

# Estudo EMG e eletrogoniométrico na instabilidade patelofemoral

JOÃO CARLOS FERRARI CORRÊA

Professor do curso de Fisioterapia – UNINOVE.  
jcorrea@uninove.br

RÚBEN DE FARIA NEGRÃO FILHO

Professor do curso de Fisioterapia – UNESP.

FAUSTO BÉRZIN

Professor do curso de Morfologia – UNICAMP.

## RESUMO

Qualquer condição que perturbe o controle motor adequado poderá resultar em uma marcha dita patológica, tendendo a gerar um prejuízo primário à marcha ou criar mecanismos compensatórios secundários para que ela mantenha uma função útil. A instabilidade patelofemoral é uma condição patológica na qual o restabelecimento da marcha significa maior funcionalidade para o paciente. Surge, então, a necessidade do estudo do comportamento biomecânico e de tais indivíduos, o qual pode otimizar o processo de reabilitação. Este artigo deriva de pesquisa sobre o comportamento eletromiográfico dos músculos Vasto Medial Oblíquo (VMO) e Vasto Lateral (VL) e eletrogoniométrico da articulação do joelho, durante a realização da marcha em aplane e declive, com dez voluntários saudáveis (grupo-controle); posteriormente, verificou-se se houve alteração nesse comportamento, durante a marcha, em dez voluntários com instabilidade patelofemoral (grupo patológico), de forma a identificar precocemente tal patologia. Os dados foram coletados utilizando-se dois pares de eletrodos de superfície do tipo ativos, bipolares e diferenciais e um eletrogoniômetro. Os resultados, por meio da análise de correlação cruzada e coeficiente de variação, não demonstraram diferença estatisticamente significativa nos voluntários com instabilidade patelofemoral, quando comparados ao grupo-controle.

*Palavras-chave:* EMG. Esteira rolante. Instabilidade patelofemoral. Marcha.

## ABSTRACT

Any condition that disturbs the adequate motor control, may result in a pathological gait, leading to primary damage in gait or creating secondary compensatory mechanisms to keep an useful function. The patellofemoral instability is a pathological condition in which gait reestablishment means greater functionality to the patient. Hence, it arises the necessity of studying the biomechanical behavior of the gait in such individuals as a way of optimizing the rehabilitation process. The present study had as objective to present the electromyographic behavior of *Vastus Medialis Obliquus* (VMO) and *Vastus Lateralis* (VL), and the electrogoniometric behavior of the knee joint, during the gait performance in acclivity and declivity, in ten healthy volunteers (control group), and lately to verify if it presented any changing during the gait in ten volunteers with patellofemoral instability (pathologic group) to precociously identify this pathology. The electromyographic and electrogoniometric data analysis were collected using two pairs of active bipolar differential surface electrodes and a electrogoniometer. The results, by a crossed correlation and variation coefficient analysis, have not shown statistically significant differences in volunteers with patellofemoral instability, when compared to the control group.

*Key words:* EMG. Gait. Patellofemoral instability. Treadmill.

Recebido em: 19 maio 2004

Aprovado em: 21 jun. 2004

## Introdução

A análise da marcha humana é um dos recursos utilizados em fisioterapia para encontrar tanto alterações ortopédicas quanto neurológicas. Para uma compreensão completa dessas alterações, faz-se necessário o estudo completo e profundo da chamada marcha normal, que constitui a base de comparação entre o comportamento normal e o patológico.

Katoulis; Ebdon-Parry; Lanshammar; Vileikyte; Kulkarni; Boulton (1997) descreveram que a marcha normal é resultante da correlação harmônica entre a ação coordenada das funções nervosas, musculares e esqueléticas. Os pré-requisitos para a integridade dessa harmonia são um controle motor adequado, maturação do sistema nervoso central, adequada amplitude de movimento, força muscular preservada, estrutura e composição ósseas apropriadas, além de propriocepção intacta. Quaisquer condições que perturbem esses pré-requisitos poderão resultar em uma marcha dita patológica e trazer prejuízo primário à marcha, ou criar mecanismos compensatórios secundários para que esta mantenha uma função útil. A instabilidade patelofemoral é uma condição patológica na qual o restabelecimento da marcha significa maior funcionalidade para o paciente. Surge então a necessidade do estudo do comportamento biomecânico da marcha de tais indivíduos, que poderá otimizar o processo de reabilitação.

O comportamento dos músculos da articulação patelofemoral foi objeto de estudo de diversos pesquisadores (BOUCHER; KING; LEFEBURE; PEPIN, 1992; KARST; JEWETT, 1993; TASKIRAN; DINEDURGA; YAGIZ; ULUDAG; ERTEKIN; LOK, 1998; HUBBARD; SAMPSON; ELLEDGE, 1998; CORRÊA, 1999; SAKAI; LUO; RAND; NA, 2000), uma vez que esses músculos são amplamente responsabilizados pelo desequilíbrio dos vetores de força incidente sobre o curso da patela, causando seu desalinhamento, patologia

conhecida como instabilidade patelofemoral, de difícil acesso clínico, devido aos sinais e sintomas comuns a diferentes patologias do complexo patelofemoral, além do árduo tratamento conservador e cirúrgico, que, conforme literatura (INSALL, 1982; CARSON, 1985), não reportam a resultados muito expressivos, apresentando apenas 3% de sucesso pós-tratamento cirúrgico.

O estudo eletromiográfico (EMG) realizado em condições dinâmicas funcionais, como a marcha humana, pode oferecer subsídios adicionais à análise desse desequilíbrio muscular. Contudo, na revisão de literatura, observou-se uma falta de concordância entre os autores no que se refere à metodologia de estudo (tratamento do sinal, normalização do sinal, atividades funcionais analisadas etc.) e ao comportamento de atividade elétrica dos músculos extensores da coxa, principalmente do vasto medial oblíquo (VMO) e vasto lateral (VL) (estudo da amplitude da atividade elétrica dos músculos, período de latência entre medidas reflexas, assim como o início e cessação da atividade elétrica dos músculos VMO e VL) nas diferentes atividades funcionais analisadas (subir e descer escadas, sentar-se e levantar-se, marcha, corrida, contrações isométricas etc.) (CORRÊA; CORRÊA; NOGUEIRA; FERRAZ; NEGRÃO FILHO; BÉZIN, 2002; SAKAI; LUO; RAND; NA, 2000, LAPRADE; CULHAM; BROUWER, 1998, SHEEHY; BURDETT; IRRGANG; VANSWEARINGEN, 1998, TASKIRAN; DINEDURGA; YAGIZ; ULUDAG; ERTEKIN; LOK, 1998).

## Objetivo

O objetivo do presente estudo foi proceder a uma análise comparativa da atividade eletromiográfica dos músculos VMO e VL e da variação angular da articulação do joelho, quando da marcha realizada em aclave e declive, em uma esteira rolante.

Assim, a questão inicial é verificar o comportamento eletromiográfico dos músculos

VMO e VL em indivíduos saudáveis, na atividade funcional da marcha em aclave e declive, que tende a desencadear sinais e sintomas inerentes aos indivíduos portadores de instabilidade patelofemoral, em virtude da maior requisição do aparelho extensor associado à falta de estabilização estática, principalmente dos côndilos femorais (INSALL, 1982). Uma vez respondida essa questão e constatado o problema, e na existência de um comportamento comum para indivíduos saudáveis, deve-se verificar se houve alguma alteração durante a marcha de indivíduos portadores de instabilidade patelofemoral, de forma a identificar precocemente (diagnóstico) tal patologia.

Com essas análises, a reabilitação fisioterapêutica terá recebido importante contribuição, visto que a base teórica para as disfunções articulares é que determina a terapêutica, principalmente se o comportamento eletromiográfico servir como instrumento de detecção precoce das alterações funcionais que essa patologia proporciona.

## Material e métodos

Participaram deste trabalho, realizado no Laboratório de Eletromiografia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba (FOP), Universidade de Campinas (UNICAMP), dez voluntários saudáveis, sendo cinco homens e cinco mulheres, com idade média de 20,9 anos (com variação de  $\pm 2,07$  anos), e dez voluntários com diagnóstico prévio de instabilidade patelofemoral, média de idade de 21,7 anos (com variação de  $\pm 3,4$  anos), depois de submetidos a protocolo de avaliação por informações subjetivas (queixa principal, sensação de falseio durante a marcha, limitação da doença durante a marcha e outras atividades funcionais etc.), informações objetivas (sinal de apreensão, retração muscular, mobilidade

patelar etc.) e exame radiológico (ângulo Q, patela alta e *tilt* patelar) (CORRÊA, 1999).

Os voluntários realizaram duas atividades funcionais: marcha em aclave de +3 graus e em declive de -3 graus, inclinações suficientes para desencadear comportamento identificador da instabilidade patelofemoral, como sinais de falseio, apreensão e dor durante a marcha, conforme estudo piloto previamente realizado. Durante os exercícios foram obtidos dados da atividade elétrica dos músculos VMO e VL, da coxa do membro dominante, além da variação angular da articulação do joelho.

O sistema de aquisição de sinais EMG utilizado consistiu de dois pares de eletrodos de superfície do tipo ativos, bipolares e diferenciais, utilizados para captação da atividade elétrica dos músculos e de um eletrogoniômetro (constituído de duas hastes plásticas, interligadas por um potenciômetro linear e resistência de 10 quiloohms (K $\Omega$ ). O sinal foi pré-amplificado no eletrodo diferencial com ganho de dez vezes e razão do modo comum de rejeição igual a 80 decibéis (dB).

Esses dois componentes do sistema de aquisição de sinais foram conectados a um módulo condicionador, no qual se filtraram os sinais analógicos com filtro passa banda de 20 hertz (Hz) a 500 Hz (frequência de amostragem igual a mil Hz), e amplificados novamente, com um ganho de 100 vezes, totalizando, portanto, um ganho final de mil. Os eletrodos de superfície foram colocados sobre o ponto motor dos músculos VMO e VL da coxa dominante, acompanhando o sentido longitudinal das fibras musculares (DE LUCA, 1997, ARAÚJO; SÁ; AMADIO, 1995). A técnica de localização do ponto motor empregada foi a mesma sugerida por Dainty; Norman (1987). O registro da atividade elétrica durante as atividades funcionais obedeceu à seguinte ordem: marcha em aclave de +3 graus e, posteriormente, marcha em declive de -3 graus,

pois, segundo Insall (1982), a atividade em declive pode propiciar o aparecimento do quadro clínico da instabilidade patelofemoral.

Para o registro e análise do comportamento de atividade elétrica dos músculos VMO e VL, seguiram-se as recomendações da Sociedade Internacional de Eletrofisiologia Cinesiológica (ISEK). Todos os traçados eletromiográficos foram tratados para posterior comparação e análise conforme preconizado por Winter (1991) (retificação total do sinal; normalização de sua amplitude pela média retificada; envoltório linear obtido a partir de um filtro Butterworth de 4ª ordem digital, com frequência de corte de 5 Hz; normalização da base de tempo). Após o tratamento do sinal, um traçado médio dos dez ciclos da passada foi obtido, sendo representativo da atividade funcional do músculo de cada voluntário. Finalmente, um traçado médio representativo da atividade funcional dos dez voluntários da amostra foi obtido e submetido à análise estatística comparativa, entre os músculos VMO e VL.

Durante a atividade, utilizou-se um sistema de amplificação de sinal acoplado a um transdutor resistivo (Foot Switch), dispositivo cuja função é possibilitar um sinal de referência para o início e o final do ciclo da passada, colocado junto ao calcanhar, e outro que se pôs junto aos artelhos do voluntário, com a finalidade de emitir um sinal de 5 volts (V) cada vez que esse voluntário tocasse o calcanhar e os dedos do membro inferior dominante sobre o solo. Posicionou-se o eletrogoniômetro sobre o côndilo femoral lateral do joelho em estudo, técnica que permitiu o registro da variação angular contínua e automática.

O sistema foi programado para expressar seus valores de variação da tensão elétrica, convertidos, por calibração, em graus de movimento articular, durante o movimento das hastes, e utilizado para medir o movimento de

flexo-extensão da articulação do joelho durante as atividades funcionais (BASMAJIAN; DE LUCA, 1985). Como sistema de referência, utilizou-se a medida sugerida pela *American Academy of Orthopaedic Surgeons*, que determina seja a extensão completa da articulação do joelho igual a 0 grau. Esse sistema apresentou uma linearidade de 97,8%, durante a calibração, feita por regressão.

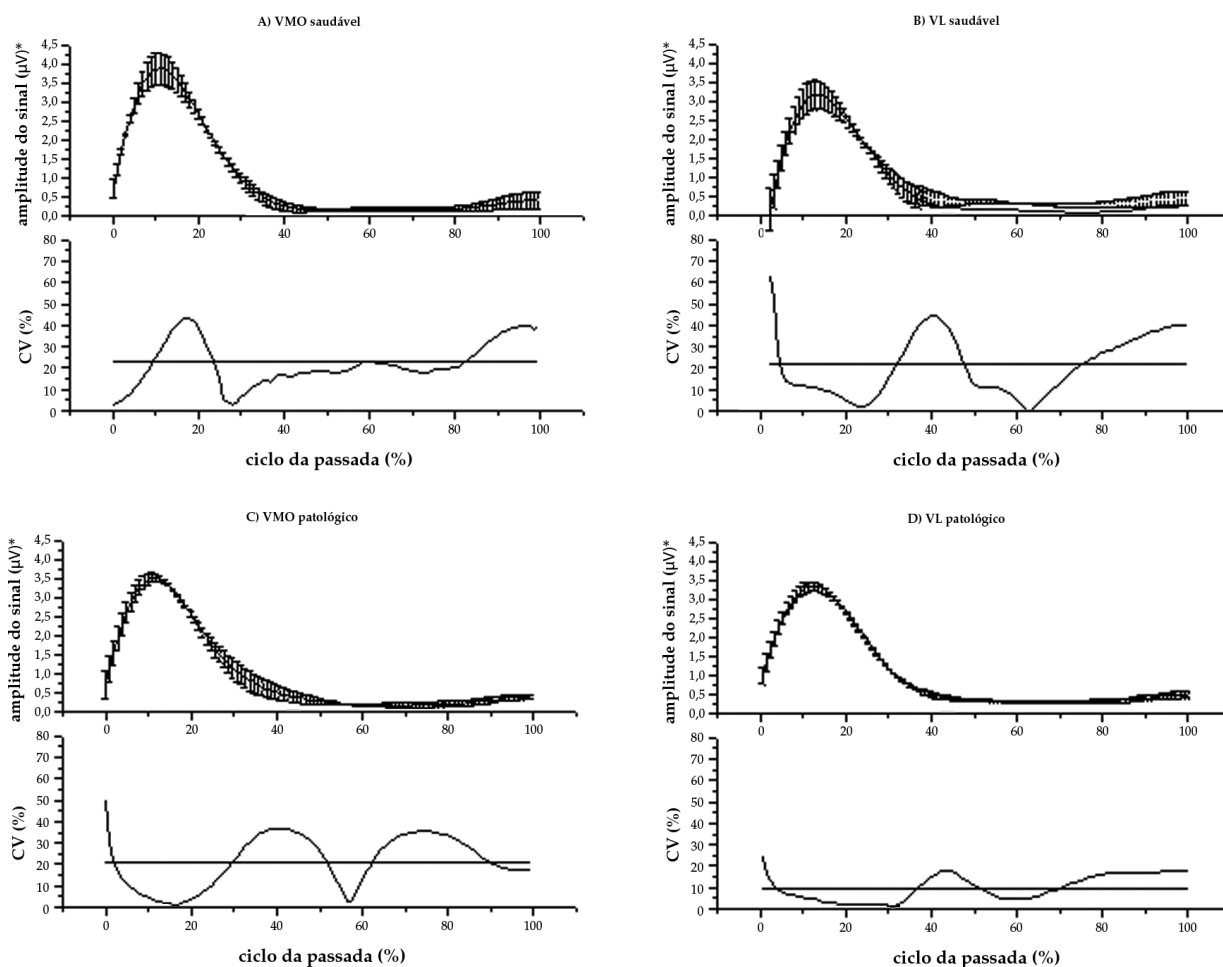
Foi realizado o teste estatístico de correlação cruzada, ponto a ponto, durante todo o ciclo da passada, em que há o retorno do coeficiente de correlação dos intervalos de célula das matrizes 1 e 2, ou seja, usou-se esse teste para determinar a relação entre duas propriedades (medida de similaridade entre duas amostragens), para comparar o padrão de variação da forma da curva eletromiográfica e eletrogoniométrica em relação ao tempo observado durante a marcha realizada em esteira rolante. A variabilidade da intensidade do sinal EMG e da variação angular intersujeitos foi calculada com base no coeficiente de variação (CV).

O tratamento estatístico foi realizado nos programas Excel (Microsoft) e Matlab v. 6.0 (Mathworks), e o tratamento matemático, nos programas Matlab v. 6.0 (Mathworks) e Origin v. 6.0 Professional (Microcal Software).

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (segundo a resolução CNS 196/96, do Conselho Nacional de Saúde [CNS], 10 out. 1996).

## Resultados

Na Figura 1, tem-se o padrão do sinal EMG intersujeitos e a distribuição do CV dos grupos saudável e com instabilidade patelofemoral em todo o ciclo da passada referente ao músculo VMO e VL, durante a realização da marcha em alicive de +3 graus.



**Figura 1** – Atividade eletromiográfica dos músculos VMO (A) e VL (B) em voluntários saudáveis e com instabilidade patelofemoral (C e D, respectivamente para os músculos VMO e VL), em aclave de +3 graus. O gráfico é composto de duas partes: a superior apresenta o comportamento do sinal EMG intersujeitos e respectivos desvios-padrão; a inferior, a distribuição dos valores do coeficiente de variação durante o ciclo completo da passada (0-100%).

\*Microvolt ( $\mu\text{V}$ ).

Observou-se que o padrão da curva eletromiográfica do grupo saudável não difere quando comparado ao do grupo com instabilidade patelofemoral. Esta constatação se deve ao teste estatístico de correlação cruzada entre as curvas eletromiográficas médias de cada grupo, para comparar o comportamento destas em relação ao do tempo durante a marcha realizada (Tabela 1).

**Tabela 1** – Coeficiente médio de correlação cruzada das curvas EMG produzidas pelos voluntários dos grupos saudável e patológico, e comparação entre esses dois grupos, durante dez passadas quando da marcha realizada em aclave e declive.

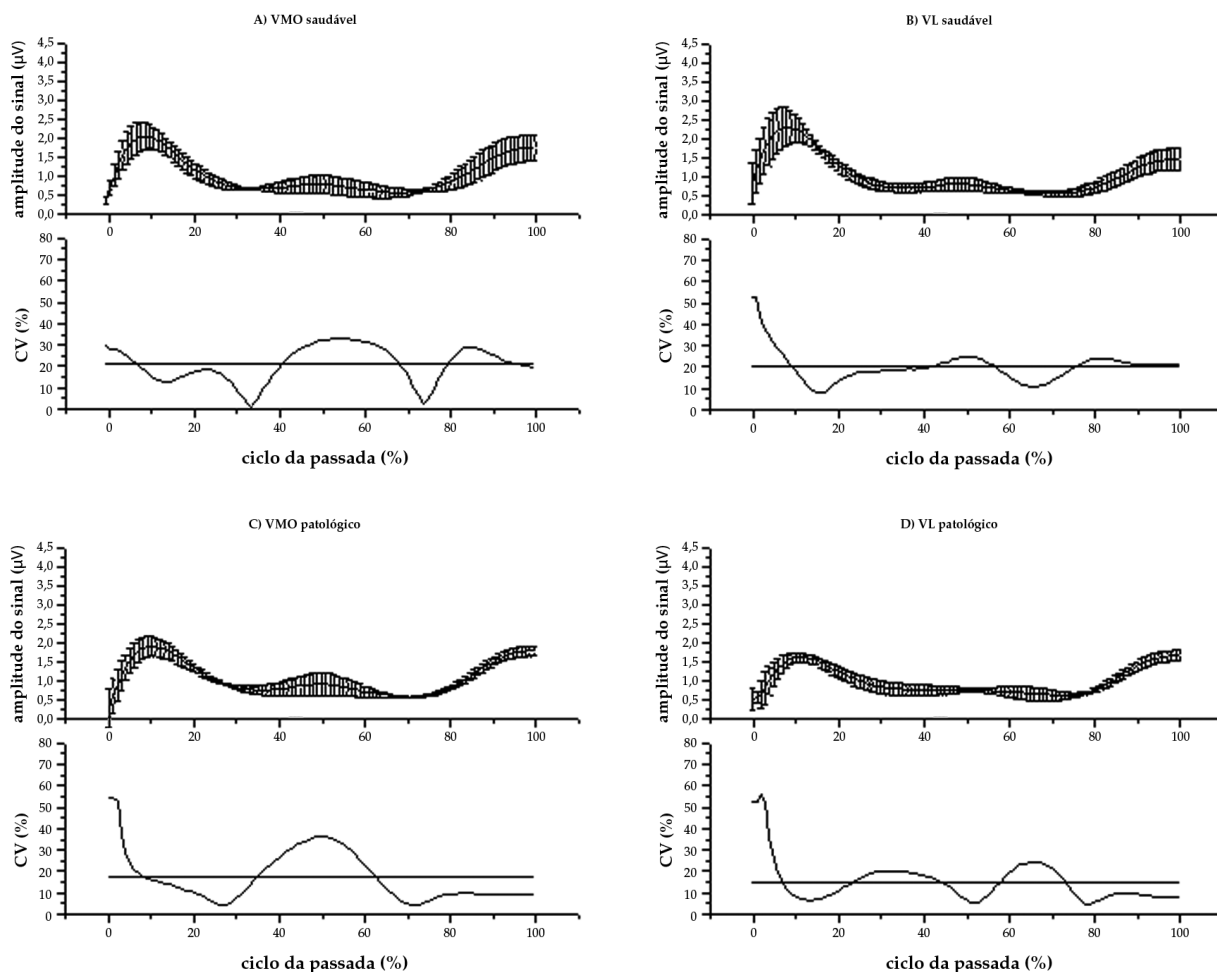
coeficiente de correlação cruzada	marcha em aclave		marcha em declive	
	VMO	VL	VMO	VL
grupo saudável	0,972521*	0,985214*	0,987451*	0,984562*
grupo patológico	0,987503*	0,998512*	0,997054*	0,995945*
saudável X patológico	0,975231*	0,965428*	0,951245*	0,965718*

\*diferença significante

Também é importante notar (Figura 1 e Tabela 2) que os valores no domínio temporal e médios do CV para os músculos VMO e VL são baixos, demonstrando existir uma coerência na metodologia empregada neste estudo.

A Figura 2 mostra o padrão intersujeitos do sinal EMG e a distribuição do CV dos grupos saudável e com instabilidade patelofemoral, em todo o ciclo da passada, referentes aos músculos VMO e VL, durante a realização da marcha em

declive de -3 graus. Observa-se novamente, de acordo com a aplicação do teste estatístico de correlação cruzada, que não ocorreram diferenças significantes entre as duas curvas eletromiográficas analisadas (Tabela 1), além de, mais uma vez, os valores médios do CV para os músculos VMO e VL se apresentarem baixos, o que corrobora a fidedignidade da metodologia proposta neste estudo (Figura 2 e Tabela 2).



**Figura 2** – Atividade eletromiográfica dos músculos VMO (A) e VL (B) em voluntários saudáveis e voluntários com instabilidade patelofemoral (C e D, respectivamente para os músculos VMO e VL), em declive de -3 graus. O gráfico é composto de duas partes: a parte superior apresenta o comportamento do sinal eletromiográfico intersujeitos e respectivos desvios-padrão; a parte inferior apresenta a distribuição dos valores do coeficiente de variação durante o ciclo completo da passada (0-100%).

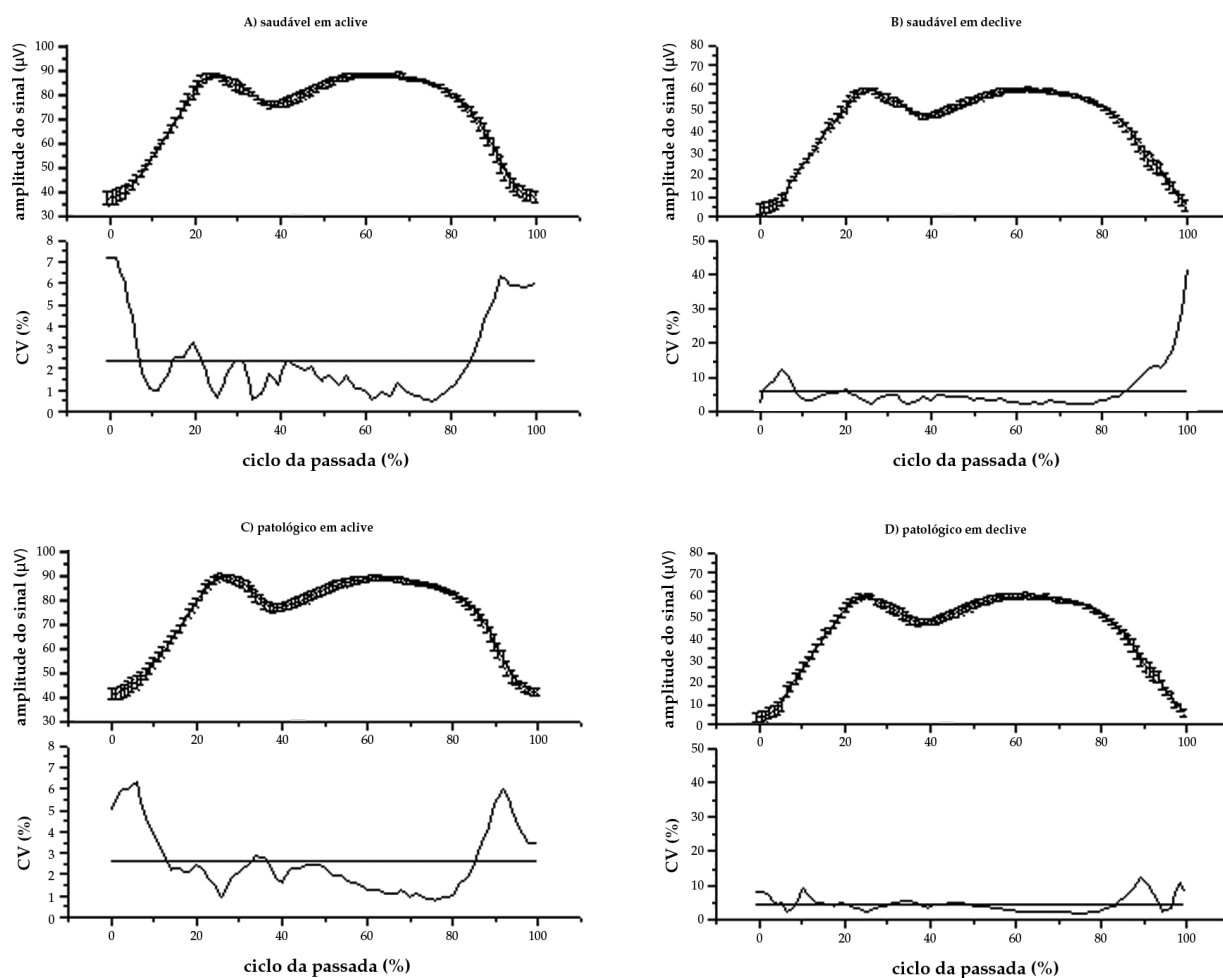
**Tabela 2** – Coeficiente de variação das curvas EMG produzidas pelos voluntários do grupo saudável e grupo com instabilidade patelofemoral (patológico), durante dez passadas quando da marcha realizada em active e declive.

coeficiente de correlação cruzada	marcha em active		marcha em declive	
	VMO	VL	VMO	VL
grupo saudável	23,5%	24,2%	20,90%	19,6%
grupo patológico	21,04%	9,8%	15,54%	16,3%

Durante a marcha, a articulação do joelho

realiza não só a flexão-extensão, mas também movimentos rotacionais. Porém, em virtude de limitações técnicas do eletrogoniômetro, julgou-se por bem simplificar o sistema da fisiologia articular, mesmo observado sob aspectos mecânicos, para uma melhor quantificação da variável eleita para a análise (variação angular somente durante a flexão-extensão).

A Figura 3 apresenta a variação angular da articulação do joelho durante a marcha realizada em active de +3 graus, entre os grupos saudável (A) e com instabilidade patelofemoral (C).



**Figura 3** – Variação angular da articulação do joelho em voluntários saudáveis durante a marcha em active de +3 graus (A) e declive de -3 graus (B) e voluntários com instabilidade patelofemoral durante a marcha em active de +3 graus (C) e declive de -3 graus (D). O gráfico é composto de duas partes: a parte superior apresenta os valores médios da variação angular intersujeitos e respectivos desvios-padrão; a parte inferior apresenta a distribuição dos valores do coeficiente de variação durante o ciclo completo da passada (0-100%).

Nota-se que a variação angular para os dois grupos é correspondente tanto ao padrão desenvolvido durante todo o ciclo da passada quanto aos valores médios do CV encontrados, 2,44% e 2,54%, respectivamente, para o grupo saudável e o grupo com instabilidade patelofemoral, durante a marcha realizada em aclave de +3 graus, e de 2,89% e 3,51%, respectivamente, para o grupo saudável e o grupo com instabilidade patelofemoral, durante a marcha realizada em declive de -3 graus.

Outro ponto importante a ser destacado é a falta de extensão completa da articulação do joelho, resultando em maior proximidade entre os valores máximos e mínimos, tendo em vista a dificuldade da marcha realizada em aclave de +3 graus.

## Discussão

Conforme mencionado, o trabalho de Winter (1991) aponta o CV para o padrão intersujeitos, mostrando para o músculo VL o valor de 42,9%, o que qualifica a metodologia aplicada neste estudo, por meio da qual encontramos o valor médio do CV de 24,2% (grupo saudável) e 9,8% (grupo patológico), para a marcha realizada em aclave de +3 graus, e de 19,6% (grupo saudável), e 16,3% (grupo patológico), para a marcha realizada em declive de -3 graus.

Notamos, portanto, uma repetição do padrão das curvas eletromiográficas em que, para a marcha realizada em aclave, tanto o músculo VMO quanto o VL apresentaram apenas um único pico durante o ciclo completo da passada. Já na marcha realizada em declive, talvez pela maior atividade, no domínio temporal exigido ao grupo extensor como mecanismo de frenagem da articulação do joelho, são vistos dois picos durante o ciclo completo da passada.

Outro ponto relevante foi a angulação escolhida (+3 graus e -3 graus) para avaliarmos a marcha, suficiente, de acordo com estudo-piloto,

realizado para desencadear os sinais de falseio, apreensão e dor durante a marcha, nos pacientes portadores de instabilidade patelofemoral; no entanto, devido à limitação técnica da esteira utilizada, não pudemos analisar tal comportamento em angulações maiores que requeressem esforços substanciais por parte dos voluntários, embora nossos resultados apontem para uma falta de sensibilidade diagnóstica, o que, em parte, responde às questões levantadas neste estudo.

Existe uma grande dificuldade de comparar os dados encontrados neste estudo com os de outros autores, por causa de algumas diferenças metodológicas encontradas na revisão da literatura, já que alguns autores não normalizam os dados analisados; outros o fazem com base na média do sinal obtido ou mesmo da porcentagem da contração voluntária máxima isométrica (CVMI); há outros ainda que se utilizam da EMG integrada (IEMG) ou mesmo do root mean square (RMS) [raiz quadrática média] como forma de análise de seus dados.

Nesta pesquisa, buscou-se evidenciar qualquer alteração da atividade eletromiográfica que demonstrasse existir uma quebra no comportamento normal de recrutamento dos músculos VMO e VL.

Em seu estudo, Taskiran; Dinedurga; Yagiz; Uludag; Ertekin; Lok (1998) relatam que a contração do músculo quadríceps da coxa não afeta significativamente a posição da patela durante a contração isométrica da articulação do joelho a 45 graus de flexão, no grupo com instabilidade patelofemoral. Talvez isso explique a necessidade de investigar, em nosso trabalho, uma atividade funcional como a marcha, que pode desencadear sinais e sintomas inerentes à instabilidade patelofemoral. Tendo em vista que esse dado não ficou evidenciado, ou seja, não se constatou nenhuma alteração que demonstrasse o desequilíbrio articular pela atuação muscular



durante a marcha em alicive e declive, é possível que haja necessidade de investigações mais aprofundadas com outras atividades funcionais que não a marcha, que também desencadeiem sinais inerentes à instabilidade patelofemoral, buscando determinar, assim, em qual angulação seria mais propensa a subluxação ou mesmo a luxação da patela.

Outro dado interessante relatado no trabalho citado de Taskiran et al. é que os autores não suportam a hipótese do efeito de centralização da patela em extensão realizada pela contração do VMO, mas o efeito desta contração pode ser claramente demonstrado pelas medidas de inclinação (*tilt*) patelar durante a contração e repouso do músculo quadríceps da coxa, principalmente durante a contração isométrica em que o VL se ativou antes que o VMO, exceto a 45 graus. de flexão do joelho.

Sakai; Luo; Rand; Na (2000) que, em estudo biomecânico experimental sobre a influência da fraqueza do músculo VMO na articulação patelofemoral, investigaram a sobrecarga mecânica muscular quando ajustada por meio do alinhamento muscular em cadáveres humanos, apontam o que seria um importante fator causador da subluxação patelar: diferenças significativas na inclinação (*tilt*) lateral da patela, quando comparado ao grupo controle em virtude da maior ativação do VL, corroborando o relatado no trabalho de Taskiran et al. (1998).

Já o trabalho de Hubbard; Sampson; Elledge (1998), que investigaram a relação existente entre a morfologia do VMO e a presença e severidade da patologia patelofemoral em cadáveres humanos, não verificando alterações morfológicas no VMO quando da instabilidade patelofemoral, sugere que a etiologia não seria de origem anatômica, e sim estaria relacionada à resposta motora.

Isso pode ser visualizado no trabalho de Witvrouw; Sneyers; Lysens; Victor; Bellemans (1996) que, ao avaliarem o padrão de resposta reflexa em

voluntários saudáveis (controle) e com patologia patelofemoral por meio de uma percussão sobre o tendão patelar, referem existir uma inversão da resposta reflexa do VMO e VL ante a patologia, sendo ativado primeiramente o VL e depois, o VMO em voluntários do grupo-controle e o inverso ocorrendo de acordo com a patologia.

Hess; Gleitz; Hopf; Olfs; Mielke (1995), em um estudo sobre a influência da artrotomia e a artroscopia (técnicas cirúrgicas) na articulação do joelho, relataram que o músculo quadríceps da coxa inicia posteriormente sua atividade EMG, cerca de 20 milissegundos mais tarde quando comparado ao grupo-controle (indivíduos não submetidos a essas técnicas cirúrgicas), o que também sugere alterações da resposta reflexa, após algum distúrbio patológico, na atividade eletromiográfica dos músculos que compõem a articulação patelofemoral.

Embora nossos resultados não apontem para nenhuma alteração evidente com relação à atividade eletromiográfica dos músculos VMO e o VL causador de um desequilíbrio da articulação patelofemoral, podemos dizer que provavelmente exista alguma alteração da resposta reflexa desses músculos e não pronunciada por todo o tempo, ou mesmo em todas as atividades realizadas pela articulação patelofemoral. Todavia, como demonstrado em nosso estudo, não podemos prover esse tipo de elucidamento, uma vez que não encontramos na literatura alguma metodologia que venha a ser utilizada e que nos auxilie a buscar tais esclarecimentos quanto a respostas reflexas dos músculos durante uma atividade funcional.

Desse modo, com os resultados e discussão sobre a atividade eletromiográfica aqui apresentados, acreditamos que a mais provável causa da instalação da instabilidade patelofemoral seja a distrofia simpática (resposta reflexa retardada), que se daria principalmente no músculo VMO, necessitando-se então do estudo

de outras variáveis que viessem ao encontro do proposto neste trabalho, auxiliando o processo do provável diagnóstico precoce dessa patologia, uma vez que a eletromiografia utilizada nesta pesquisa não conseguiu demonstrar o desequilíbrio entre os músculos VMO e VL.

Da análise das variáveis biomecânicas experimentalmente investigadas quando da marcha realizada em alicive e declive em uma esteira rolante, podemos concluir que a metodologia empregada neste estudo permitiu uma análise confiável dos resultados, possibilitando uma análise simultânea e sincronizada dos parâmetros observados. As variabilidades intersujeitos, para o sinal EMG dos músculos VMO e VL, representadas pelo coeficiente de variação e pelo teste de correlação cruzada, não apresentaram diferenças estatisticamente significantes, mostrando existir uma tendência ao padrão eletromiográfico desses músculos; a variação angular da articulação do joelho mantém padrões de variação em razão do tempo muito próximos entre os grupos saudável e com instabilidade patelofemoral, sem que exista uma diferença significativa entre as marchas realizadas em alicive e declive.

## Conclusão

Ao considerar os resultados obtidos, pode-se concluir que existe um padrão de ativação eletromiográfica comum dos músculos VMO e VL, assim como não houve diferenças estatisticamente significantes entre a análise da variação angular durante a marcha realizada em alicive e declive nos voluntários sem instabilidade patelofemoral (controle). Todavia, quando analisado o grupo com instabilidade patelofemoral, não foi encontrada nenhuma alteração significativa que demonstrasse qualquer quebra da estabilidade biomecânica, e principalmente que servisse como ferramenta de diagnóstico precoce desta patologia.

## Referências

- ARAÚJO, R. C.; SÁ, M. R.; AMADIO, A. C. Estudo sobre as técnicas de colocação de eletrodos para eletromiografia de superfície em músculos do membro inferior. Congresso Brasileiro de Biomecânica, 4º. Anais, p. 244-250. Brasília, DF: Universidade de Brasília (UnB), 1995.
- BASMANJIAN, J. V.; DE LUCA C. J. *Muscle alive: their functions revealed by electromyography*. 5 ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1985. 561p.
- BOUCHER, J. P.; KING, M. A.; LEFEBURE, R.; PEPIN, A. Quadriceps femoris muscle activity in patellofemoral pain syndrome. *American Journal of Sports Medicine*, v. 20, n. 5, p. 527-532, 1992.
- CARSON, W. G. Diagnosis of extensor mechanism disorders. *Clinics in Sports Medicine*, v. 4, p. 1-4, 1985.
- CORRÊA, J. C. F. *Estudo sobre o padrão de atividade elétrica dos músculos vasto medial oblíquo, vasto lateral e reto femoral na flexo-extensão do joelho*. Piracicaba: 1999. 125p. Dissertação (mestrado). Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.
- CORRÊA, J. C. F.; CORRÊA, F. I.; NOGUEIRA, G. V.; FERRAZ, M. C. D.; NEGRÃO FILHO, R. F.; BÉZIN, F. Estudo do sinal eletromiográfico dos músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral no domínio temporal durante a marcha humana. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, v. 6, n. 1, p. 37-40, 2002.
- DAINTY, D. A.; NORMAN, R. W. *Standardizing biomechanical testing in sports*. Champaign: Human Kinetics, 1987.
- DE LUCA, C. J. The use of surface electromyography in biomechanics. *Journal of Applied Biomechanics*, v. 13, p. 135-163, 1997.
- HESS, T.; GLEITZ, M.; HOPE, T.; OLFS, S.; MIELKE, U. Changes in muscular activity after knee arthrotomy and arthroscopy. *International Orthopaedics*, v. 19, p. 94-97, 1995.
- HUBBARD, J. K.; SAMPSON, H. W.; ELLEDGE, J. R. The vastus medialis oblique muscle and its relationship to patellofemoral joint deterioration in human cadavers. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, v. 28, n. 6, p. 384-391, 1998.
- INSALL, J. N. *Surgery of the knee*. Nova York: Churchill Livingstone, 1982.
- KARST, G. M.; JEWETT, P. D. Electromyographic analysis of exercises proposed for differential activation of medial and lateral quadriceps femoris muscle components. *Physical Therapy*, v. 73, p. 286-299, 1993.

KATOULIS, E. C.; EBDON-PARRY, M.; LANSHAMMAR, H.; VILEIKYTE, L.; KULKARNI, J.; BOULTON, A. J. M. Gait abnormalities in diabetic neuropathy. *Diabetic Care*, v. 20, n. 12, p. 1904-1907, 1997.

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. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, v. 27, n. 3, p. 197-204, 1998.

SAKAI, N.; LUO, Z. P.; RAND, J. A.; NA, K. N. The influence of weakness in the vastus medialis oblique muscle on the patellofemoral joint: an in vitro biomechanical study. *Clinical Biomechanics*, v. 15, n. 5, p. 335-339, 2000.

SHEEHY, P.; BURDETT, R. G.; IRRGANG, J. J.; VANSWEARINGEN, J. An electromyographic study of vastus medialis oblique and vastus lateralis activity while ascending and descending steps. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, v. 27, n. 6, p. 423-429, 1998.

TASKIRAN, E.; DINEDURGA, Z.; YAGIZ, A.; ULUDAG, B.; ERTEKIN, C.; LOK, V. Effect of the vastus medialis obliquus on the patellofemoral joint. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, v. 6, n. 3, p. 173-180, 1998.

WINTER, D. A. *The biomechanics and motor control of human gait: normal, elderly and pathological*. Waterloo: University of Waterloo, 1991.

WITVROUW, E.; SNEYERS, C.; LYSSENS, 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. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, v. 24, n. 3, p. 160-165, 1996.

