

# Efeito de diferentes calçados no início da atividade eletromiográfica dos músculos estabilizadores da patela

## *Effect of different shoes at the onset electromyographic activity of patellar stabilizer muscles*

Lucas Pereira Lopes de Souza<sup>1</sup>; Valéria Mayaly Alves de Oliveira<sup>1</sup>; Laísila da Silva Paixão Batista<sup>1</sup>; Ana Carolina Rodarti Pintagui<sup>2</sup>; Rodrigo Cappato de Araújo<sup>3</sup>; Marcos Pinotti<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Alunos de graduação de Fisioterapia – UPE Campus Petrolina. Petrolina, PE – Brasil;

<sup>2</sup> Professor do Departamento de Fisioterapia – UPE Campus Petrolina. Petrolina, PE – Brasil;

<sup>3</sup> Aluno do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica – UFMG. Belo Horizonte, MG – Brasil;

<sup>4</sup> Professor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica – UFMG. Belo Horizonte, MG – Brasil;

### Endereço para correspondência

Rodrigo Cappato de Araújo  
Universidade de Pernambuco – Campus Petrolina  
BR 203 Km<sup>2</sup> S/N Vila Eduardo  
56.300-000 Petrolina – PE [Brasil]  
rodrigo.cappato@upe.br  
rodrigocappato@yahoo.com.br

### Resumo

**Introdução:** A síndrome da dor femoropatelar (SDFP) é caracterizada por uma dor difusa na região retopatelar. A SDFP tem maior prevalência em mulheres jovens e sua etiologia não é totalmente conhecida. **Objetivo:** O objetivo desse trabalho foi comparar a porcentagem de disparo inicial (PDI) dos músculos vasto medial oblíquo (VMO) e vasto lateral longo (VLL) de mulheres saudáveis com disfunção femoropatelar (SDFP) ao sentar e levantar de um banco, calçando sapatos de salto alto, tênis e descalças. **Métodos:** Vinte mulheres foram divididas em dois grupos: controle e SDFP. O início da atividade EMG dos músculos VMO e VLL foi registrada durante a realização das tarefas, executadas com diferentes calçados. Para a comparação das PDIs foi utilizado o teste Qui-quadrado com  $p < 0,05$ . **Resultados:** Verificou-se que o uso do tênis e do salto alto proporcionaram aumento da PDI no grupo controle. No entanto, nenhuma diferença foi observada no grupo SDFP. **Conclusão:** Os resultados sugerem que os indivíduos com SDFP não apresentam respostas adaptativas ao uso de diferentes calçados.

**Descritores:** Eletromiografia; Joelho; Síndrome da Dor Patelofemoral.

### Abstract

**Introduction:** Patellofemoral pain syndrome (PPS) is characterized by diffuse pain in the retropatellar region. The PPS has a higher prevalence in young women and its aetiology is not fully understood. **Objective:** The aim of this study was to compare the percentage of onset (%) of the vastus medialis oblique (VMO) and vastus lateralis longus (VLL) of healthy women and with patellofemoral pain syndrome (PPS) during sitting and standing tasks, wearing high heeled shoes, tennis shoes and barefoot. **Methods:** Twenty women were divided into two groups: control group and PPS. The onset of EMG activity of VMO and VLL muscles was recorded during the tasks, using different shoes. To compare the percentage of onset was used chi-square test with  $p < 0.05$ . **Results:** It was found that the use of high-heeled and tennis shoes promote increased the PDI in the control group. However, no difference was observed in the PPS group. **Conclusion:** The results suggest that individuals with PPS do not present adaptive responses to the use of different shoes.

**Key words:** Electromyography; Knee; Patellofemoral Pain Syndrome.

## Introdução

A síndrome da dor femoropatelar (SDFP) é, atualmente, responsável por cerca de 25% dos diagnósticos ortopédicos<sup>1-3</sup>, afetando, principalmente, mulheres e adultos jovens. Caracteriza-se por uma dor anterior e/ou retropatelar que se agrava durante atividades como permanecer sentado por longo período de tempo, agachar, sentar, subir ou descer escadas e que não esteja relacionada com qualquer outra patologia do joelho<sup>4-6</sup>.

Atualmente, muito se pesquisa acerca das reais causas dessa síndrome, estando sua etiologia associada a fatores estáticos, que seriam aqueles onde alterações osteoarticulares proporcionariam anomalia biomecânica<sup>7,8</sup>, e os fatores dinâmicos, onde essa biomecânica alterada seria proporcionada por um desequilíbrio muscular<sup>6,9,10</sup>, principalmente entre os músculos do quadríceps. O estudo da ativação dos estabilizadores dinâmicos da patela como causa da SDFP, feito por meio de eletromiografia, compara a intensidade de ativação dos músculos a fim de estabelecer uma relação de desequilíbrio entre Vasto Medial Oblíquo (VMO) e Vasto Lateral (VL) em indivíduos com SDFP<sup>11,12</sup>.

O desequilíbrio dinâmico da articulação femoropatelar que pode vir a acarretar a SDFP pode ocorrer ainda em outra importante variável da mecânica articular femoropatelar, que é o tempo de disparo desses músculos, que, a fim de prevenir oscilações significantes no ângulo de congruência patelar no início do movimento, deve ser aproximadamente igual entre VMO e VL<sup>13,14,15</sup>. Assim como na intensidade, acredita-se que em indivíduos portadores de SDFP, o VL seria ativado antes do VMO, causando uma oscilação lateral da patela, aumentando assim a pressão patelar sobre o côndilo lateral, o que causaria o stress articular e a dor<sup>16</sup>, entretanto, há atualmente na literatura estudos que comprovam a não relação do tempo de ativação dos vastos com a SDFP, porém, em estudo recente Grossi et al.<sup>3</sup> utilizaram um conceito diferente para a avaliação temporal comparando não mais

a média do tempo de início, mas sim, a porcentagem de vezes que cada músculo se ativava primeiro (PDI) em cada grupo, e assim ela encontrou resultados significativos, mostrando que, durante uma atividade realizada num *leg press*, o VMO possui uma PDI maior que o VL, independentemente da presença ou não de dor.

Analisando a maior incidência dessa síndrome em mulheres jovens e o uso frequente de diferentes tipos de calçados, como salto alto e tênis, pesquisadores<sup>17,18</sup> passaram a verificar a relação entre o tipo de calçado e a SDFP, sugerindo que o uso de diferentes tipos de calçado pode estar relacionado a contração descoordenada entre os vastos. Entretanto, há discordância entre os autores quanto aos resultados<sup>17,18</sup>.

Observando essas divergências e o número restrito de estudos que avaliem o tempo de disparo desses músculos sob essas condições (com diferentes tipos de calçados), o objetivo desse trabalho foi comparar a porcentagem de disparo inicial (PDI) dos músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral longo de mulheres portadoras da SDFP com não portadoras durante sentar e levantar de um banco, calçando sapato de salto alto, tênis e com os pés descalços.

## Materiais e métodos

### Sujeitos

Vinte voluntárias, cujos dados antropométricos constam na Tabela 1, foram divididas em grupo controle, contendo 10 mulheres sem queixa alguma de dor ou história de cirurgia, lesão ou trauma no membro inferior, e grupo de portadoras da SDFP, onde foram incluídas 10 mulheres que relatavam dor no joelho durante, no mínimo, três atividades entre sentar, levantar, agachar, caminhar longas distâncias ou ajoelhar e apresentavam, pelo menos, um dos seguintes testes positivos: (a) aumento do ângulo Q; (b) sinal da baioneta; (c) dor à palpação das facetas patelares; (d) teste de compressão patelar, mas que não apresentasse história de cirurgia no joelho ou diagnóstico prévio de outras patologias

nessa articulação. As voluntárias leram e assinaram um termo de consentimento, segundo a resolução n° 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Esse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade de Pernambuco – UPE (protocolo 202/09).

**Tabela 1:** Dados antropométricos

Característica	SDFP	Controle	P
Idade (anos)	20,20±3,06	21,30±3,46	0,138
Peso (Kg)	53,14±3,46	53,42±3,65	0,891
Altura (m)	1,60±0,04	1,60±0,06	0,965
Dominância direita	5 (50%)	7 (70%)	
Dominância esquerda	5 (50%)	3 (30%)	

Kg – Quilogramas; m – metros.

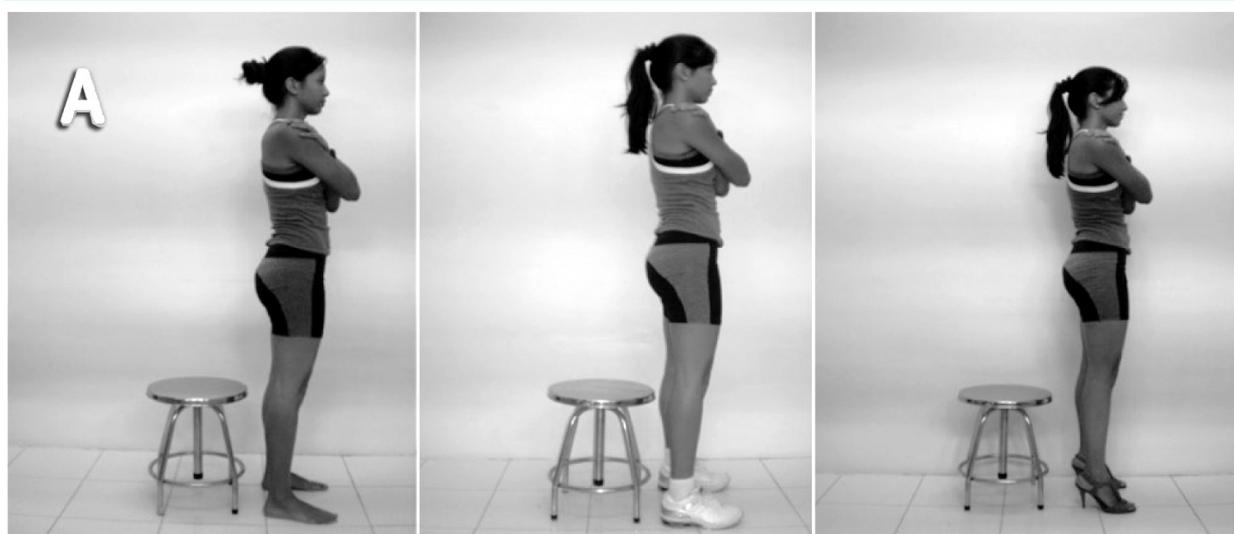
## Registro de dados

Para a coleta do sinal eletromiográfico dos músculos VMO e VLL foram utilizados dois eletrodos ativos, diferenciais simples, de prata pura com ganho de 20 vezes e um eletrodo de referência no terço distal da tíbia, conectados um eletromiógrafo *Myosystem Br-1* da *Datahominis Tecnologia Ltda*® (Uberlândia – MG, Brasil), frequência de amostragem de 4.000 Hz, filtro passa banda de 15-500Hz.

## Procedimentos

Cada voluntária foi submetida a uma avaliação inicial que determinou qual grupo iria pertencer, então sorteava-se a ordem das atividades a serem realizadas e então se fazia a assepsia com álcool 70% com leve abrasão e fixava-se os eletrodos, sendo o eletrodo para o VMO fixado 5cm acima da borda supero – medial da patela com inclinação de 55°, já para captar o sinal do VLL o eletrodo foi fixado a 15cm da borda supero-lateral da patela com inclinação de 15°.

Fixados os eletrodos, a voluntária realizava três repetições da contração isométrica voluntária máxima (CIVM) dos extensores do joelho da perna dominante (no caso do grupo controle) ou da perna onde ela sente dores no joelho (no caso do grupo SDFP), e iniciava a primeira atividade previamente sorteada entre as duas atividades possíveis (sentar e levantar), estando os joelhos com 90° de flexão quando sentada com os pés paralelos e os braços cruzados sobre o tórax (Figura 1). A voluntária realizava as atividades três vezes, sendo uma calçando um tênis tamanho 36, outra um salto agulha com 10 cm de altura tamanho 36 e, por último, as atividades descalça, sendo a ordem dos calçados também aleatória.



**Figura 1:** Posicionamento para realização das tarefas de sentar e levantar utilizando os diferentes tipos de calçados

## Processamento de dados

Caracterizava-se início da atividade EMG, a primeira janela de 25ms onde o desvio-padrão fosse duas vezes superior ao desvio-padrão dos primeiros 200ms captados, essa análise foi realizada manualmente e revisada por meio de uma revisão de 20 valores aleatoriamente escolhidos para reduzir o erro da análise. Definidos os tempos de início da atividade do VMO e do VL calculou-se a média aritmética entre as subtrações dos valores do VMO pelos valores do VL de todos os indivíduos. Utilizando essas médias encontradas, cada grupo foi dividido em três subgrupos: (a) VMO precedeu o VL por mais que 10ms (Disparo inicial do VMO), (b) VL precedia o VMO em mais de 10ms (Disparo inicial do VL) e (c) a diferença entre os tempos de ativação era menor que 10ms (Disparo sincrônico) como Cowan et al<sup>6</sup>, e, com isso, calculávamos a porcentagem de disparo inicial (PDI) pela porcentagem de vezes que cada músculo ativou-se primeiro (segundo o critério usado acima) em segundos para cada grupo durante cada atividade, utilizando os diferentes tipos de calçados, assim como Grossi et al<sup>3</sup>.

## Análise estatística

Para se comparar as porcentagens de disparo inicial (PDI) intragrupo, utilizando diferentes tipos de calçados, com a PDI entre os dois grupos foi utilizado o teste Qui-quadrado com correção de Yates e  $P < 0,05$  em cada atividade separadamente. As análises estatísticas foram realizadas no programa *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)*, versão 16 (SPSS Inc., Chicago, IL, Estados Unidos da América, Release 16.0.2, 2008).

## Resultados

Durante a tarefa de sentar, o grupo controle apresentou aumento da PDI do músculo VMO e diminuição da PDI do músculo VL com o uso do tênis e do calçado de salto alto. Já no grupo SDFP, não houve influência do tipo de calçado

na PDI de ambos os músculos. Entretanto, na tarefa de levantar do banco, ambos os grupos não apresentaram diferenças estatísticas na PDI, independentemente do tipo de calçado utilizado.

A análise intergrupos demonstrou que, durante a tarefa de levantar de um banco, os indivíduos portadores de SDFP apresentam PDI do VMO significativamente maior que os indivíduos do grupo controle (Tabela 2). Nenhuma diferença foi encontrada entre os grupos na tarefa de sentar.

Porcentagem de disparo inicial (PDI) dos músculos VMO e VL durante levantar do banco descalço (LBD), de salto (LBS) e de tênis (LBT) e sentar no banco descalço (SBD), de salto (SBS) e de tênis (SBT) nos grupos controle e SDFP. \*Diferença significativa quando comparado a descalço, \*\*Diferença significativa intergrupo

**Tabela 2:** Porcentagem de disparo inicial (PDI) dos músculos estabilizadores da patela

	Grupo Controle					
	Levantar			Sentar		
	LBD	LBS**	LBT	SBD	SBS*	SBT*
VMO	30	50	20	60	70	80
VL	10	0	10	40	20	10
Igual	60	50	70	0	10	10
	Grupo SDFP					
	Levantar			Sentar		
	LBD	LBS**	LBT	SBD	SBS	SBT
VMO	40	70	60	50	60	50
VL	30	10	10	40	40	30
Igual	30	20	30	10	0	20

## Discussão

A etiologia da síndrome da dor femoropatelar tem sido amplamente estudada, haja vista sua grande incidência. É proposto na literatura que essa patologia possa estar relacionada a um desequilíbrio temporal entre os estabilizadores dinâmicos dessa articulação, que são os músculos vasto medial oblíquo (VMO) e vasto lateral longo (VLL) e que esse desequilíbrio pode ser causado pelo uso de diferentes tipos de calça-

dos. Esse estudo verifica, por meio da análise das porcentagens de disparo inicial (PDI) desses músculos, a existência ou não desse desequilíbrio nos indivíduos que sentem dores no joelho, utilizando tênis e salto alto, assim, observa-se nos resultados que, para as voluntárias assintomáticas, o uso dos dois tipos de calçados proporciona, durante a atividade de sentar, um aumento da PDI do VMO e uma redução da PDI do VL. Já o mesmo não ocorre nas mulheres que sentem dores no joelho, além disso, durante a atividade de levantar do banco calçando um sapato de salto agulha de 10cm de altura, as portadoras da SDFP apresentam uma PDI maior que os sujeitos controle.

O aumento da altura do calçado está associado a um aumento do momento externo adutor que aumenta o valgo do joelho e, conseqüentemente, faz com que a patela tenda a desviar-se lateralmente durante a flexo-extensão do joelho,<sup>17-20</sup> assim, para que desequilíbrios não ocorram durante o início da atividade faz-se necessário uma ativação prévia do VMO em relação ao VLL. Os nossos resultados mostram que o uso do calçado de salto alto e do tênis em questão proporciona, nos indivíduos assintomáticos, um aumento da PDI do VMO e uma redução na PDI do VLL, certamente em decorrência do que foi explicado acima, em contrapartida, esse aumento da contração prévia do VMO em relação ao VLL nos portadores da SDFP não ocorreu, mostrando que há alterações nos mecanismos que modulam a contração entre esses dois músculos quando a dor está presente.

A não existência de estudos avaliando o tempo de ativação dos vastos ao se realizar tarefas calçando diferentes tipos de calçados faz com que os achados desse estudo sejam inéditos na literatura, porém, a comparação com estudos que, de alguma forma, se assemelham é interessante.

Em um recente estudo, Edwards et al<sup>18</sup> ao verificarem a influência de calçados de 1 cm, 3 cm e 5 cm sobre os estabilizadores patelares, concluíram que nas portadoras SDFP a razão VMO:VL não se alterava, demonstrando não haver desequilíbrio entre esses músculos, porém, não se tra-

tou de uma análise dos padrões temporais e sim, da intensidade de ativação desses músculos, diferentemente desse estudo. Essa comparação é interessante para mostrar que o desequilíbrio, que talvez exista entre os vastos nos indivíduos sintomáticos, está relacionado ao padrão temporal de ativação desses músculos e não à intensidade de contração, contudo, Cavazzuti et al.<sup>21</sup>, ao avaliarem o tempo de ativação inicial desses dois músculos durante uma tarefa semelhante a do nosso estudo, concluíram não haver esse desequilíbrio temporal entre os estabilizadores patelares quando se tem dor no joelho.

As diferenças entre os achados desse estudo e dos estudos supracitados, podem advir do fato de que foram feitas, no estudo citado, comparações entre os tempos de ativação inicial propriamente ditos, diferindo desse estudo, em que, após serem encontrados os tempos de ativação inicial, foi calculada a porcentagem de disparo inicial, por se acreditar que valores altos para o desvio-padrão mostram que esses tempos apresentam considerável diferença entre os indivíduos do mesmo grupo, tornando qualquer inferência passível de erro, assim, ao se usar a porcentagem de disparo inicial (PDI) se elimina essa diferença, uma vez que, previamente ao cálculo da PDI, agrupamos os tempos de ativação dos indivíduos em subgrupos de acordo com Cowan et al.<sup>6</sup>. Observando então os resultados desse estudo, pode-se inferir que o número de indivíduos saudáveis, nos quais o VMO foi ativo previamente ao VL, aumenta quando os sujeitos estão calçando um salto com 10cm de altura e um tênis com cerca de 1cm de altura, em contrapartida, isso não ocorre nas portadoras da síndrome.

Esse estudo, apesar de utilizar uma amostra pequena e da não associação com avaliações cinéticas e cinemáticas do movimento, apresenta dados inicialmente relevantes que podem auxiliar no entendimento dos mecanismos que, possivelmente, venham a conduzir ao aparecimento súbito de dor anterior ao joelho ou retropatelar, sugerindo-se que mais estudos analisem a influência dos diferentes tipos de calçados sobre os estabilizadores patelares.



## Conclusão

Os resultados desse estudo demonstraram que existe uma diferença entre as respostas de início da atividade eletromiográfica dos músculos estabilizadores da patela entre os indivíduos saudáveis e a SDFP, frente ao uso dos diferentes tipos de calçados. Essa diferença no padrão de ativação pode indicar uma correlação entre o uso de diferentes calçados e o desenvolvimento da SDFP. No entanto, para que isso seja realmente confirmado, se faz necessário que seja feitos futuros estudos que avaliem mais variáveis eletromiográficas, além de dados cinemáticos e cinéticos.

## Referências

- Chester R, Smith TO, Sweeting D, Dixon J, Wood S, Song F. The relative timing of VMO and VL in the aetiology of anterior knee pain: a systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskeletal Disorders*.2008; 9:64.
- Nakagawa TH, Muniz TB, Baldon RB, Serrão FV. Abordagem funcional dos músculos do quadril no tratamento da síndrome da dor femoro-patelar. *Fisioter. Mov*.2008;21(1):65-72.
- Grossi DB, Pedro VM, Bérzin Fausto. Functional analysis of the patellar stabilizers. *Acta Ortop Bras*.2004;12(2):99-104
- Grossi DB, Felício LR, Silvério GWP. Início da atividade elétrica dos músculos estabilizadores da patela em indivíduos com SDFP. *Acta Ortop Bras*. 2009;17(5):297-9.
- Cabral CMN, Melin AMO, Sacco ICN, Marques AP. Fisioterapia em pacientes com síndrome de dor fêmoro-patelar: comparação de exercícios em cadeia cinética aberta e fechada. *Acta ortop bras*.2008;16(3):180-185.
- Cowan SM, Hodges PW, Bennell KL, Crossley KM. Altered vastii recruitment when people with patellofemoral pain syndrome complete a postural task. *Arch Phys Med Rehabil*.2002;83(7):989-95.
- Cerny K, Vastus medialis oblique vastus lateralis muscle activity rations for selected exercises in persons with and without patellofemoral pain syndrome. *Phys Ther*.1995;75:672-83.
- Vaatainen U, Airaksinen, Jaroma H., Kiviranta I. Decreased torque and electromyographic activity in the extensor thigh muscles in chondromalacia patellae. *Int J Sports Med*.1995;16.45-59.
- Grossi DB, Felício LR, Simões R, et al. Avaliação eletromiográfica dos músculos estabilizadores da patela durante exercício isométrico de agachamento em indivíduos com síndrome da dor femoropatelar. *Rev Bras Med Esporte*.2005;11(3): 159-63.
- Alves FSM, Oliveira FS, Junqueira CHBF, et al. Análise do padrão eletromiográfico durante os agachamentos padrão e declinado. *Rev Bras Fisioter*. 2009;13(2):164-72.
- Lam PL, Ng GYF. Activation of the quadriceps muscle during semisquatting with different hip and knee positions in patients with anterior knee pain. *Am. J. Phys. Med. Rehabil*. 2001;80(11):804-8
- Dye SF. Patellofemoral pain current concepts: an overview. *Sports Med Arthrosc*. 2001;9:264-72
- Cowan SM, Bennell KL, Hodges PW et al. Delayed onset of electromyographic activity of vastus medialis obliquus relative to vastus lateralis in subjects with patellofemoral pain syndrome. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001;82(2). 183-189.
- Cowan SM, Bennell KL, Crossley KM, Hodges PW, McConnell J. Physical therapy alters recruitment of the vasti in patellofemoral pain syndrome. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2002;1879-85.
- Souza AC, Foerster B, Tannus A, et al. Síndrome da dor femoropatelar-eletromiografia, isocinética e ressonância magnética. *Fisioter Bras*.2004;5(6):490-5.
- Besier TF, Draper CE, Gold GE, Beaupré GS, Delp SL. Patellofemoral joint contact area increases with knee flexion and weight-bearing. *J Ortho Res*. 2005;23(2):345-50.
- Yoon JY, An DH, Yoo WG et al. Differences in activities of the lower extremity muscles with and without heel contact during stair ascent by young women wearing high-heeled shoes. *J Orthop Sci*.2009;14:418-22.
- Edwards L, Dixon J, Kent JR, Hodgson D, Whittaker V. Effect of shoe heel height on vastus medialis and vastus lateralis electromyographic activity during sit to stand. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*.2008;3:2.
- Baliunas AJ, Hurwitz DE, Ryals AB, Karrar A, Case JP, Block JA, Andriacchi TP et al: Increased knee joint loads during walking are present in subjects with knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*.2002;10:573-79.
- Hertel J, Sloss BR, Earl JE: Effect of foot orthotics on quadriceps and gluteus medius electromyographic activity during selected exercises. *Arch Phys Med Rehabil*.2005;86(1):26-30.
- Cavazzuti L et al. Delayed onset of electromyographic activity of vastus medialis obliquus relative vastus lateralis in subjects with patellofemoral pain syndrome. *Gait Posture* (2010), doi: 10.1016/j.gaitpost.2010.06.025.