



UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA
FCS/ESS

LICENCIATURA EM FISIOTERAPIA

PROJETO E ESTÁGIO PROFISSIONALIZANTE II

**AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE MUSCULAR DO
VASTO MEDIAL OBLÍQUO EM DIFERENTES
EXERCÍCIOS**

Alexandre Brandão
Estudante de Fisioterapia
Escola Superior de Saúde – UFP
25818@ufp.edu.pt

Adérito Seixas
Mestre Assistente
Escola Superior de Saúde – UFP
aderito@ufp.edu.pt

Sandra Rodrigues
Mestre Assistente
Escola Superior de Saúde – UFP
sandrar@ufp.edu.pt

Porto, Julho de 2016

Resumo

Objetivo: Avaliar a influência da superfície de apoio, da adição de componente de adução e da visão, na atividade electromiográfica do vasto medial oblíquo, do vasto lateral, do reto femoral, do semimembranoso, do bicípite femoral e do glúteo máximo durante uma tarefa de agachamento. **Metodologia:** Este estudo contou com 18 participantes com médias de idades de $24,33 \pm 2,68$. A ativação electromiográfica foi avaliada e analisada nas diferentes condições de teste. **Resultados:** No agachamento a atividade electromiográfica do vasto medial oblíquo e do vasto lateral é significativamente superior aos restantes músculos avaliados. Foram encontrados resultados significativos no reto femoral, semimembranoso, no bicípete femoral e no glúteo máximo quando é adicionada a componente de adução da coxa aos exercícios. **Conclusão:** A atividade eletromiográfica dos músculos reto femoral, semimembranoso, bicípete femoral e do glúteo máximo é influenciada pelas diferentes condições de teste. **Palavras Chave:** vasto medial oblíquo, ativação muscular, actividade electromiográfica, adução da coxa, contração isométrica.

Abstract

Objective: The goal of this experimental study is to evaluate the impact of the support surface and vision in the electromyographic activity of the vastus medial oblique muscle, vastus lateralis, rectus femoralis, semimembranosus, femoral biceps and gluteus maximus during a squat task. **Methodology:** This study included a total number of 18 participants with average age of 24.33 ± 2.68 . The electromyographic activation was evaluated and analyzed during the different test conditions. **Results:** In the squat position, the electromyographic activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis is significantly higher than the other muscles evaluated. There are significant results in rectus femoris, semimembranosus, femoral biceps and gluteus maximus when the thigh adduction component is added to the exercises. **Conclusion:** The electromyographic activation of the rectus femoris, semimembranosus, femoral biceps and gluteus maximus is influenced by the different test conditions. **Key-words:** vastus medial oblique, muscle activation, electromyographic activity, hip adduction, isometric contraction.

1. Introdução

A articulação patelo-femoral é estabilizada por um sistema integrado de estruturas contrácteis e não contrácteis. A contração do quadricípite é conhecida como o principal fator de influência sobre a tração da rótula pelo tendão quadricipital durante a extensão do joelho (Fagan e Delahunt, 2008).

O músculo vasto medial oblíquo, em conjunto com o músculo vasto lateral, são importantes estabilizadores da rótula e responsáveis pelo controlo do movimento de extensão do joelho. De forma a garantir um bom funcionamento do movimento extensor do joelho o é importante uma relação ativa entre estes dois músculos.

O síndrome patelo-femoral é uma condição comum, associada à alteração da estabilização da rótula (Hungerford, 19991), caracterizada por dor anterior do joelho difusa especialmente ao subir escadas, ao ajoelhar-se, ou ao sentar-se com os joelhos fletidos por um longo período de tempo. Este síndrome pode ser causado por um mecanismo extensor deficitário que não mobiliza a rótula de forma adequada quando o joelho é sujeito a movimentos de flexão ou extensão. A posição da rótula é mantida pelo equilíbrio de forças estáticas e dinâmicas que atuam sobre a mesma, no entanto, a posição patelar é controlada principalmente pela ação dinâmica do músculo vasto medial oblíquo, especialmente nos últimos 30° de extensão do joelho. Um padrão de controle motor alterado entre o músculo vasto medial oblíquo e o vasto lateral é classificado como uma disfunção dinâmica, sendo esta bastante comum e que perturba este equilíbrio de força. A literatura sugere dois mecanismos principais de disfunção: a fraqueza relativa do vasto medial oblíquo relativamente ao vasto lateral, ou a ativação tardia do vasto medial oblíquo, que desta forma não contraria o vector de força lateral produzida pelo vasto lateral e pela banda iliotibial (Fagan e Delahunt, 2008). Quando se verificam estas disfunções na atividade do vasto medial oblíquo, o movimento da rotula é excessivamente lateralizado, o que pode originar lesões por desequilíbrio de força na relação de estabilização do vasto lateral e vasto medial oblíquo (Owings e Grabiner, 2002).

Recentemente foi sugerido que a visão e a superfície de apoio poderão desempenhar um papel importante na atividade muscular do músculo vasto lateral e vasto medial oblíquo durante um exercício de agachamento (Park et al., 2015) e que adicionar a adução da articulação da anca durante esse tipo de exercício poderá contribuir para uma maior atividade dos referidos músculos (Miao et al., 2015), no entanto esta condição necessita ainda de ser mais investigada de forma a permitir a criação de guidelines para a reabilitação dos síndromes patelo-femorais.

O agachamento é um exercício em cadeia cinética fechada, pelo qual os músculos estabilizadores do joelho trabalham em relação e proporção de modo a controlar movimentos indesejados da rótula (Kadono et al. 2016).

O exercício isométrico mantido a uma flexão de 60° do joelho obriga a que sejam solicitados outros grupos musculares em prol da estabilidade postural e manutenção de um centro de gravidade estável como por exemplo o músculo bicípite femoral, o músculo semimembranoso e o glúteo máximo e também o reto femoral da região anterior. Este grupo de músculos também participam no movimento de agachamento e mantêm uma relação de agonista-antagonista entre eles (Guarin e Kearney, 2014).

Nesse sentido, o objetivo deste estudo será avaliar qual a influência da superfície de apoio (estável ou instável), da adição de componente de adução e da visão (olhos abertos ou olhos fechados) na atividade electromiográfica do vasto medial oblíquo, do vasto lateral, do reto femoral, do semimembranoso, do bicípite femoral e do glúteo máximo durante uma tarefa de agachamento.

2. Metodologia

2.1. Participantes

Participaram no presente estudo 18 adultos jovens, de ambos os sexos, com idades compreendidas entre os 19 e os 30 anos (média de idades $23,44 \pm 2,68$ anos) e Índice de Massa Corporal (IMC) médio de $23,92 \pm 2,52$ Kg/m². Dos indivíduos avaliados, 83,3% indivíduos eram do sexo masculino e 16,7% do sexo feminino.

Todos os participantes foram caracterizados como regularmente ativos, segundo o Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ).

2.2. Critérios de Seleção

Constituíram critérios de inclusão idades compreendidas entre os 18 e 35 anos, não referir história anterior cirúrgica do membro inferior ou de alterações renais, cardiovasculares, metabólicas ou endócrinas previamente diagnosticadas e que impeçam a realização de exercício físico (Coqueiro et al., 2005; Park et al., 2015).

Constituíram como critérios de exclusão a presença de: lesão osteoarticular ou miotendinosa recente no joelho, limitação da amplitude de movimento do joelho, presença de sintomas de lesão patelo-femoral, sinais de disfunção neurológica que possa afetar a performance motora do membro inferior e uso prolongado de corticosteroides (Sousa e Macedo, 2010).

2.3.Instrumentos

Para este estudo foi utilizado um eletromiógrafo, elétrodos de conexão metálica standard, uma célula de carga, lâminas para tricotomia, algodão, gaze, álcool, fita milimétrica, colchões para exercícios, computador, balança (Tanita), estadiómetro (Seca), mala antropométrica, cronómetro, um goniómetro, uma venda, bandas de fixação e um dinamómetro.

Para a recolha da atividade mioelétrica utilizou-se o bioPLUXresearch, um equipamento que recolhe e digitaliza sinal proveniente de sensores localizados sobre a pele. Os canais são de 12 bit, com uma frequência de amostragem de 1000Hz. O processamento foi realizado offline.

Foi também utilizado o Questionário Internacional de Atividade Física para quantificar a atividade física praticada.

2.4.Procedimento

A recolha de dados foi efetuada na Clínica Pedagógica de Fisioterapia da Universidade Fernando Pessoa, após aprovação do projeto por parte da Comissão de Ética da Universidade Fernando Pessoa.

Todos os participantes foram informados dos objetivos e procedimentos envolvidos e declararam a sua aceitação em participar no estudo, podendo desistir a qualquer momento sem qualquer prejuízo pessoal, de acordo com a declaração de Helsínquia. Foi assegurado aos participantes a confidencialidade sobre os dados recolhidos e garantido que os mesmos não iriam ser usados para outros fins que não esta investigação.

Os participantes preencheram um questionário de caracterização e identificação de critérios de seleção e o questionário para determinar o nível de atividade física.

A determinação de qual o membro inferior preferido foi de acordo com Porac e Coren (1981), questionando os participantes sobre que membro inferior utilizam na realização de algumas tarefas como por exemplo chutar uma bola. Todos os registos foram realizados no membro preferido.

Seguidamente realizou-se uma avaliação inicial, através da medição do peso com a balança, da altura do participante (estadiómetro), do ângulo Q, utilizando um goniómetro e também da prega quadricípital, através de um adipómetro (Almeida et al., 2016).

Após o processo de tricotomia e limpeza da pele na área de colocação dos eléctrodos, de forma a reduzir a resistência da pele, os eléctrodos foram colocados nos músculos vasto lateral, vasto medial oblíquo, reto femoral, semimembranoso, bicípete femoral, glúteo máximo e numa superfície óssea de referência, sendo neste caso o maléolo externo. A colocação dos eléctrodos foi a sugerida em *Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles* (Hermes, Frederiks, Disselhorst-Klyg e Rau, 2000).

Seguido à colocação de todos os eléctrodos, os participantes foram sujeitos a um protocolo de normalização, que consistiu em 3 contrações isométricas máximas dos músculos a avaliar com objetivo de normalizar o sinal EMG de cada músculo envolvido, utilizando o protocolo de teste muscular manual segundo Kendall et al. (2009). As contrações isométricas tiveram a duração de 6 segundos com intervalos de 2 minutos entre contrações. Neste procedimento foram recolhidos os valores da atividade electromiográfica durante a contração máxima voluntária (CMV) para cada um dos músculos.

Foram também recolhidos os valores de CMV dos músculos adutores da coxa, com o objetivo de calcular 50% desse valor, para ser utilizado na resistência oferecida pelo dinamómetro nos exercícios que constituem adução.

Seguidamente cada participante fez oito exercícios, com ordem aleatória, tendo por base dois exercícios de agachamento em apoio bilateral. Para a randomização recorreu-se a uma plataforma virtual (<https://www.randomizer.org/>). No exercício base os participantes foram instruídos a fletir os joelhos até um ângulo de 60° de flexão (controlado recorrendo a um goniómetro), mantendo o tronco bem alinhado e a posição durante 1 minuto. Uma variação consistia em realizar o exercício da mesma forma, mas com adição de um componente de adução da anca. Para tal colocou-se uma banda de fixação à volta da coxa do membro preferido do participante, sendo esta fixa numa marquesa com auxílio de um dinamómetro para controlar a força aplicada pela adução (Miao et al., 2015) que correspondeu a 50% da CMV dos adutores, uma vez que o protocolo publicado por Laprade, Culham e Brouwer (1998) com apenas 10% CMV não obteve maior ativação do vasto medial oblíquo. Cada um destes exercícios foi realizado no solo e sobre quatro colchões sobrepostos para adicionar instabilidade ao exercício, assim como com as variações olhos abertos e fechados, totalizando 8 exercícios diferentes.

De uma forma geral, as condições de teste utilizadas no presente estudo foram as seguintes:

1. Sem adução; superfície estável; olhos abertos
2. Sem adução; superfície estável; olhos fechados
3. Sem adução; superfície instável; olhos abertos
4. Sem adução; superfície instável; olhos fechados
5. Com adução; superfície estável; olhos abertos
6. Com adução; superfície estável; olhos fechados
7. Com adução; superfície instável; olhos abertos
8. Com adução; superfície instável; olhos fechados

2.5.Procedimentos Estatísticos

A análise de dados foi efetuada recorrendo ao software de análise estatística IBM SPSS® 23 para o Windows. Através da estatística descritiva (média e desvio padrão), foi feita a caracterização da amostra e das variáveis em estudo. Para calcular a probabilidade das variáveis estarem normalmente distribuídas foi utilizado o teste Shapiro-Wilk e tendo em conta o resultado foram aplicados os testes não paramétricos para um α de 0,05. Para comparar a atividade electromiográfica desenvolvida pelos músculos em cada um dos exercícios estudados e para comparar a atividade de cada músculo nos diferentes exercícios recorreu-se ao teste não paramétrico de Friedman *two way analysis of variance by ranks*.

3.Resultados

3.1. Prega Quadricipital e Ângulo Q

Após a recolha e análise dos dados, obtiveram-se os valores médios da atividade electromiográfica de cada músculo durante os diferentes exercícios, dada pela percentagem da contração máxima voluntária. Estes valores encontram-se representados na Tabela 1.

Tabela 1 - Valores mínimos, máximos, média e desvio padrão da prega quadricipital (mm), do ângulo Q(°) em posição bípede.

	N	Min.	Máx.	Média	Desvio Padrão
Prega Quadricipital	18	5,00	32,00	16,58	7,82
Ângulo Q	18	6,00	14,00	8,67	2,35

Como é possível observar na tabela 2, o valor médio da prega quadricipital é de 16,58mm com um desvio padrão de 7,82mm. O valor médio do ângulo Q é de 8,67° com um desvio padrão de 2,35°.

3.2. Ativação muscular (%CMV) em cada exercício

No que diz respeito à ativação muscular de cada músculo para cada exercício, é possível verificar na Tabela 2 que o músculo com maior média de ativação nos exercícios realizados é o vasto medial oblíquo, com os valores mais elevados de percentagem de ativação à exceção do exercício número 8, em que se verificou uma ligeira vantagem do vasto lateral (18,28%) em relação ao vasto medial oblíquo (18,05%).

Tabela 2 - Valores médios (%), desvio padrão da CMV em cada exercício e valor de *p* entre músculos e variações.

E	RF	VL	VM	IL	IM	G	<i>p</i>
1	9,97±4,7	19,30±10,04	20,55±9,20	3,98±3,02	2,88±1,61	4,30±2,23	<0,001*
2	9,34±5,04	19,06±10,58	20,94±9,82	4,23±3,47	3,02±1,54	4,50±2,46	<0,001*
3	9,58±6,46	20,07±11,66	24,37±19,52	4,22±3,44	2,67±1,26	5,49±2,45	<0,001*
4	8,72±5,09	18,73±11,61	19,47±9,04	4,26±3,48	3,21±1,83	4,69±1,43	<0,001*
5	6,52±3,67	18,43±11,35	18,55±8,38	6,42±5,12	4,81±3,04	6,49±4,01	<0,001*
6	8,30±5,33	20,01±12,20	21,25±12,13	7,96±6,23	4,58±2,56	6,49±2,82	<0,001*
7	7,22±5,07	18,69±11,23	19,13±9,39	7,11±6,29	4,31±2,26	6,22±1,77	<0,001*
8	7,89±5,28	18,28±9,40	18,05±7,00	8,56±6,67	4,67±3,13	5,92±2,21	<0,001*
<i>p</i>	0,084	0,725	0,253	<0,001*	<0,001*	<0,001*	

Legenda: RF – Músculo reto femoral; VL – Músculo vasto lateral; VM – Músculo vasto medial oblíquo; IL – Músculo bicipete femoral; IM – Músculo semimembranoso; G – Músculo glúteo máximo; 1 – Exercício sem adução, superfície estável, olhos abertos; 2 – Exercício sem adução, superfície estável, olhos fechados; 3 – Exercício sem adução, superfície instável, olhos abertos; 4 – Exercício sem adução, superfície instável, olhos fechados; 5 – Exercício com adução, superfície estável, olhos abertos; 6 – Exercício com adução, superfície estável, olhos fechados; 7 – Exercício com adução, superfície instável, olhos abertos; 8 – Exercício com adução, superfície instável, olhos fechados; * - representa significância.

3.3. Avaliação electromiográfica entre diferentes exercícios para o mesmo músculo

A avaliação electromiográfica entre exercícios para o mesmo músculo encontra-se na seguinte tabela (Tabela 3), onde é possível verificar através de comparações par a par onde se encontram as diferenças significativas observadas na análise das colunas da tabela 2. Verifica-se que o músculo semimembranoso é o músculo que apresenta maior variação de ativação entre os exercícios realizados. Por outro lado, o músculo bicípíte femoral e o músculo glúteo máximo também apresentaram resultados significativos na variação de atividade muscular nos diferentes exercícios.

Tabela 3 - Valores da atividade muscular (Teste de Friedman) par a par entre diferentes exercícios para valores de significância $p \leq 0,05^*$

Pares comparados entre diferentes exercícios	<i>p</i>	Pares comparados entre diferentes exercícios	<i>p</i>
IL2/IL5	0,39	IM1/IM7	0,031*
IL2/IL6	0,15	IM1/IM8	0,002*
IL2/IL8	0,02*	IM1/IM6	0,001*
IL4/IL6	0,31	IM1/IM5	<0,001*
IL4/IL8	0,04*	IM3/IM8	0,005*
IL1/IL6	0,49	IM3/IM6	0,003*
IL1/IL8	0,07*	IM3/IM5	0,001*
IL3/IL8	0,009*	IM2/IM8	0,019*
G1/G8	0,009*	IM2/IM6	0,011*
G1/G7	0,007*	IM2/IM5	0,003*
G1/G6	0,001*	IM4/IM6	0,049*
G2/G8	0,019*	IM4/IM5	0,001*
G2/G7	0,015*		
G2/G6	0,002*		

Legenda: IL1 – Músculo bicípíte femoral com a variação do exercício 1; IL2 – Músculo bicípíte femoral com a variação do exercício 2; IL4 – Músculo bicípíte femoral com a variação do exercício 4; IL5 – Músculo bicípíte femoral com a variação do exercício 5; IL6 – Músculo bicípíte femoral com a variação do exercício 6; IL8 – Músculo bicípíte femoral com a variação do exercício 8; IM1 – Músculo semimembranoso com a variação do exercício 1; IM2 – Músculo semimembranoso com a variação do exercício 2; IM3 – Músculo semimembranoso com a variação do exercício 3; IM4 – Músculo semimembranoso com a variação do exercício 4; IM5 – Músculo semimembranoso com a variação do exercício 5; IM6 – Músculo semimembranoso com a variação do exercício 6; IM7 – Músculo semimembranoso com a variação do exercício 7; IM8 – Músculo semimembranoso com a variação do exercício 8; G1 – Músculo glúteo máximo com a variação do exercício 1; G2 – Músculo glúteo máximo com a variação do exercício 2; G6 – Músculo glúteo máximo com a variação do exercício 6; G7 – Músculo glúteo máximo com a variação do exercício 7; G8 – Músculo glúteo máximo com a variação do exercício 8; * - representa significância.

3.4. Avaliação electromiográfica entre diferentes músculos para o mesmo exercício.

Na Tabela 4, é possível observar os valores de significância da comparação da atividade muscular entre diferentes músculos nos mesmos exercícios.

É possível verificar que o músculo semimembranoso possui valores de atividade muscular significativamente diferente da do vasto medial e vasto lateral, para todos os exercícios, e significativamente diferente da atividade muscular do reto femoral para os exercícios sem a componente de adução (exercícios 1, 2, 3 e 4), sendo que os valores de atividade electromiográfica do músculo semimembranoso são inferiores aos valores de atividade electromiográfica dos restantes músculos citados.

Tabela 4 - Valores da atividade muscular (Teste de Friedman) entre diferentes músculos nos mesmos exercícios para valores de significância $p \leq 0,05^*$

	Pares comparados nos mesmos exercícios	<i>p</i>		Pares comparados nos mesmos exercícios	<i>p</i>
Exercício 1	IM/RF	0,008*	Exercício 5	IM/VM	<0,001*
	IM/VL	<0,001*		IM/VL	<0,001*
	IM/VM	<0,001*		IL/VM	0,001*
	IL/VL	<0,001*		IL/VL	<0,001*
	G/VL	<0,001*		RF/VM	0,008*
	G/VM	<0,001*		RF/VL	0,002*
Exercício 2	IM/RF	0,037*	Exercício 6	G/VM	0,008*
	IM/VL	<0,001*		G/VL	0,002*
	IM/VM	<0,001*	IM/VL	0,004*	
	IL/VL	<0,001*	IM/VM	0,004*	
	IL/VM	<0,001*	RF/VL	0,004*	
	G/VL	<0,001*	RF/VM	0,004*	
	G/VM	<0,001*			
Exercício 3	IM/RF	0,011*	Exercício 7	IM/VM	<0,001*
	IM/VL	<0,001*		IM/VL	<0,001*
	IM/VM	<0,001*		IL/VM	0,001*
	IL/VL	<0,001*		IL/VL	<0,001*
	IL/VM	<0,001*		RF/VM	0,002*
	G/VL	0,008*		RF/VL	<0,001*
	G/VM	0,002*		G/VM	<0,001*
			G/VL	<0,001*	
Exercício 4	IM/RF	0,037*	Exercício 8	IM/VL	<0,001*
	IM/VL	<0,001*		IM/VM	<0,001*
	IM/VM	<0,001*		IL/VL	0,005*
	IL/VL	<0,001*		IL/VM	0,005*
	IL/VM	<0,001*			
	G/VL	0,001*			
	G/VM	<0,001*			

Legenda: IM – Músculo semimembranoso; RF – Músculo reto femoral; VL – Músculo vasto lateral; VM – Músculo vasto medial oblíquo; IL – Músculo bicípete femoral; G- Músculo glúteo máximo; Exercício 1 – Sem adução em superfície estável e com olhos abertos; Exercício 2 – Sem adução em superfície estável e com olhos abertos; Exercício 3 – Sem adução em superfície instável e com olhos abertos; Exercício 4 – Sem adução em superfície instável e com olhos fechados; Exercício 5 – Com adução em superfície estável e com olhos abertos; Exercício 6 – Com a adução em superfície estável e com olhos fechados; Exercício 7 – Com adução em superfície instável e com olhos abertos; Exercício 8 – Com adução em superfície instável e com olhos fechados; * - representa significância;

O músculo bicípito femoral possui valores de atividade muscular significativamente diferentes, também eles inferiores, em relação ao músculo vasto lateral para todos os exercícios e em relação ao músculo vasto medial oblíquo do exercício 2 ao 8 inclusive.

Para o músculo glúteo máximo é possível observar que os valores de atividade muscular são inferiores em todos os exercícios em relação aos músculos vasto lateral e vasto medial oblíquo.

Por último, para o músculo reto femoral, foram encontrados valores de atividade muscular inferiores relativamente aos músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral, nos exercícios realizados com a componente de adução (exercícios 5, 6, 7 e 8).

4. Discussão

O presente estudo teve como principal objetivo avaliar qual o impacto da superfície de apoio (estável ou instável) e da visão (olhos abertos ou olhos fechados) na atividade electromiográfica do vasto medial oblíquo, do vasto lateral, do reto femoral, do semimembranoso, do bicípito femoral e do glúteo máximo durante uma tarefa de agachamento.

A avaliação desta atividade foi recolhida durante a execução de cada um dos oito exercícios propostos. Após recolha e análise dos resultados do estudo, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas relativamente aos níveis de atividade electromiográfica de cada músculo nos diferentes exercícios e a nível de atividade electromiográfica dos diferentes músculos em cada exercício.

Segundo Park et al. (2015), existe uma ativação significativa dos músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral durante o agachamento. Esta informação vem reforçar a análise dos resultados da tabela 2, onde é possível concluir que os músculos com maior atividade muscular são o vasto medial oblíquo e o vasto lateral. Sendo este um dos exercícios recomendados na reabilitação de pacientes com síndrome rotuliano, na expectativa de que recrute o músculo VM com maior magnitude do que o músculo VL, os nossos resultados vêm

questionar esta prática, uma vez que não foram encontradas diferenças significativas entre os valores de atividade electromiográfica destes músculos nos exercícios analisados.

Com a finalidade de promover a ativação do vasto medial oblíquo, estudos anteriores sugeriam alterações biomecânicas da posição e orientação da articulação coxo-femoral (Herrington et al., 2006). Foi sugerido por Boling et al. (2006), que a adução da coxo-femoral promovia preferencialmente o recrutamento do vasto medial oblíquo.

Os resultados deste estudo sugerem que a percentagem de atividade mioelétrica que o semimembranoso, o bicípito femoral e glúteo máximo dispensam para o trabalho isométrico nunca é superior a 9%CMV, o que é significativamente inferior ao vasto medial oblíquo e ao vasto lateral. Apesar do músculo reto femoral pertencer ao quadricípito, assim como o vasto medial oblíquo e o vasto lateral, é possível observar que este também apresenta uma ativação electromiográfica significativamente inferior. Estes resultados vêm dar suporte ao estudo realizado por Ninos et al. (1996), que comprova um aumento na atividade electromiográfica apenas pela parte do vasto medial oblíquo e do vasto lateral, não afetando os restantes músculos. É também suportado por muitos dos estudos aqui mencionados (e.g. Coqueiro et al., 2005; Earl, Schmitz e Arnold, 2001; Miao et al., 2015) que existe uma ativação electromiográfica elevada pela parte do vasto medial oblíquo e do vasto lateral, na realização de um exercício de agachamento.

Os resultados obtidos por Miao et al. mostram uma ativação do vasto medial oblíquo quando a adução da anca para indivíduos portadores da síndrome patelo-femoral, com uma resistência a adução de aproximadamente 4,35kg. Já o grupo avaliado neste estudo, não possuía o síndrome patelo femoral sendo esta mesma ativação electromiográfica não significativa. Esta diferença na amostra estudada pode justificar a divergência de resultados.

Contudo, os resultados do presente estudo vão de encontro aos resultados de um estudo realizado em 1998 por Laprade, Culham e Brouwer, onde ficou demonstrado que a componente de adução não é um fator predominante na ativação do vasto medial oblíquo. Os investigadores apenas utilizaram 10% da CMV do adutor como variação da posição articular e na mesma posição de agachamento. Ambos os estudos têm componentes de adução, apesar das cargas em trabalho serem diferentes, mas obtiveram os mesmos resultados no que diz respeito músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral.

Ao adicionarmos a componente de adução nos exercícios, apenas a atividade electromiográfica dos músculos da região posterior da coxa que foram avaliados (semimembranoso, bicípito femoral) e glúteo máximo foi influenciada de forma significativa.

É possível verificar que em trabalho isométrico com 60° de flexão do joelho, a atividade electromiográfica do músculo semimembranoso é inferior em relação ao vasto medial oblíquo e vasto lateral, para todos os exercícios e relativamente ao reto femoral para exercícios 5, 6, 7 e 8. Também é possível observar que a atividade electromiográfica do músculo bicípete femoral também é inferior em relação ao vasto medial oblíquo nos exercícios 2, 3, 4, 5, 7 e 8 e inferior ao vasto lateral em todos os exercícios à exceção do exercício 6. Por sua vez, o músculo glúteo máximo possui uma atividade electromiográfica também ela inferior à do vasto medial oblíquo e vasto lateral para todos os exercícios à exceção dos exercícios 6 e 8. Relativamente à eventual influência da visão na atividade electromiográfica do vasto medial, ao contrário do reportado por estudos anteriores (Park et al., 2015), não encontramos evidência de que a realização dos exercícios de olhos fechados aumente a atividade electromiográfica do músculo vasto medial.

5. Conclusão

Após análise dos dados e discussão dos resultados, para amostra estudada, conclui-se que a ativação do vasto medial oblíquo não é significativamente alterada pela superfície, pela visão, ou pela adução com uma resistência de 50% da CMV, para exercícios isométricos de agachamento com 60° de flexão do joelho. Foi possível verificar alteração a nível dos músculos posteriores da coxa – onde se verificou uma atividade electromiográfica significativamente inferior em relação ao músculo em estudo e ao vasto lateral – decorrente das diferentes apresentações do exercício estudado.

É importante dar continuidade ao estudo da ativação do vasto medial oblíquo pois é um músculo de difícil trabalho individual e muito importante para a estabilidade da articulação do joelho. Devem ser estudados outros tipos de componentes que possam afetar positivamente a atividade muscular do vasto medial oblíquo para obter um trabalho melhor a nível de individualidade muscular, como a exploração de outros posicionamentos articulares e posturais na execução do agachamento ou em outros exercícios que recrutem ativamente o quadricípite.

Bibliografia

Almeida, G., Silva, A., França, F., Magalhães, M., Burke, T. e Marques, A., (2016), Q-angle in patellofemoral pain: relationship with dynamic knee valgus, hip abductor torque, pain and function, *Revista Brasileira de Ortopedia*. 51(2), 181-186.

Boling M, Bolgla L, Mattacola C, Uhl T, Hosey R. Out- comes of a weight-bearing rehabilitation program for patients diagnosed with patellofemoral pain syndrome. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2006; 87: 1428–1435.

Calais, B. (1991), *Anatomia Para o Movimento - Vol. 1: Introdução à Análise das Técnicas Corporais*. São Paulo: Manole.

Coqueiro, K., Bevilaqua-Grossi, D. Bérzin, F., Soares, A., Candolo, C. E Monteiro, P. (2005). Analysis on the activation of the VMO and VLL muscles during semisquat exercises with and without hip adduction in individuals with patellofemoral pain syndrome, *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 15(4), 596–603.

Cruzado, D., Sánchez, M. e Vargas, A., (2014), Parameterization and reliability of single-leg balance test assessed with inertial sensors in stroke survivors: a cross-sectional study, *BioMedical Engineering OnLine*. 13(2),127.

Earl, J., Schmitz, R. e Arnold, B. (2001), Activation of the VMO and VL during dynamic mini-squat exercises with and without isometric hip adduction. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 11(6), 381-386.

Fagan V., Delahunt E. (2008), Patellofemoral pain syndrome: a review on the associated neuromuscular deficits and current treatment options. *British Journal of Sports Medicine*. 42(10), 489–495.

Fulkerson, J. e Hungerford D. (1991), *Disorders of the Patellofemoral joint*. 2nd ed. Lippincott Williams and Wilkins Co.

Gardner, E. (1998) *Anatomia: Estudo Regional do Corpo Humano*. 4ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

Guarin, D. e Kearney, R. (2014), Multiple-Input/Single-Output Identification of the Dynamic Relation Between EMG and Torque at the Human Ankle During Isometric Contractions. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 60, 2057-2060.

Herrington L, Blacker M, Enjuanes N, Smith P, Worthington D. The effect of limb position, exercise mode and contraction type on overall activity of VMO and VL. *Physical Therapy In Sport* 2006; 7: 87–92

Hermes, J. Frederiks, M. Disselhorst-Klyg, B. e Rau, G. (2000). Introduction to the special issue on the SENIAM European. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 10(5), 283-286.

Hodges P, Richardson C. (1993), The influence of isometric hip adduction on quadriceps femoris activity, *Scandl Rehabil Med.* 25(2), 57- 62.

Kadono, N., Tsuchiya, K., Uematsu, A., Kamoshita, H., Kiryu, K., Hortobágyi, T. e Suzuki, S. (2016), A Japanese Stretching Intervention Can Modify Lumbar Lordosis Curvature. *Japan School of Human Sciences.*

Kendall, P., McCreary, E., Provance, G., Rodgers, M. e Romani, W., (2009), *Músculos: Provas e Funções.* 5ªed. São Paulo: Manole.

Laprade, J., Culham, E. e Brouwer, B. (1998), Comparison of five isometric exercises in the recruitment of the vastus medialis oblique in persons with and without patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther.* 27(3), 197-204.

Miao, P., Xu, Y., Pan, C., Liu, H. e Wang, W. (2015), Vastus medialis oblique and vastus lateralis activity during a double-leg semisquat with or without hip adduction in patients with patellofemoral pain syndrome, *BMC Musculoskeletal Disorders.* 289.

Ninos, J., Irrgang, J., Burdett, R. e Weiss, J. (1996), Electromyographic analysis of the squat performed in self-selected lower extremity neutral rotation and 30 degrees of lower extremity turn-out from the self-selected neutral position, *J Orthop Sports Phys Ther.* 25(5), 307.