica do quadríceps da coxa em cadeia cinética aberta, com 30° de flexão de joelho e inversão de pé; d) contração isométrica do quadríceps da coxa em cadeia cinética fechada, com 30° de flexão de joelho e rotação externa de quadril (posição “pliê”).

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostra

Nove indivíduos saudáveis do sexo masculino com idade variando entre 19 e 24 anos (média = 21,1 anos) participaram do estudo. Os indivíduos que possuíam histórico de cirurgia, lesões músculo-ligamentares, ou dores frequentes no joelho do membro a ser estudado foram previamente excluídos. Todos os participantes foram submetidos a uma avaliação física prévia e aqueles que apresentaram um ou mais fatores que pudessem alterar o alinhamento patelar também foram excluídos. Os fatores anatômicos e funcionais avaliados foram: ângulo Q superior a 20°, anteversão de colo de fêmur superior a 25°, pronação excessiva durante a marcha, encurtamento significativo do retináculo lateral e displasia do VMO, que podem alterar a biomecânica normal da articulação do joelho, levando a um mal alinhamento do mecanismo extensor do joelho.

INSTRUMENTAÇÃO

Um eletromiógrafo EMG100A (Biopac Systems, Inc.) usou-se para monitorar a atividade elétrica dos músculos selecionados. Dois módulos amplificadores (100-A / Biopac Systems, Inc.) com impedância de entrada de dois Mega Ohms foram utilizados, conectados a um computador (PC Pentium) por meio de um conversor analógico/digital (UIM 100) e software. Os sinais eletromiográficos foram coletados na frequência de 500 Hz³³.

PROCEDIMENTOS

Inicialmente, todos os envolvidos assinaram um termo concordando em participar voluntariamente do estudo. Em seguida, executaram cada exercício como treinamento, para assegurar um perfeito entendimento dos mesmos e a prática correta. Após a preparação da pele, um par de eletrodos passivos de superfície do tipo Ag/AgCl (Biopac Systems, Inc.) foi posicionado na área de maior volume do ventre muscular do VMO e do VL²⁵. E um eletrodo “terra” na face medial da tíbia, logo abaixo da tuberosidade tibial^{25,26}. A preparação da pele consistiu de uma tricotomia da área quando necessária, limpeza com algodão embebido em álcool, abrasão local com uma bucha seca, e introdução de gel condutor na pele através da técnica de “drilling”²⁶. Os eletrodos foram posicionados sobre os ventres musculares de cada músculo, com uma distância de dois centímetros entre um e outro, e seguiram a orientação das fibras musculares de cada músculo. Após a fixação dos eletrodos na pele por meio de uma fita adesiva de dupla face, outra fita adesiva simples foi usada externamente ao eletrodo para melhor fixação dos mesmos. A impedância da pele foi verificada através de um multímetro digital. As leituras registradas acima de 20.000 Ohms não foram aceitas.

Com a finalidade de prover dados para a normalização dos dados obtidos, todos os sujeitos realizaram três contrações isométricas máximas voluntárias (CMV) de extensão de joelho, de cinco segundos de duração, com o joelho posicionado em extensão total. Nessa posição, o VMO e o VL encontram-se no seu menor comprimento, e dessa forma, ocorre um recrutamento máximo de unidades motoras. Medidas do torque produzido foram realizadas para assegurar que os voluntários produziam contrações máximas durante a coleta.

EXERCÍCIOS

Todos os exercícios realizados foram do tipo isométrico. O teste consistiu em três contrações máximas voluntárias para cada exercício, com duração de cinco segundos cada. Para minimizar a fadiga muscular, respeitou-se o tempo de um minuto e meio de descanso entre uma série e outra do mesmo exercício e de quatro minutos entre um e outro, sendo a ordem destes aleatória para cada indivíduo. Os quatro exercícios realizados foram:

1. extensão de joelho em cadeia cinética aberta, sem rotação de quadril (EXCA). O teste foi realizado com o indivíduo sentado em uma cadeira, com quadril a 90° de flexão e rotação neutra. Para sua realização utilizou-se um aparelho "Tork"²¹ (Figura 1) desenvolvido para a mensuração do torque isométrico. Os indivíduos foram orientados a se segurarem firmemente à cadeira para impedir que a mesma se levantasse, o que alteraria a angulação do joelho. A cadeira e o aparelho foram fixados, impedindo o deslocamento dos mesmos. O joelho do membro estudado foi posicionado a 30° de flexão, com a extremidade inferior da tíbia posicionada sob a plataforma fixa do aparelho e o pé em posição neutra. O membro inferior contralateral permaneceu apoiado no chão, com o joelho a 90° de flexão e os membros superiores ao lado do tronco, segurando a parte inferior do assento. O indivíduo foi orientado a estender o joelho no sentido vertical, seguindo a orientação do membro (Figura 2);

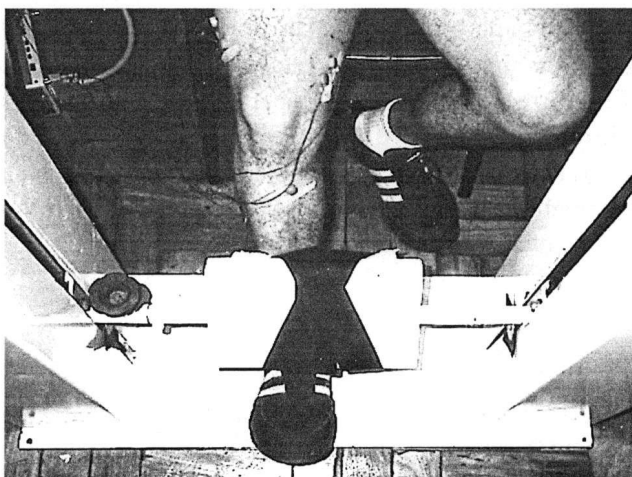


Figura 1 - Exercício EXCA

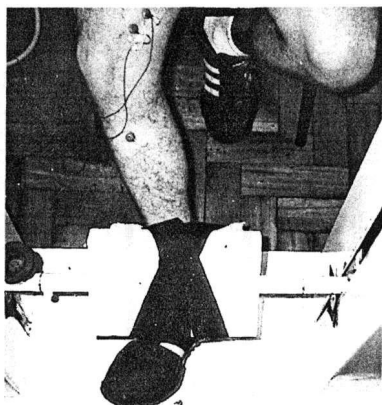


Figura 2 - Exercício EXCARE

2. extensão de joelho em cadeia cinética aberta com rotação lateral de quadril (EXCAIT). O indivíduo foi posicionado da mesma maneira do exercício anterior, porém, com rotação lateral do membro estudado. O joelho do mesmo membro foi posicionado a 30° de flexão, com a extremidade inferior da tíbia posicionada sob a plataforma fixa ("Tork"²¹), e o tornozelo em posição neutra. O membro inferior contralateral e os membros superiores permaneceram na mesma postura do exercício anterior. Durante o exercício, o indivíduo foi orientado a estender o joelho no sentido diagonal, seguindo a orientação do membro (Figura 3);

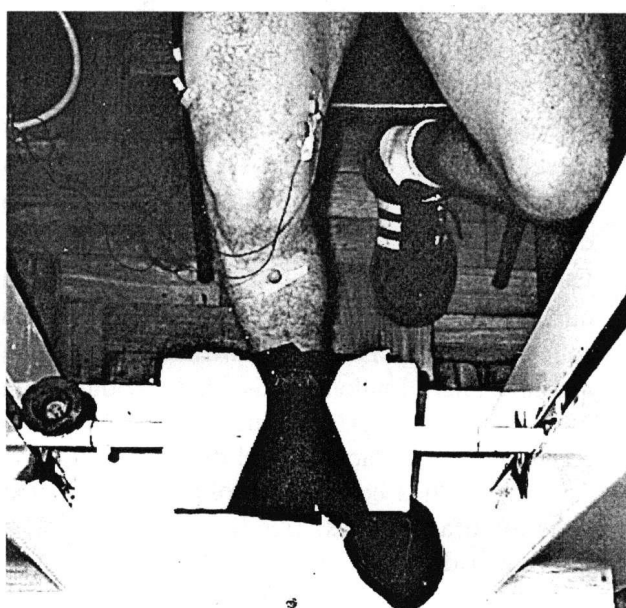


Figura 3 - Exercício EXCAIT

3. extensão de joelho em cadeia cinética aberta e inversão de pé (EXCAIT). O paciente foi posicionado da mesma maneira do primeiro exercício. O joelho do membro estudado também foi posicionado a 30° de flexão, com a extremidade inferior da tíbia posicionada sob a mesma plataforma fixa, porém com inversão do pé. O membro inferior contralateral e os membros superiores permaneceram na mesma posição dos dois primeiros exercícios. Durante o exercício, o indivíduo foi orientado a estender o joelho no sentido vertical, seguindo a orientação do membro, mantendo a inversão do tornozelo (Figura 4);

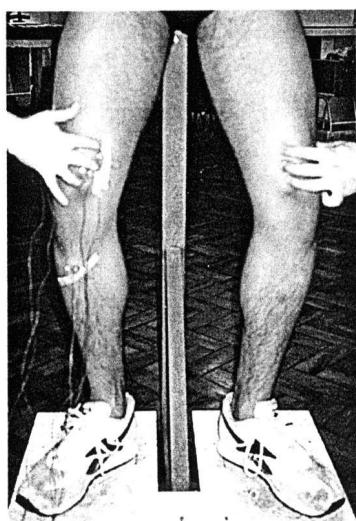


Figura 4 - Exercício EXCFRE

4. extensão de joelho em cadeia cinética fechada com rotação lateral de quadril (EXCFRE). Para a realização desse exercício foi utilizado um aparelho desenvolvido especificamente para esse estudo. Este aparelho constou de uma plataforma sobre a qual o indivíduo subia, com uma resistência fixa sobre os ombros. Este equipamento possui altura regulável, permitindo a análise de indivíduos com estaturas variadas. O indivíduo foi posicionado em pé, com 45° de rotação lateral de quadril e 30° de flexão de joelhos, com os ombros posicionados sob duas almofadas fixas. Imediatamente antes da realização do exercício, dois outros indivíduos apalpam a região dos dois músculos VMOs do indivíduo em teste, para proporcioná-lhe uma melhor percepção destes músculos. Durante a série, o indivíduo foi orientado a estender o joelho, empurrando o aparelho para cima com os ombros. Foi solicitado ao indivíduo que concentrasse sua força onde estavam posicionados os dedos (sobre os VMOs). Além disso, o indivíduo deveria manter a coluna reta, para que não houvesse alteração da angulação do joelho.

REDUÇÃO DOS DADOS

Os dados coletados da EMG foram processados e analisados através do *software AcqKnowledge* (Biopac Systems Inc.). O processamento consistiu em retificação e filtragem do sinal entre 10 e 200 Hz³³. Três amostras de três segundos foram coletadas de cada exercício e durante contrações máximas voluntárias.

Após o processamento, a os valores das amostras eletromiográficas foram calculados através de integração simples (soma dos produtos em intervalos de 0,002 segundos - IEMG).

O procedimento de normalização eletromiográfica, de cada músculo de cada paciente, foi definido como a porcentagem da IEMG mensurada no músculo durante o exercício analisado com relação a IEMG obtida durante as contrações máximas voluntárias. A média IEMG de cada exercício foi dividida pela média IEMG de cada CMV do mesmo músculo e sujeito e então multiplicada por cem. Este procedimento proporciona uma comparação mais válida dos registros eletromiográficos, pois controla a intervenção de variáveis relacionadas com os eletrodos. A média das três amostras de cada exercício foi usada para as análises.

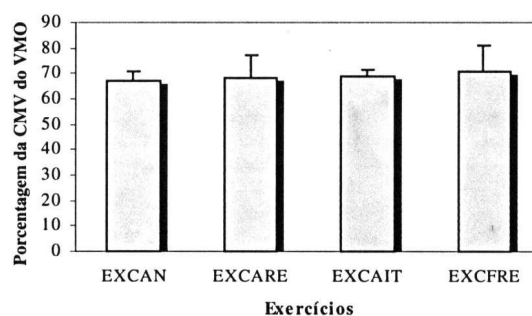
ANÁLISE ESTATÍSTICA

A porcentagem média da CMV de cada músculo, em cada exercício, foi comparada através da Análise de Variância (ANOVA) para medidas repetidas. O nível de significância foi estabelecido em $p = 0,05$. Contrastes foram utilizados para detectar diferenças significativas entre as médias obtidas em cada exercício. O mesmo procedimento foi utilizado para comparar a razão entre o VMO e o VL em cada um dos exercícios investigados.

RESULTADOS

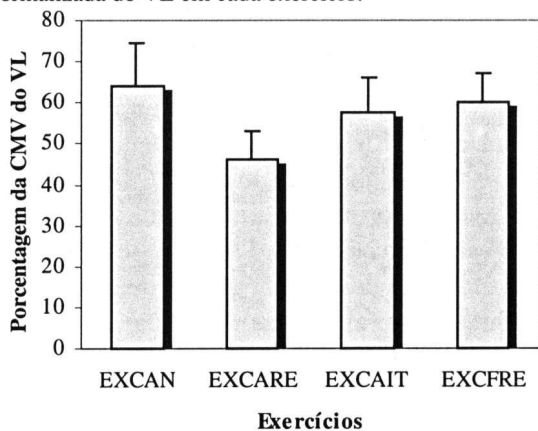
A ANOVA para medidas repetidas demonstrou não haver diferenças significativas na IEMG normalizada do VMO em nenhum dos quatro exercícios realizados ($p = 0,98$). As médias e os erros padrões das médias dos dados normalizados estão demonstrados no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Médias e erros padrões das médias da IEMG normalizada do VMO em cada exercício.



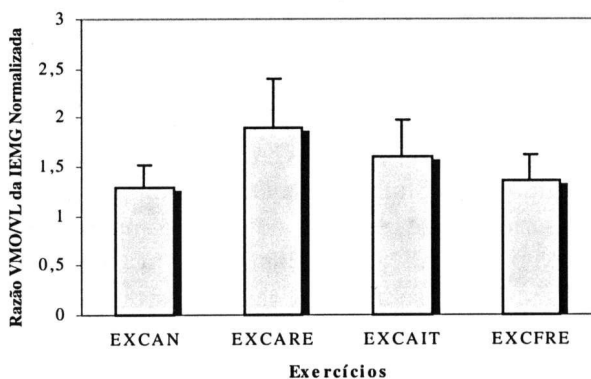
Com relação ao músculo VL, a ANOVA para medidas repetidas detectou diferenças significativas na IEMG normalizada durante os exercícios realizados ($p=0,02$). Os contrastes revelaram uma diminuição de ativação do VL durante o EXCARE quando comparado com o EXCFRE ($p=0,025$), EXCA ($p=0,003$) e quando contrastado com todos os exercícios ($p=0,006$). Entretanto, nenhuma diferença significativa foi detectada entre o EXCARE e o EXCAIT ($p=0,102$). As médias e os erros padrões das médias dos dados normalizados estão demonstrados no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Médias e erros padrões das médias da IEMG normalizada do VL em cada exercício.



A ANOVA para medidas repetidas também detectou diferenças significativas na razão VMO/VL ($p = 0,035$). Observou-se um aumento significativo da razão quando o EXCARE foi comparado com o EXCFRE ($p = 0,048$), EXCA ($p = 0,03$), e com todos os exercícios ($p = 0,035$). Entretanto, nenhuma diferença significativa foi detectada na razão VMO/VL entre os exercícios EXCARE e EXCAIT ($p=0,17$). As médias e os erros padrões das médias dos dados normalizados estão demonstrados no Gráfico 3.

Gráfico 3 - Médias e erros padrões das médias da razão VMO/VL normalizada em cada exercício.



DISCUSSÃO

O fortalecimento do VMO tem sido reportado como fundamental no tratamento dos indivíduos com Síndrome da Dor Patelofemoral^{9,12,16,23,28}. Como a movimentação lateral excessiva da patela está presente em quase todos os pacientes com a síndrome, acredita-se que o fortalecimento específico do VMO promova uma maior medialização da patela e, consequentemente, favoreça o seu alinhamento durante a extensão do joelho. Dessa forma, vários estudos têm sido realizados para analisar o comportamento dos componentes do quadríceps da coxa em diversos exercícios de fortalecimento dos músculos do joelho.

Alguns estudos apontam diferenças na ativação do VMO e do VL durante a extensão do joelho, de acordo com a angulação do joelho e o posicionamento das articulações do membro (ex.: rotações interna e externa de quadril e tíbia)^{6,9,23,28}. Em contraste, outros estudos indicam na sua maioria que os músculos do quadríceps da coxa são ativados na mesma proporção durante a extensão do joelho^{4,11,22,27,35}. As mesmas divergências com relação à existência de um exercício que fortaleça preferencialmente o VMO são encontradas entre os profissionais ligados à prática clínica. O objetivo desse estudo foi verificar a atividade eletromiográfica dos componentes mediais e laterais do quadríceps em quatro exercícios comumente utilizados para fortalecer preferencialmente o VMO.

Os resultados deste estudo não indicaram nenhuma diferença significativa entre a atividade do VMO nos exercícios estudados. Estes achados estão de acordo com a maior parte da literatura revisada. Vários estudos demonstraram que o grau de flexão do joelho ou o posicionamento do membro não afeta a atividade eletromiográfica do VMO^{4,11,22,27,35}. Com relação ao músculo VL, foi encontrado uma diminuição da sua atividade eletromiográfica durante o exercício EXCARE. Assim, houve uma ativação preferencial do VMO com relação ao VL neste exercício. Nenhum resultado semelhante foi observado na literatura com relação à diminuição da ativação do VL em algum exercício de extensão de joelho.

Em virtude da diminuição da atividade eletromiográfica do VL, a razão VMO/VL no exercício EXCARE foi aumentada significativamente em relação aos outros exercícios. (Este dado não é sustentado pela literatura revisada). Neste exercício, os indivíduos foram orientados a estender a perna

seguindo a orientação do pé. Nessa posição pode ter ocorrido uma rotação lateral da tibia, uma vez que os indivíduos fizeram uma rotação lateral máxima de quadril. Se essa rotação lateral da tibia tivesse ocorrido durante a extensão do joelho, o mecanismo extensor deveria exigir mais do VMO, na tentativa de manter a patela dentro do sulco troclear. Seria esperado então, uma maior ativação do VMO, que não foi observada. Como o exercício requeria uma contração isométrica máxima, o VMO encontrava-se no seu maior pico máximo de ativação, não havendo, portanto, maneira de ser mais ativado. Assim, a única forma de propiciar o alinhamento correto da patela seria diminuir reflexamente a atividade do VL, favorecendo o componente vetorial do VMO para a medialização da patela.

Essa hipótese terá mais suporte ao se considerarmos que o desalinhamento patelar pode ser produzido por um desequilíbrio neuromotor do VMO e do VL³⁴. No presente estudo, como foram utilizados indivíduos normais e sem alterações biomecânicas significativas, a diminuição da atividade do VL pode ser decorrente de um controle neuromotor adequado para favorecer o alinhamento patelar, prevenindo o deslocamento lateral da patela. Se em alguns indivíduos esse controle neuromotor estiver alterado, pode ocorrer uma predominância da atividade do VL sobre o VMO, favorecendo o mecanismo do desalinhamento patelar.

Os achados também estão em discordância com a literatura quanto ao papel dos músculos VMO e VL no exercício EXCFRE. Segundo McConnell¹⁶, quando o indivíduo é posicionado na posição "pliê" - indivíduo em pé (cadeia cinética fechada), com rotação lateral dos quadris, a contração do VMO é facilitada. Os resultados deste estudo, porém indicam não haver diferenças significativas na ativação do VMO e do VL. Talvez a divergência dos resultados decorra das diferenças na realização dos estudos: normalmente, o reinamento dos indivíduos nessa posição é realizado com o auxílio do biofeedback²⁵, o que não ocorreu na realização deste estudo. É possível que, após um treinamento, essa técnica propicie uma maior ativação do VMO. Entretanto, este estudo demonstrou que em indivíduos não treinados, o exercício na posição de pliê não promove um aumento significativo da atividade do VMO. Em relação aos exercícios EXCA e EXCAIT, os achados estão de acordo com a literatura, em que também não foram observadas diferenças significativas na ativação do VMO e ou do VL.

Muitos trabalhos são realizados na tentativa de selecionar algum exercício que priorize a atividade do VMO, baseando-se apenas na quantificação da atividade elétrica deste músculo em relação ao músculo VL. No entanto, a atividade eletromiográfica não é o único fator a ser considerado no comportamento destes músculos durante a extensão do joelho. Além disso, a quantidade de atividade elétrica gerada pelo músculo não está relacionada diretamente com a tensão gerada por ele²⁵. Outros fatores devem ser levados em consideração como a arquitetura do músculo, o tipo de fibra, velocidade da contração e o comprimento muscular³¹. Deve-se levar em conta também a orientação da força aplicada à patela pelo VMO e VL, uma vez que esses músculos possuem diferenças no ângulo de inserção das suas fibras musculares^{2,11,20}.

Como mencionado anteriormente, a inserção do VMO está entre 40° e 55° medialmente, no plano frontal, a partir da linha axial do fêmur e a do VL entre 12° e 15°. Dessa forma, a resultante do componente vetorial é vantajosa ao VMO. Portanto, se não houver nenhuma alteração de ativação destes dois músculos, o fortalecimento geral do quadríceps da coxa, com o objetivo de medializar a patela, é favorável ao VMO.

A maior parte dos estudos realizados nessa área tem dado ênfase ao fortalecimento do VMO como o procedimento mais importante do tratamento da Síndrome da Doe Patelofemoral. No entanto, esta síndrome é caracterizada por vários mecanismos patológicos associados à sintomatologia dolorosa. Assim, o fortalecimento do VMO talvez não seja suficiente para corrigir as alterações que levam a essa patologia. Todas as alterações, sejam elas biomecânicas ou neuromotoras, devem ser levadas em consideração e corrigidas com a mesma relevância dada ao fortalecimento do VMO. Além disso, os pacientes devem ser abordados de maneira individualizada, de acordo com as alterações biomecânicas presentes, que podem contribuir para o surgimento da patologia.

Apesar dos resultados deste estudo apontarem uma atividade preferencial do VMO em relação ao VL durante o exercício EXCFRE, um estudo em indivíduos com Síndrome da Dor Patelofemoral seria necessário para se certificar de que o comportamento do VMO e do VL é semelhante ao dos indivíduos normais. Neste sentido, os resultados deste estudo devem ser interpretados com cautela durante o tratamento das patologias femoropatelares.

CONCLUSÃO

Os resultados desse estudo indicam que houve uma diminuição da atividade do VL em relação ao VMO durante o exercício EXCARE ao invés de um aumento da atividade eletromiográfica do VMO. Assim, não se pode afirmar que o exercício EXCARE seja indicado para o tratamento de pacientes com Síndrome da Dor Patelofemoral, sem que este exercício seja estudado nestes indivíduos. Recentemente, ênfase tem sido dada a um controle neuromotor adequado, como um aspecto de importância fundamental na etiologia dos problemas femoropatelares. Seria de interesse, então, a realização de um estudo que utilize o exercício EXCARE em indivíduos com Síndrome da Dor

Patelofemoral afim de se observar se a ativação dos músculos VMO e VL é similar em indivíduos com e sem a Síndrome da Dor Patelofemoral.

Os exercícios EXCAIT EXCA, e EXCFRE, selecionados para pacientes com Síndrome da Dor Patelofemoral na prática clínica, não demonstraram aumento da atividade do VMO, como se tem sugerido. Conclui-se, portanto, que não há um aumento da atividade isolada do VMO em nenhum dos quatro exercícios estudados em indivíduos saudáveis. Entretanto, se o exercício EXCARE apresentar os mesmos resultados em indivíduos com Síndrome da Dor Patelofemoral, poderá ser indicado para o tratamento desses, com o objetivo de se fortalecer preferencialmente o VMO.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bockrath, K., Wooden C., Worrell T., Ingersoll, C.D., Farr, J. Effects of patella taping on patella position and perceived pain. *Med. Sci. Sports Exerc.*, v.25, p.989-92, 1993.
2. Boucher, J.P., King, M.A., Lefebvre, R., Pépin, A. Quadriceps femoris muscle activity in patellofemoral pain syndrome. *Am. J. Sports Med.*, v.20, n.5, p.527-32, 1992.
3. Brewerton, D.A. The function of the vastus medialis muscle. *Ann. Phys. Med.*, v.2, p.164-8, 1955.
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. 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.
6. Duchenne, G.B. Physiology of motion demonstrated by means of electrical stimulation and clinical observations and applied to the study of paralysis and deformities. Philadelphia, J.B.Lippincott, 1949. 168p.
7. Goh, J.C.H., Lee, P.Y.C., Bose, K. A cadaver study of the function of the oblique part of vastus medialis. *J. Bone Joint Surg.*, v.77, p.225-31, 1995.
8. Gryzlo, S.M., Patek, R.M., Pink, M. Electromyographic analysis of knee rehabilitation exercises. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.*, v.20, n.1, p.39-43, 1994.
9. Hanten, W.P., Schulthies, S.S. Exercise effect on eletromiographic activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis muscles. *Phys. Ther.*, v.70, n.9, p.561-5, 1990.
10. Kaljuma, U., Hanninen, O., Airaksinen, O. Knee extensor fatigability and strength after bicycle ergometer training. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, v.75, p.564-7, 1994.
11. Karst, G.M., Jewett, P.D. Eletromyographic analysis of exercises proposed for differential activation of medial and lateral quadriceps femoris muscle components. *Phys. Ther.*, v.73, n.5, p.286-95, 1993.
12. Karst, G.M., Willet, G.M. Onset timing of eletromiographic activity in the vastus medialis oblique and vastus lateralis muscles in subjects with and without patellofemoral pain syndrome. *Phys. Ther.*, v.75, n.9, p.813-23, 1995.
13. Kramer, P.G. Patella malalignment syndrome: rationale to reduce excessive lateral pressure. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.*, v.8, n.6, p.301-8, 1986.
14. Lange, G.W., Hintermeister, R.A., Schlegel, T., Dillman, C.J., Steadman, J.R. Eletromyographic and kinematic analysis of graded treadmill walking and the implications for knee rehabilitation. *J. Ortho. Sports Phys. Ther.* v.23, n.5, p. 294-301, 1996.
15. Lieb, F.J., Perry, J. Quadriceps function: an electromyographical study under isometric conditions. *J. Bone Joint Surg.*, v.50-A, n.8, p.749-58, 1971.
16. McConnell, J. The management of chondromalacia patellae solution. *Aust. J. Phys.*, v.32, n.4, p.215-23, 1986.
17. Sullivan, S.B., Schmitz, T.J. Fisioterapia - avaliação e tratamento. 2.ed. São Paulo, Manole, 1993.
18. Pocock, G. Electromyographic study of the quadriceps during resistance exercise. *Am. Phys. Ther. Assoc. J.*, v.43, p.427-34, 1963.
19. Powers, C.M., Landel, R., Perry, J. Timing and intensity of vastus muscle activity during funcional activities in subjects with and without patellofemoral pain. *Phys. Ther.*, v.76, n.9, p.946-55, 1996.
20. Reynolds, L., Levin, T.A., Medeiros, J.M., et al. EMG activity of the vastus medialis oblique and the vastus lateralis in their role in patellar alignment. *Am. J. Phys. Med.*, v.62, n.2, p.61-70, 1983.
21. Scianni, A.A., Lacerda, A.C.R., Rodrigues, A.M.S. *Idealização e confecção de um novo aparato para a mensuração da*

- performance muscular*. Belo Horizonte, 1997. 69p. Monografia. Escola de Educação Física, UFMG.
22. 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 eletromiographical activity of the superficial quadriceps. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.*, v. 22, n.1, p.2-9, 1995.
 23. Smilie, I.S. *Injuries of the knee joint*. Baltimore, Williams & Wilkins, 1962. p.3-10.
 24. Sobotta, J. Atlas de anatomia humana - tronco, vísceras e extremidade inferior. 20.ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1995.
 25. Soderberg, G.L. Kinesiology - application to pathological motion. 2.ed. Baltimore, Maryland, Williams & Wilkins, 1997.
 26. Soderbeg, P.L., Cook, T.M. Electromyography in biomechanics. *Phys. Ther.*, v.64, n.12, p.1813-20, 1984.
 27. Soderberg, G.L., Minor, S.D., Arnold, K., Henry, T., Chatterson, J.K., Poppe, D.R., Wall, C. Electromyographic analysis of knee exercises in healthy subjects and in patients with knee pathologies. *Phys. Ther.*, v.67, n.11, p.1691-96, 1987.
 28. Souza, D.R., Gross, M.T. Comparison of vastus medialis obliquus: vastus lateralis muscle integrated eletromyographic ratios between healthy subjects and patients with patellofemoral pain. *Phys. Ther.*, v.71, n.4, p.310-20, 1991.
 29. Vaatainen, U., Kiviranta, I., Jaroma, H. Lateral release in chondromalacia patellae using clinical, radiologic, electromyographic, and muscle force testing evaluation. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, v.75, p.1127-31, 1994.
 30. Voight, M.L., Wieder, D.L. Comparative reflex response times of vastus medialis obliquus and vastus lateralis in normal subjects and subjects with extensor mechanism dysfunction: An electromyographic study. *Am. J. Sports Med.*, v.19, n.2, p.131-37, 1991.
 31. Weineck, J. *Biologia do esporte*. São Paulo, Manole, 1991.
 32. Wheatley, M., Jahnke, W. Electromyographical study of the superficial thigh and hip muscles in normal individuals. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, v.32, p.508-15, 1951.
 33. Winter, D.A. *Biomechanics and motor control of human movement*. New York, John Wiley & Sons, 1990.
 34. Witvrouw, E., Sneyers, C., Lysens, R., Victor, J., Bellemans, J. Reflex response times of vastus medialis oblique and vastus lateralis in normal subjects and in subjects with patellofemoral pain syndrome. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.*, v.24, n.3, p.160-5, 1996.
 35. Zakaria, D., Harburn, K.L., Kramer, J.F. Preferential activation of the vastus medialis oblique, vastus lateralis, and hip adductor muscles during isometric exercises in females. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.*, v.26, n.1, p.23-8, 1997.