Fábio de Faro Passos

Estudo eletromiográfico dos músculos adutor longo e vasto medial (fibras oblíquas), durante exercícios de agachamento com e sem a adução do quadril

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências

Área de concentração: Fisiopatologia Experimental
Orientadora: Profa. Dra. Júlia Maria D'Andréa Greve

SÃO PAULO
2006

Fábio de Faro Passos

Estudo eletromiográfico dos músculos adutor longo e vasto medial (fibras oblíquas), durante exercícios de agachamento com e sem a adução do quadril

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências

Área de concentração: Fisiopatologia Experimental
Orientadora: Profa. Dra. Júlia Maria D'Andréa Greve

SÃO PAULO
2006

Dedicatória

Dedico este trabalho à minha amada esposa Karina e ao meu filho Gabriel,
uma benção de Deus em nossas vidas.

Este trabalho é nosso.

Agradecimentos

À minha orientadora Profa. Dra. Júlia Maria D'Andréa Greve.

Ao programa de Pós-graduação em Fisiopatologia Experimental da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Às minhas colegas, Profa. Dra. Denise Loureiro Viana, Rosangela Vinhas e Maria José Tucunduva.

Ao fisioterapeuta Daniel Antunes Alveno, pela ajuda durante a execução prática do trabalho.

Aos voluntários, alunos do curso de Fisioterapia da Universidade Cidade de São Paulo.

SUMÁRIO

Lista de Figuras

Lista de Tabelas

Resumo

Summary

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	4
3 REVISÃO DA LITERATURA	6
3.1 Relações anatômicas entre os músculos	7
3.2 Disfunções patelofemorais	8
3.3 Estudos eletromiográficos	9
4 MÉTODOS	12
4.1 Local e aprovação	13
4.2 Casuística	13
4.3 Instrumentação	15
4.4 Procedimentos	18
4.5 Exercícios	26
4.6 Análise dos registros eletromiográficos	32
4.7 Análises estatísticas	33
5 RESULTADOS	35
6 DISCUSSÃO	46
7 CONCLUSÕES	55

8 ANEXOS	57
9 REFERÊNCIAS	65
Apêndice	

Lista de figuras

Figura 1 – Eletromiógrafo modelo EMG 400C de quatro canais (EMG System do Brasil)	15
Figura 2 – Eletrogoniômetro, eletrodos bipolares ativos de superfície e eletrodo referência do tipo presilha	17
Figura 3 – Determinação do ponto para posicionamento do eletrodo sobre o músculo Adutor Longo	19
Figura 4 – Ponto M3 fibras oblíquas do músculo Vasto Medial	20
Figura 5 – Marcação dos pontos M2 e M3. LAPEFFI, São Paulo 2005	21
Figura 6 – Colocação dos eletrodos sobre as posições anatômicas dos músculos adutor longo e das fibras oblíquas do músculo vasto medial	21
Figura 7 – Faixas elásticas. LAPEFFI, São Paulo 2005	23
Figura 8 – Eletrodo referência e eletrogoniômetro. LAPEFFI, São Paulo 2005	23
Figura 9 – CIVM para as fibras oblíquas do músculo vasto medial. LAPEFFI, São Paulo 2005	24
Figura 10 – CIVM para o músculo adutor longo. LAPEFFI, São Paulo 2005.....	25
Figura 11 – Exercício AP vista lateral. LAPEFFI, São Paulo 2005	28
Figura 12 – Exercício AP vista anterior. LAPEFFI, São Paulo 2005	28
Figura 13 – Exercício APA vista lateral. LAPEFFI, São Paulo 2005	29

Figura 14 – Exercício APA vista anterior. LAPEFFI, São Paulo 2005	29
Figura 15 – Exercício AL vista lateral. LAPEFFI, São Paulo 2005	30
Figura 16 – Exercício AL vista anterior. LAPEFFI, São Paulo 2005	30
Figura 17 – Exercício ALA vista lateral. LAPEFFI, São Paulo 2005	31
Figura 18 – Exercício ALA vista anterior. LAPEFFI, São Paulo 2005	31

Lista de tabelas

Tabela 1 – Atividades EMG do músculo VMO expressas em % RMS, obtidas durante as três repetições dos exercícios de agachamento na parede e livre e com e sem a adução do quadril de ambos os sexos - LAPEFFI / UNICID - 2005	37
Tabela 2 – Atividades EMG do músculo ADL expressas em % RMS, obtidas durante as três repetições dos exercícios de agachamento na parede e livre e com e sem a adução do quadril de ambos os sexos - LAPEFFI / UNICID - 2005	39
Tabela 3 – Atividades EMG do músculo VMO expressas em % RMS, obtidas durante as três repetições dos exercícios de agachamento na parede e livre e com e sem a adução do quadril dos voluntários do sexo feminino - LAPEFFI / UNICID - 2005	41
Tabela 4 – Atividades EMG do músculo VMO expressas em % RMS, obtidas durante as três repetições dos exercícios de agachamento na parede e livre e com e sem a adução do quadril dos voluntários do sexo masculino - LAPEFFI / UNICID - 2005	42
Tabela 5 – Atividades EMG do músculo ADL expressas em % RMS, obtidas durante as três repetições dos exercícios de agachamento na parede e livre e com e sem a adução do quadril dos voluntários do sexo feminino - LAPEFFI / UNICID - 2005	44

Tabela 6 – Atividades EMG do músculo ADL expressas em % RMS, obtidas durante as três repetições dos exercícios de agachamento na parede e livre e com e sem a adução do quadril dos voluntários do sexo masculino - LAPEFFI / UNICID - 2005	45
---	----

Resumo

Passos, FF. Estudo eletromiográfico dos músculos adutor longo e vasto medial (fibras oblíquas), durante exercícios de agachamento com e sem a adução do quadril [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo; 2006.

INTRODUÇÃO: os músculos adutor longo (ADL) e vasto medial (VM), incluindo suas fibras oblíquas (VMO), possuem relações anatômicas e funcionais. O músculo VMO é estabilizador da patela, portanto inúmeros trabalhos EMG procuram determinar exercícios que aumentem a atividade deste músculo. Este estudo teve como objetivo relacionar a atividade do músculo VMO com a adução do quadril e com a contração do músculo ADL em exercícios de agachamento com e sem apoio dorsal para ambos os sexos. **CASUÍSTICA E MÉTODOS:** participaram trinta indivíduos saudáveis e sedentários de ambos os sexos, com idade média $19 \pm 1,4$ anos, estatura média $162,2 \pm 6,8$ cm, massa corporal média de $64,8 \pm 11,4$ kg e IMC de $19,26 \pm 0,84$. Realizaram exercícios de agachamento na parede (AP), de agachamento na parede com adução do quadril (APA), de agachamento livre (AL) e de agachamento livre com adução do quadril (ALA). Para cada exercício foram realizados três agachamentos no arco de $0^\circ - 60^\circ - 0^\circ$ de flexão do joelho. Os sinais EMG foram retificados e quantificados pelo uso do RMS, foram então normalizados a partir de CIVM. Foram realizados testes estatísticos e o nível de significância adotado foi a $< 0,05$. **RESULTADOS:** os exercícios APA e ALA mostraram aumento significativo de atividade elétrica do músculo VMO; o músculo ADL foi significativamente mais ativo no exercício APA e ALA; não se observaram diferenças significativas entre os músculos durante as repetições dos exercícios; o músculo ADL foi significativamente mais ativo durante o exercício APA em comparação com o exercício ALA; o músculo VMO foi significativamente mais ativo no exercício AP em comparação com o AL; o músculo ADL foi significativamente mais ativo para os indivíduos do sexo feminino; o músculo VMO foi significativamente mais ativo para os indivíduos do sexo feminino somente no exercício APA; para todos os exercícios o músculo VMO foi significativamente mais ativo que o músculo ADL. **CONCLUSÕES:** a contração do músculo ADL durante a adução do quadril elevou a atividade do músculo VMO, sendo este aumento maior nos exercícios de agachamento com apoio dorsal e para os indivíduos do sexo feminino.

Descritores: 1.Eletromiografia 2.Músculo esquelético 3.Articulação do quadril 4.Exercício

Summary

Passos, FF. Electromyographic study of the adductor longus and vastus medialis muscles (oblique fibers), during squatting exercises with and without hip adduction [thesis]. São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo; 2006.

SUMMARY: Adductor longus (ADL) and vastus medialis (VM) muscles, including their oblique fibers (VMO), have anatomic relations. VMO muscle is a patella stabilizer, thus a number of EMG studies have been written in order to determine exercises that increase this muscle activity. The present study aimed at relating VMO muscle activity to hip adduction and ADL muscle contraction at squatting exercises with and without back support for both sexes. **CASUISTICS AND METHODS:** thirty healthy and sedentary individuals of both sexes took part in the study, being average age $19 \pm 1,4$ years old, average height $162,2 \pm 6,8$ cm, average body weight $64,8 \pm 11,4$ kg and average IMC $19,26 \pm 0,84$. They did squatting exercises on the wall (WS), squatting exercises on the wall with hip adduction (WSA), free squatting exercises (FS) and free squatting exercises with hip adduction (FSA). In each exercise, three complete $0^\circ - 60^\circ - 0^\circ$ knee flexion squatting exercises were realized. EMG signals were rectified and quantified by using RMS and then normalized from MIVC. Statistical tests were made and the significance level adopted was $\alpha < 0,05$. **RESULTS:** WSA and FSA exercises showed significant increase in the electrical activity of the VMO muscle; ADL muscle was significantly more active in WSA and FSA exercises; significant differences between the muscles were not observed during exercise repetitions; ADL muscle was significantly more active during WSA exercise in comparison to FSA exercise; VMO muscle was significantly more active in WS exercise in comparison to the FS one; ADL muscle was significantly more active for female individuals; VMO muscle was significantly more active for female individuals only in WSA exercise; in all the exercises, VMO muscle was significantly more active than ADL muscle. **CONCLUSIONS:** the ADL muscle contraction during hip adduction increased the VMO muscle activity; being this increase greater for squatting exercises with back support and for female individuals.

Descriptors: 1.Electromyography 2.Skeletal muscle 3.Hip joint 4.Exercise

1 INTRODUÇÃO

O músculo adutor longo (ADL) e as fibras distais do músculo adutor magno (AM) se relacionam com o músculo vasto medial (VM) através da membrana vasto-adutora (Kiesselbach, 1954-1955; Orts Llorca, 1970; Checroun et al., 1996). Segundo Souza (1975) os músculos AL e AM mantêm relação o músculo VM, através de suas inserções na margem medial da linha áspera do fêmur.

Com base nestas relações anatômicas pesquisadores entenderam ser possível que a solicitação contrátil dos músculos adutores, pudesse elevar a atividade elétrica do músculo VM.

O aumento da atividade elétrica do músculo VM, principalmente de suas fibras oblíquas (VMO), é de fundamental importância a pacientes portadores de disfunções patelofemorais (Gould, 1993; Sanchis, 1995; Camanho, 1996; Andrews et al., 2000; Weinstein e Buckwalter, 2000; Stoller, 2000).

A adução do quadril durante exercícios de cadeia cinética fechada (CCF) eleva a atividade elétrica do músculo VMO (Hodges e Richardson, 1993; Cerny, 1995).

Os resultados descritos significativos, porém as pesquisas não relacionaram os achados com a atividade dos músculos adutores.

Passos e Cerqueira (2003) citam a adução do quadril, durante exercícios isométricos em CCF como uma maneira de elevar a atividade do músculo VMO. Os pesquisadores posicionaram eletrodos sobre os músculos ADL e VMO, porém os exercícios forma estáticos.

Karst e Jewett (1993) e Earl et al. (2001) avaliaram a relação da adução do quadril, com a possível elevação da atividade elétrica do músculo VMO. Foram avaliados indivíduos de ambos os sexos.

As pesquisas relacionaram também os achados para ambos os sexos, ficando em aberto a relação dos resultados para cada sexo e entre os sexos, pois as disfunções patelofemorais acometem ambos os sexos (Reynolds et al., 1983; Burks et al., 1997), e mais comumente indivíduos do sexo feminino (Gould, 1993; Sanchis, 1995; Camanho, 1996; Andrews et al., 2000; Weinstein e Buckwalter, 2000; Stoller, 2000).

Os autores que citam a adução do quadril em CCF como fator de elevação da atividade elétrica do músculo VMO, realizaram seus estudos com exercícios de agachamento livre ou com apoio região dorsal, não avaliando ambas as situações.

Todos os trabalhos citados basearam seus achados em uma única repetição de cada exercício proposto.

O presente estudo se preocupou em cobrir as lacunas existentes nas pesquisas anteriores, para tanto foram analisadas as atividades dos músculos ADL e VMO durante três repetições de agachamentos livres e com apoio dorsal para ambos os sexos.

2 OBJETIVOS

Relacionar a atividade do músculo VMO com a adução do quadril e com a contração do músculo ADL em exercícios de agachamento com e sem apoio dorsal para ambos os sexos.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Relações anatômicas entre os músculos

O canal dos adutores relaciona os músculos VM, ADL e AM (Testut e Jacob, 1911; Bernard, 1943; Lewis, 1946; Gardner et al., 1964; Orts Llorca, 1970; Williams, 1995; Gardner et al., 1988; Goss, 1988).

O limite superior do canal dos adutores é denominado membrana vasto-adutora, pois se estende entre os músculos VM, AL e AM (Orts Llorca, 1970; Checroun et al., 1996). Kiesselbach (1954-1955), considera que o músculo ADL e o músculo AM unem-se ao músculo VM através da membrana vasto-adutora.

O septo intermuscular medial da coxa e a membrana vasto-adutora relacionam os músculos adutores e o músculo VM, projetando-se profundamente em direção à margem medial da linha áspera do fêmur (Testut e Jacob, 1911; Bernard, 1943; Lewis, 1946; Lieb e Perry, 1968; Orts Llorca, 1970; Weinstabl et al., 1989; Williams, 1995; Checroun et al., 1996).

Souza (1975), descreve que na margem medial da linha áspera do fêmur, as lâminas fibrosas dos músculos adutores e VM, estão unidas.

3.2 Disfunções patelofemorais

A patela é fixa ao joelho por quatro estruturas num arranjo cruzado: tendão do músculo QF, retináculos medial e lateral da patela e ligamento da patela (Weinstein e Buckwalter, 2000).

As disfunções patelofemorais podem acometer indivíduos de ambos os sexos, com idades variando entre 15 e 25 anos (Reynolds et al., 1983; Burks et al., 1997).

A instabilidade lateral da patela é tida como uma disfunção patelofemoral, ocorre mais comumente em mulheres, podendo ter como causas, as trações promovidas pelas estruturas conectivas laterais (retináculo lateral da patela e trato iliotibial), a disfunção do músculo VMO, a excessiva pronação subtalar e o aumento do ângulo Q (Gould, 1993; Sanchis, 1995; Camanho, 1996; Andrews et al., 2000; Weinstein e Buckwalter, 2000; Stoller, 2000).

Sakai et al. (2000), citam que a disfunção do músculo VMO gera um desvio lateral da patela, com o joelho em total extensão.

A subluxação lateral da patela pode ser insidiosa ou traumática. Reynolds et al. (1983), Kujala et al. (1986) e Burks et al. (1997), mencionam como mecanismos deste trauma, a prática esportiva em cadeia cinética fechada, nos últimos trinta graus de extensão do joelho, com descarga de peso e movimentos rotacionais do quadril.

3.3 Estudos eletromiográficos

Sousa e Vitti (1967), transcrevem o músculo ADL como ativo na adução livre e contra resistida, na rotação medial e na flexão do quadril. Não apresenta atividade na manutenção da posição ortostática, na rotação lateral e na flexão do tronco sobre os membros. O músculo ADL apresenta ainda pequena atividade nos movimentos de sentar e levantar, os autores atribuem essa pequena atividade à manutenção do equilíbrio da pelve durante os movimentos.

Segundo Cintra e Furlani (1981), o músculo VM como ativo durante exercícios de agachamento e no sentar e levantar.

Basmajian e De Luca (1985), descrevem o músculo ADL como ativo durante os movimentos de adução do quadril, rotação medial do quadril e exercícios de agachamento. Os mesmos autores citam o músculo VM com significativa atividade elétrica durante exercícios de agachamento e ainda que a posição dos pés, dos tornozelos ou as rotações do quadril pouco influenciam na atividade elétrica do músculo.

Segundo Hanten e Schulthies (1990), o músculo VMO apresenta significativa atividade elétrica, para o movimento de adução do quadril com o joelho estendido, já para a rotação medial do joelho o músculo não é significativamente ativo.

O trabalho de Hodges e Richardson (1993), revela o músculo VMO significativamente ativo na manutenção da posição ortostática,

associada à adução do quadril. Em decúbito dorsal a atividade elétrica do músculo VMO mostra-se significativamente maior apenas, associada à adução máxima do quadril.

Karst e Jewett (1993), relatam o músculo VMO como significativamente ativo durante a flexão do quadril sem rotação, com o joelho estendido e o músculo QF isométricamente contraído. A adução do quadril em cadeia cinética aberta e a flexão do quadril associada à rotação lateral da mesma articulação não elevam a atividade elétrica do músculo VMO.

Cerny (1995) descreve os músculos VMO e AM, significativamente mais ativos durante agachamentos associados a uma adução do quadril, em comparação a agachamentos sem a adução do quadril.

Os resultados de Zakaria et al. (1997), revelam o músculo VMO significativamente ativo durante contrações isométricas em cadeia cinética aberta (CCA) do músculo QF. Já as contrações isométricas associadas à adução do quadril, não elevam significativamente a atividade elétrica do músculo VMO.

Monteiro-Pedro et al. (1999), descrevem o músculo VMO significativamente mais ativo durante contrações isométricas, associadas à adução do quadril na posição sentada ou em decúbito lateral, ambas em CCA.

Os achados de Earl et al. (2001) mostram que a adução do quadril durante exercícios de agachamento eleva significativamente a

atividade elétrica do músculo VMO, em comparação com os agachamentos sem a adução.

Os resultados de Monteiro-Pedro e Nunes (2003) mostram uma atividade significativamente mais elevada do músculo VMO em exercícios de adução isométrica do quadril, com os pés apoiados na base de apoio de um aparelho de *leg-press*.

Os achados de Passos e Cerqueira (2003), mostram que exercícios em CCA, associados à adução do quadril não elevam a atividade elétrica do músculo VMO. Já em cadeia cinética fechada (CCF), a adução contra resistida do quadril eleva de significativamente a atividade elétrica do músculo VMO, em comparação com os exercícios mantidos sem a adução do quadril.

Hertel et al. (2004) em seus resultados, citam que exercícios em CCF, associados à adução do quadril mostram atividades elétricas significativamente menores para o músculo VMO, em comparação com os exercícios nos quais a associação com a adução do quadril não existe.

Os resultados de Coqueiro et al. (2005) mostram o músculo VMO significativamente mais ativo durante os agachamentos, associados à adução do quadril, quando comparados aos agachamentos livres.

4 MÉTODOS

4. 1 Local e aprovação

A pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (CAPPesq), sob o protocolo de número 666/04. (Anexo 1).

Os registros eletromiográficos, foram coletados no Laboratório de Pesquisa em Educação Física e Fisioterapia (LAPEFFI) da Universidade Cidade de São Paulo (UNICID, 2006).

4. 2 Casuística

Foram incluídos na pesquisa trinta indivíduos (quinze do sexo masculino e quinze do sexo feminino), sedentários (ACSM, 1998) e saudáveis, com idade média de $19 \pm 1,4$ anos, estatura média de $162,2 \pm 6,8$ cm, massa corporal com média de $64,8 \pm 11,4$ kg e índice de massa corporal (IMC) com média de $19,26 \pm 0,84$.

A seleção dos voluntários foi realizada por conveniência entre os alunos de graduação do curso de Fisioterapia da Universidade Cidade de São Paulo.

Os voluntários foram esclarecidos sobre o projeto de pesquisa, através de um termo de esclarecimento e consentimento (CAPPesq 666/04). Passaram ainda por uma avaliação antropométrica e clínica, para avaliação dos critérios de inclusão (Anexo 2).

Os critérios de inclusão foram: idade variando de 15 a 25 anos, IMC < 25 (McArdle et al., 2003), ângulo Q abaixo de 18°, ângulo de anteversão do colo femoral abaixo de 15°, rotação lateral da tíbia inferior a 18°, linha de Feiss normal (tipo de pé), teste de Ober negativo, diferença no comprimento real entre os membros inferiores inferior a 1,5cm e ausência de diferença na perimetria da coxa (Burks et al., 1997; Magee, 2002; Palmer e Epler, 2000; Reynolds et al., 1983; Ruffin e Kinigham, 1993; Wittenbecker e DiNitto, 1989; Zappala et al., 1992).

A seleção dos critérios de inclusão teve como base as alterações citadas na literatura, como possíveis fatores etiológicos das disfunções patelofemorais (Marczyk e Gomes, 2000). Os valores de corte foram determinados com base na literatura (Burks et al., 1997; Magee, 2002; Palmer e Epler, 2000; Reynolds et al., 1983; Santili et al., 1998; Ruffin e Kinigham, 1993).

4. 3 Instrumentação

Eletromiógrafo modelo EMG 400C de quatro canais (EMG System do Brasil, 2000), consistindo em um módulo condicionador de sinais, com filtro passa banda com frequência de corte entre 20 – 500 Hz, ganho de amplificação total de 1000 vezes (sendo 20 vezes no eletrodo e 50 vezes no segundo estágio de amplificação) e rejeição de modo comum > 120 dB (Andrade et al., 2005) (Figura 1).

Figura 1 – Eletromiógrafo modelo EMG 400C de quatro canais (EMG System do Brasil)

Software de análise de sinais AqData (EMG System do Brasil, 2000), placa de conversão analógico / digital A/D (EMG System do Brasil, 2000) de 12 bits, que converte o sinal analógico em digital com uma frequência de amostragem de 1000 Hz por canal, com entrada de 5 mV (Andrade et al., 2005).

Eletrodos bipolares ativos de superfície com duas barras de captação de Ag/AgCl (EMG System do Brasil, 2000), de formato retangular e paralelas, tendo 1 cm de comprimento, 1 mm de largura e a distância entre si de 1 cm, com ganho de 20 vezes, cabos blindados e rejeição de modo comum > 120 dB. As barras são acopladas a uma cápsula retangular de resina de acrílico, com 2,2 cm de comprimento, 1,9 cm de largura e 0,6 cm de altura, com um amplificador interno, para reduzir interferências eletromagnéticas (Andrade et al., 2005) (Figura 2).

Eletrogoniômetro, com amplitude abertura de 0 a 225 graus, com saída analógica de 0 a 5 volts, registro do sinal em graus, cabo de 2 metros de comprimento flexível e blindado. Eletrodo referência do tipo presilha, com cabo flexível de 2 metros (Andrade et al., 2005) (Figura 2).

Para a análise e armazenamento dos registros, foi utilizado um computador portátil.

Figura 2 – Eletrogoniômetro, eletrodos bipolares ativos de superfície e eletrodo referência do tipo presilha

1. Eletrodo referência do tipo presilha
2. Eletrodos bipolares ativos de superfície
3. Eletrogoniômetro

4. 4 Procedimentos

As regiões da epiderme das coxas dos voluntários nas quais foram posicionados os eletrodos, sofreram previa tricotomia e limpeza com álcool 70% INPM.

Com o uso de uma fita métrica mensurou-se a distância entre a espinha ilíaca ântero-superior e o tubérculo do adutor do fêmur, esta medida foi dividida ao meio (ponto M1). Estendeu-se então a fita métrica entre o tubérculo púbico do mesmo lado e a medida M1, e novamente esta distância foi dividida ao meio (ponto M2). Sobre o ponto M2 foi posicionado o eletrodo para coletar a atividade EMG do músculo ADL (Passos, 2001) (Figura 3).

Em seguida, foram marcados dois pontos, o primeiro dois centímetros em sentido proximal ao ângulo medial da patela e o segundo dois centímetros em direção medial a partir do primeiro. O segundo ponto foi denominado M3 e situa-se sobre as fibras oblíquas do músculo vasto medial (Passos, 2001) (Figura 4).

Após a marcação dos pontos M2 e M3 (Figura 5), os eletrodos foram posicionados de maneira a ficarem paralelos às fibras musculares e fixados com o uso de fitas adesivas (Figura 6).

Figura 3 – Determinação do ponto para posicionamento do eletrodo sobre o músculo Adutor Longo

A: Espinha Ilíaca antero-superior

B: tubérculo adutor

D: M1, ponto médio entre a espinha ilíaca antero-superio e tubérculo adutor

C: tubérculo púbico

E: M2, ponto médio entre M1 e o tubérculo púbico

De acordo com: Passos FF. Estudo morfológico e eletromiográfico dos músculos adutor longo e vasto medial (fibras oblíquas), durante exercícios em cadeia cinética aberta e fechada, com e sem adução do quadril, 2001. [dissertação].São Paulo: Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo; 2001.

Figura 4 – Ponto M3 fibras oblíquas do músculo Vasto Medial
Linhas amarelas músculo VMO

A: ponto M3

De acordo com: Passos FF. Estudo morfológico e eletromiográfico dos músculos adutor longo e vasto medial (fibras oblíquas), durante exercícios em cadeia cinética aberta e fechada, com e sem adução do quadril, [dissertação]. São Paulo: Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo; 2001.

Figura 5 – Marcação dos pontos M2 e M3. LAPEFFI, São Paulo 2005
M2: ponto marcado sobre o músculo adutor longo
M3: ponto marcado sobre as fibras oblíquas do músculo vasto medial

Figura 6 – Colocação dos eletrodos sobre as posições anatômicas dos músculos adutor longo e das fibras oblíquas do músculo vasto medial. LAPEFFI, São Paulo 2005
1: eletrodo posicionado sobre o ponto M3 (músculo VMO)
2: eletrodoposicionada sobre o ponto M2 (músculo AL)

Além da fixação com fitas adesivas, foram utilizadas faixas elásticas, enroladas ao redor das coxas dos voluntários, por sobre os eletrodos previamente fixados (Figura 7).

O eletrodo referência foi posicionado na face posterior do terço distal do antebraço dos voluntários, imediatamente proximal em relação à articulação radiocarpal (Figura 8).

Foi utilizado um eletrogoniômetro a fim de monitorar o ângulo de flexão do joelho durante os exercícios. O eixo do eletrogoniômetro foi posicionado no epicôndilo lateral do fêmur, enquanto seus braços foram fixados com o uso de fitas de velcro, nas faces laterais da coxa e perna dos voluntários (Palmer e Epler, 2000) (Figura 8).

Com o propósito de quantificar o sinal EMG, comparando adequadamente a atividade entre exercícios, músculos e voluntários, foi necessária a normalização para a validação destas comparações. Para tanto, registramos a atividade EMG dos músculos, durante uma contração isométrica voluntária máxima (CIVM). As CIVM foram mantidas por 10 segundos (Earl et al., 2001, Knutson et al., 1994; Soderberg e Knutson, 2000).

Figura 7 – Faixas elásticas. LAPEFFI, São Paulo 2005

1. Faixas elásticas

Figura 8 – Eletrodo referência e eletrogoniômetro. LAPEFFI, São Paulo 2005

1. Eletrodo referência
2. Eletrogoniômetro

Para a CIVM do músculo VMO, os voluntários permaneceram sentados em uma maca e com as pernas e pés livres de apoio. O joelho do membro inferior a ser testado permaneceu em extensão máxima. O examinador então realizou uma pressão, no sentido da flexão do joelho do voluntário, enquanto solicitou ao mesmo que mantivesse a posição (Kendall et al., 1995) (Figura 9).

Figura 9 – CIVM para as fibras oblíquas do músculo vasto medial. LAPEFFI, São Paulo 2005

Para a CIVM do músculo ADL os voluntários permaneceram em decúbito lateral sobre uma maca. Os membros inferiores permaneceram com os quadris em posição neutra e os joelhos estendidos. O quadril do membro inferior de cima foi abduzido e apoiado pelo examinador, enquanto o quadril do membro inferior de baixo, membro a ser avaliado foi aduzido. O examinador então realizou uma pressão, no sentido de abdução do quadril do (membro inferior de baixo), enquanto solicitou ao voluntário que mantivesse a posição (Kendall et al., 1995) (Figura 10).

Figura 10 – CIVM para o músculo adutor longo. LAPEFFI, São Paulo 2005

4. 5 Exercícios

Antes da execução dos exercícios os voluntários foram esclarecidos sobre a realização dos mesmos e realizaram uma sessão de treinamento.

Para cada exercício proposto foram realizados três agachamentos completos (agachamentos 1, 2 e 3). O controle da cadência dos agachamentos foi feito com o uso de um metrônomo. O sinal do metrônomo padronizou os agachamentos de tal forma, que os voluntários realizaram a flexão e a extensão do joelho ao longo de dois segundos para cada movimento.

O arco de movimento da articulação do joelho para cada agachamento foi de 0° (extensão completa) até sessenta graus de flexão, retornando à posição inicial.

A fim de evitar a fadiga muscular, foi respeitado um intervalo de 2 minutos entre a realização dos exercícios. A ordem de execução dos exercícios foi randomizada.

Na execução dos agachamentos, observou-se a posição da região anterior dos joelhos em relação às pontas dos pés dos voluntários, para evitar que os joelhos ultrapassassem as pontas dos pés (Abelbeck, 2002; Fry et al., 2003).

Para os agachamentos combinados com a adução do quadril, utilizou-se como resistência uma bola de voleibol oficial, posicionada entre o terço médio das faces mediais das coxas dos voluntários (Figura 14).

Durante todos os exercícios propostos, os pés dos voluntários foram posicionados paralelos entre si, com os membros inferiores em posição neutra com relação aos movimentos rotacionais e os pés em posição neutra da articulação subtalar (Andrews et al., 2000; Hamil e Knutzen, 1999; Signorile et al., 1995).

Exercício 1: agachamento na parede (AP) (Figuras 11 e 12). Os registros de atividade dos músculos ADL e VMO e a amplitude articular, estão no Anexo 3.

Exercício 2: agachamento na parede com adução do quadril (APA) (Figuras 13 e 14). Os registros de atividade dos músculos ADL e VMO e a amplitude articular, estão no Anexo 4.

Exercício 3: agachamento livre (AL) (Figuras 15 e 16). Os registros de atividade dos músculos ADL e VMO e a amplitude articular, estão no Anexo 5.

Exercício 4: agachamento livre com adução do quadril (ALA) (Figuras 17 e 18). Os registros de atividade dos músculos ADL e VMO e a amplitude articular, estão no Anexo 6.

Para todas os exercícios propostos, foram analisados os músculos dos membros inferiores dominantes dos voluntários.

Todos os valores das atividades musculares, de todos os voluntários e em todos os exercícios estão representados no Apêndice.

Figura 11 – Exercício AP vista lateral. LAPEFFI, São Paulo 2005

Figura 12 – Exercício AP vista anterior. LAPEFFI, São Paulo 2005

Figura 13 – Exercício APA vista lateral.
LAPEFFI, São Paulo 2005

Figura 14 – Exercício APA vista anterior
LAPEFFI, São Paulo 2005
1. Bola de vôleibol oficial

Figura 15 – Exercício AL vista lateral.
LAPEFFI, São Paulo 2005

Figura 16 – Exercício AL vista anterior.
LAPEFFI, São Paulo 2005

Figura 17 – Exercício ALA vista lateral.
LAPEFFI, São Paulo 2005

Figura 18 – Exercício ALA vista anterior.
LAPEFFI, São Paulo 2005

4. 6 Análise dos registros eletromiográficos

Os sinais EMG coletados, foram processados e analisados através do software AqData (EMG System do Brasil, 2000). O processamento consistiu em um ganho de amplificação do sinal de 1000 vezes e filtragem em uma frequência entre 20 e 500 Hz, com rejeição de modo comum > 120 dB. Os sinais foram convertidos de analógicos para digitais por uma placa de conversão A/D de 12 bits, com frequência de 1000 Hz por canal. Para a análise o sinal de EMG foi retificado e então quantificado pelo uso da raiz quadrada da média ao quadrado dos valores da atividade muscular (RMS), registrados no intervalo entre 0° – 60° - 0° de flexão do joelho. Os valores RMS foram expressos microvolts (μ V) (Andrade et al., 2005).

Os procedimentos descritos foram utilizados para analisar todos os registros, tanto dos exercícios como das CIVM (Andrade et al., 2005).

Finalmente os valores RMS, foram então normalizados com relação às CIVM (CIVM = 100% EMG), partir da normalização os dados passaram a serem expressos em %RMS. (Andrade et al., 2005).

4. 7 Análises estatísticas

Para avaliar os grupos, os registros eletromiográficos, obtidos durante os exercícios foram normalizados em relação às CIVM, temos então os resultados expressos em porcentagem de RMS (% RMS).

A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste KS (Kolomogorov - Smirnov), a homogeneidade das variâncias foi avaliada com o uso do teste de Levene. Ambas as condições (necessárias para a utilização de testes paramétricos), foram consideradas satisfeitas.

Em seguida foram comparados os resultados dos agachamentos 1, 2 e 3 entre si durante os quatro exercícios, para os músculos ADL e VMO e para ambos os sexos. Foi utilizado teste de comparação de médias ANOVA e a análise foi completada com o uso da técnica de Intervalo de Confiança para a Média.

Posteriormente compararam-se os exercícios entre si tanto para o músculo ADL como para o músculo VMO e para ambos os sexos, as comparações foram realizadas dois a dois (exercício x exercício) através das Comparações Múltiplas de Tukey.

Foram comparadas também as atividades dos músculos ADL e VMO entre cada exercício e para cada sexo em separado. As comparações foram realizadas dois a dois (exercício x exercício) para cada músculo e para cada sexo, através das Comparações Múltiplas de Tukey.

As % RMS de atividade dos músculos ADL e VMO foram comparadas entre os sexos para cada exercício de agachamento realizado. Foi utilizado o teste T-Student pareado.

Por fim as % RMS de atividade dos músculos ADL e VMO foram comparadas entre si para ambos os sexos em todos os exercícios e agachamentos. Foi utilizado o teste T-Student pareado.

O nível de significância adotado para este trabalho foi $\alpha < 0,05$ (5%).

5 RESULTADOS

Os resultados das atividades eletromiográficas do músculo VMO expressas em % RMS (média), obtidas durante as três repetições dos exercícios de agachamento na parede e livre e com e sem a adução do quadril de ambos os sexos, estão representados na Tabela 1.

Para o músculo VMO, não foram encontradas diferenças significativas ($p > 0,05$), nas % RMS (média) entre os agachamentos 1, 2 e 3 de cada exercício avaliado (AP, APA, AL e ALA).

O músculo VMO foi significativamente mais ativo no exercício de agachamento na parede AP, em comparação com o exercício de agachamento livre AL ($p < 0,05$).

O músculo VMO foi significativamente mais ativo, nos exercícios de agachamento na parede e livre com a adução do quadril APA e ALA, em comparação com os exercícios realizados sem a adução do quadril, AP e AL respectivamente ($p < 0,05$).

Os exercícios de agachamento com adução do quadril, na parede e livre APA e ALA, não mostraram diferenças significativas entre si ($p > 0,05$).

Tabela 1 – Atividades EMG do músculo VMO expressas em % RMS, obtidas durante as três repetições dos exercícios de agachamento na parede e livre e com e sem a adução do quadril de ambos os sexos - LAPEFFI / UNICID - 2005

VMO		% RMS	% RMS	% RMS	n
		Média	Mediana	DP	
AP	Agach 1	62,8	65,4	12,4	30
	Agach 2	63,2	64,2	13,1	30
	Agach 3	63,9	66,4	13,5	30
APA	Agach 1	77,4	75,8	9,5	30
	Agach 2	76,2	77,5	10,7	30
	Agach 3	77,4	79,3	10,7	30
AL	Agach 1	57,6	58,1	14,3	30
	Agach 2	57,8	57,7	14,1	30
	Agach 3	57,9	58,2	13,2	30
ALA	Agach 1	72,9	74,8	12,1	30
	Agach 2	73,4	75,6	13,1	30
	Agach 3	73,6	75,3	12,9	30

EMG: eletromiográfica

VMO: fibras oblíquas do músculo vasto media

%: porcentagem

RMS: raiz quadrada da média ao quadrado dos valores da atividade muscular

DP: desvio padrão

n: tamanho da amostra

Agach 1: primeiro agachamento dos exercícios

Agach 2: segundo agachamento dos exercícios

Agach 3: terceiro agachamento dos exercícios

AP: exercício de agachamento com apoio dorsal

APA: exercício de agachamento com apoio dorsal e adução do quadril

AL: exercício de agachamento livre

ALA: exercício de agachamento livre com adução do quadril

Os resultados das atividades eletromiográficas do músculo ADL expressas em % RMS (média), obtidas durante as três repetições dos exercícios de agachamento na parede e livre e com e sem a adução do quadril de ambos os sexos, estão representados na Tabela 2.

Para o músculo ADL, não foram encontradas diferenças significativas ($p > 0,05$), nas % RMS (média) entre os agachamentos 1, 2 e 3 de cada exercício avaliado (AP, APA, AL e ALA).

Não foram encontradas diferenças significativas nas atividades eletromiográficas do músculo ADL, entre os exercícios de agachamento sem a adução do quadril AP e AL ($p > 0,05$).

O músculo ADL foi significativamente mais ativo, nos exercícios de agachamento na parede e livre com a adução do quadril APA e ALA, em comparação com os exercícios realizados sem a adução do quadril, AP e AL respectivamente ($p < 0,05$).

Por fim, o músculo ADL foi significativamente mais ativo no exercício de agachamento na parede com adução do quadril APA, em comparação com o exercício de agachamento livre com adução do quadril ALA ($p < 0,05$).

Tabela 2 – Atividades EMG do músculo ADL expressas em % RMS, obtidas durante as três repetições dos exercícios de agachamento na parede e livre e com e sem a adução do quadril de ambos os sexos - LAPEFFI / UNICID - 2005

ADL		% RMS	% RMS	% RMS	n
		Média	Mediana	DP	
AP	Agach 1	32,9	28,3	19,9	30
	Agach 2	34,2	28,9	21,0	30
	Agach 3	34,4	30,8	20,2	30
APA	Agach 1	63,3	66,2	18,3	30
	Agach 2	61,1	61,5	18,6	30
	Agach 3	60,7	60,8	17,5	30
AL	Agach 1	31,2	29,4	13,2	30
	Agach 2	29,6	28,0	12,5	30
	Agach 3	30,8	27,4	13,5	30
ALA	Agach 1	53,3	53,9	14,9	30
	Agach 2	53,1	52,0	14,3%	30
	Agach 3	54,2	56,2	13,9	30

ADL: músculo adutor longo

%: porcentagem

RMS: raiz quadrada da média ao quadrado dos valores da atividade muscular

DP: desvio padrão

n: tamanho da amostra

Agach 1: primeiro agachamento dos exercícios

Agach 2: segundo agachamento dos exercícios

Agach 3: terceiro agachamento dos exercícios

AP: exercício de agachamento com apoio dorsal

APA: exercício de agachamento com apoio dorsal e adução do quadril

AL: exercício de agachamento livre

ALA: exercício de agachamento livre com adução do quadril

Os resultados das atividades eletromiográficas do músculo VMO expressas em % RMS (média), obtidas durante as três repetições dos exercícios de agachamento na parede e livre e com e sem a adução do quadril dos voluntários do sexo feminino e masculino, estão representados nas Tabelas 3 e 4 respectivamente.

No exercício de agachamento na parede com adução do quadril APA, o músculo VMO foi significativamente mais ativo para os voluntários do sexo feminino, em comparação com os resultados dos voluntários do sexo masculino ($p < 0,05$).

Para ambos os sexos, o músculo VMO foi significativamente mais ativo, nos exercícios de agachamento na parede e livre com a adução do quadril APA e ALA, em comparação com os exercícios realizados sem a adução do quadril, AP e AL respectivamente ($p < 0,05$). Este aumento de atividade do músculo VMO com a adução do quadril foi maior nos voluntários do sexo feminino.

Para ambos os sexos e nas três repetições de todos os exercícios de agachamento avaliados, o músculo VMO foi significativamente mais ativo que o músculo ADL ($p < 0,05$).

Tabela 3 – Atividades EMG do músculo VMO expressas em % RMS, obtidas durante as três repetições dos exercícios de agachamento na parede e livre e com e sem a adução do quadril dos voluntários do sexo feminino - LAPEFFI / UNICID - 2005

VMO		% RMS	% RMS	% RMS	n
Feminino		Média	Mediana	DP	
AP	Agach 1	65,0	66,6	12,1	15
	Agach 2	66,0	71,3	14,3	15
	Agach 3	66,0	68,7	15,3	15
APA	Agach 1	80,5	80,4	9,5	15
	Agach 2	80,6	78,5	9,9	15
	Agach 3	82,0	81,9	10,0	15
AL	Agach 1	61,9	63,9	15,3	15
	Agach 2	62,6	64,9	14,6	15
	Agach 3	61,8	61,1	14,0	15
ALA	Agach 1	74,7	78,1	12,9	15
	Agach 2	75,3	81,5	13,4	15
	Agach 3	75,9	80,0	13,4	15

EMG: eletromiográfica

VMO: fibras oblíquas do músculo vasto media

%; porcentagem

RMS: raiz quadrada da média ao quadrado dos valores da atividade muscular

DP: desvio padrão

n: tamanho da amostra

Agach 1: primeiro agachamento dos exercícios

Agach 2: segundo agachamento dos exercícios

Agach 3: terceiro agachamento dos exercícios

AP: exercício de agachamento com apoio dorsal

APA: exercício de agachamento com apoio dorsal e adução do quadril

AL: exercício de agachamento livre

ALA: exercício de agachamento livre com adução do quadril

Tabela 4 – Atividades EMG do músculo VMO expressas em % RMS, obtidas durante as três repetições dos exercícios de agachamento na parede e livre e com e sem a adução do quadril dos voluntários do sexo masculino - LAPEFFI / UNICID - 2005

VMO		% RMS	% RMS	% RMS	n
Masculino		Média	Mediana	DP	
AP	Agach 1	60,7	65,0	12,6	15
	Agach 2	60,3	61,7	11,7	15
	Agach 3	61,8	64,0	11,6	15
APA	Agach 1	74,2	74,8	8,6	15
	Agach 2	71,9	71,7	10,0	15
	Agach 3	72,9	74,9	9,6	15
AL	Agach 1	53,3	51,2	12,2	15
	Agach 2	53,1	53,1	12,4	15
	Agach 3	54,1	52,5	11,6	15
ALA	Agach 1	71,1	72,7	11,4	15
	Agach 2	71,4	72,0	13,0	15
	Agach 3	71,3	73,6	12,3	15

EMG: eletromiográfica

VMO: fibras oblíquas do músculo vasto media

%: porcentagem

RMS: raiz quadrada da média ao quadrado dos valores da atividade muscular

DP: desvio padrão

n: tamanho da amostra

Agach 1: primeiro agachamento dos exercícios

Agach 2: segundo agachamento dos exercícios

Agach 3: terceiro agachamento dos exercícios

AP: exercício de agachamento com apoio dorsal

APA: exercício de agachamento com apoio dorsal e adução do quadril

AL: exercício de agachamento livre

ALA: exercício de agachamento livre com adução do quadril

Os resultados das atividades eletromiográficas do músculo ADL expressas em % RMS (média), obtidas durante as três repetições dos exercícios de agachamento na parede e livre e com e sem a adução do quadril dos voluntários do sexo feminino e masculino, estão representados nas Tabelas 5 e 6 respectivamente.

Em todos os exercícios avaliados, os indivíduos do sexo feminino apresentaram atividades eletromiográficas do músculo ADL significativamente maiores, em comparação com os resultados dos indivíduos do sexo masculino ($p < 0,05$).

Para ambos os sexos, o músculo ADL foi significativamente mais ativo, nos exercícios de agachamento na parede e livre com a adução do quadril APA e ALA, em comparação com os exercícios realizados sem a adução do quadril, AP e AL respectivamente ($p < 0,05$). Este aumento de atividade do músculo ADL com a adução do quadril foi maior nos voluntários do sexo feminino.

Tabela 5 – Atividades EMG do músculo ADL expressas em % RMS, obtidas durante as três repetições dos exercícios de agachamento na parede e livre e com e sem a adução do quadril dos voluntários do sexo feminino - LAPEFFI / UNICID - 2005

ADL		% RMS	% RMS	% RMS	n
Feminino		Média	Mediana	DP	
AP	Agach 1	44,2	40,3	19,0	15
	Agach 2	46,8	37,2	20,6	15
	Agach 3	47,3	43,9	18,8	15
APA	Agach 1	69,9	71,0	16,7	15
	Agach 2	67,8	64,4	17,5	15
	Agach 3	67,7	64,6	15,8	15
AL	Agach 1	39,2	33,5	12,0	15
	Agach 2	37,2	39,9	11,6	15
	Agach 3	38,4	40,2	12,9	15
ALA	Agach 1	60,3	61,2	16,0	15
	Agach 2	58,7	59,0	16,0	15
	Agach 3	60,5	59,0	14,5	15

EMG: eletromiográfica

ADL: músculo adutor longo

%: porcentagem

RMS: raiz quadrada da média ao quadrado dos valores da atividade muscular

DP: desvio padrão

n: tamanho da amostra

Agach 1: primeiro agachamento dos exercícios

Agach 2: segundo agachamento dos exercícios

Agach 3: terceiro agachamento dos exercícios

AP: exercício de agachamento com apoio dorsal

APA: exercício de agachamento com apoio dorsal e adução do quadril

AL: exercício de agachamento livre

ALA: exercício de agachamento livre com adução do quadril

Tabela 6 – Atividades EMG do músculo ADL expressas em % RMS, obtidas durante as três repetições dos exercícios de agachamento na parede e livre e com e sem a adução do quadril dos voluntários do sexo masculino - LAPEFFI / UNICID - 2005

ADL		% RMS	% RMS	%RMS	n
Masculino		Média	Mediana	DP	
AP	Agach 1	21,5	17,0	13,6	15
	Agach 2	21,7	17,6	12,1	15
	Agach 3	21,6	15,6	12,0	15
APA	Agach 1	56,6	66,1	18,0	15
	Agach 2	54,4	55,7	17,7	15
	Agach 3	53,7	58,2	16,6	15
AL	Agach 1	23,1	20,6	8,9	15
	Agach 2	22,0	20,4	8,3	15
	Agach 3	23,3	19,2	9,6	15
ALA	Agach 1	46,4	46,1	10,0	15
	Agach 2	47,4	44,2	10,0	15
	Agach 3	47,9	49,9	10,2	15

EMG: eletromiográfica

ADL: músculo adutor longo

%: porcentagem

RMS: raiz quadrada da média ao quadrado dos valores da atividade muscular

DP: desvio padrão

n: tamanho da amostra

Agach 1: primeiro agachamento dos exercícios

Agach 2: segundo agachamento dos exercícios

Agach 3: terceiro agachamento dos exercícios

AP: exercício de agachamento com apoio dorsal

APA: exercício de agachamento com apoio dorsal e adução do quadril

AL: exercício de agachamento livre

ALA: exercício de agachamento livre com adução do quadril

6 DISCUSSÃO

Os músculos estudados apresentaram atividades constantes durante as três repetições de cada exercício de agachamento. Estes resultados são difíceis de serem confrontados com a literatura, pois a maior parte dos trabalhos, tiveram seus resultados embasados em somente uma repetição de cada exercício proposto ou na média das repetições.

Embora tenham sido realizadas três repetições para cada exercício de agachamento, os profissionais de reabilitação poderão ter mais confiança ao optarem pelos exercícios avaliados durante a reabilitação de um paciente portador de disfunção patelofemoral, pois as funções musculares tendem a serem constantes da primeira até a última repetição do exercício escolhido.

O músculo ADL foi mais ativo durante os exercícios de agachamento com adução do quadril, sendo que os exercícios de agachamento na parede revelaram mais atividade para o músculo ADL. A estabilidade promovida pelo apoio dorsal e conseqüente equilíbrio pélvico, podem ter facilitado a realização da adução do quadril, aumentando assim a atividade do músculo ADL.

O músculo ADL, juntamente com os músculos AM e VM formam uma alça muscular extensora do joelho (Kiesselbach, 1954-1955). A resistência adicional promovida pelo contato dorsal com a superfície de apoio, pode ter exigido o músculo ADL como um auxiliar durante a extensão do joelho, tracionando sua inserção no fêmur em sentido posterior, resultando em uma extensão do quadril e conseqüente extensão do joelho.

A hipótese descrita precisa ser comprovada em futuros estudos, que relacionem a atividade do músculo ADL durante exercícios com apoio dorsal.

O músculo VMO foi mais ativo durante os exercícios de agachamento com adução do quadril. Os resultados conferem com a maior parte da literatura (Cerny, 1995; Earl, 2001; Coqueiro et al., 2005). Os exercícios avaliados neste trabalho foram dinâmicos, porém outros estudos mostram o músculo VMO mais ativo durante a realização de exercícios estáticos em CCF associados à adução do quadril (Hodges e Richardson, 1993; Passos e Cerqueira, 2003).

Os exercícios em um aparelho de *leg press* podem ser considerados um tipo de exercício em CCF. A adução do quadril, neste tipo de exercício também eleva a atividade do músculo VMO (Monteiro-Pedro e Nunes, 2003). Os achados do presente estudo, juntamente com os resultados da literatura, possibilitam ao terapeuta escolher entre exercícios dinâmicos ou estáticos em CCF ou ainda em aparelhos de *leg press*, com o intuito de elevar a atividade do músculo VMO.

Embora a literatura cite a adução do quadril como uma forma de aumentar a atividade do músculo VMO, a maior parte das pesquisas se preocuparam em relacionar este aumento com o movimento de adução do quadril e não com a contração dos músculos adutores.

Temos como exceção Passos e Cerqueira (2003), que relacionaram a atividade do músculo ADL com o aumento da atividade do músculo VMO, porém os exercícios avaliados forma estáticos. Temos ainda

os resultados de Cerny (1995), que relacionam o aumento de atividade do músculo VMO durante exercícios de agachamento, com a adução do quadril e também com o aumento da atividade do músculo AM.

O autor, em sua discussão, sugere que os trabalhos nos quais os eletrodos foram posicionados apenas sobre o músculo VMO, podem ter coletado atividades elétricas oriundas do músculo AM, justificando assim o aumento da atividade do músculo VMO.

Seguindo este mesmo raciocínio, o posicionamento dos eletrodos nos músculos AM e VMO podem resultar em *cross-talk*, ou seja, a coleta de atividade de músculos vizinhos para ambos os músculos, visto que as fibras distais do músculo AM estão próximas do músculo VMO. Para evitar o risco de *cross-talk* escolheu-se avaliar o músculo ADL, anatomicamente mais distante do músculo VMO, evitando assim a possibilidade de coleta de atividade do músculo AM, tornando assim os presentes resultados mais confiáveis.

Mediante todas as precauções observadas, os resultados deste trabalho possibilitaram a comprovação de uma relação funcional do músculo ADL com o músculo VMO, pois o aumento de atividade do primeiro, resultou em aumento de atividade do segundo.

Outros achados mostram que a adução do quadril em CCF, não eleva a atividade do músculo VMO (Hertel et al., 2004). Os autores realizaram exercícios com apoio unilateral. Supõe-se que os exercícios avaliados tenham gerado uma grande instabilidade, diminuindo assim a capacidade dos voluntários de aduzirem o quadril com intensidade e assim

não elevando a atividade do músculo ADL o suficiente, a fim de influenciar a atividade do músculo VMO.

Os presentes achados mostraram o músculo VMO mais ativo durante o exercício com apoio dorsal AP, em comparação ao exercício sem apoio dorsal AL. Imagina-se que a resistência adicional aos movimentos, dada pelo atrito com a superfície de apoio tenha exigido uma atividade maior do músculo VMO.

O aumento da atividade do músculo VMO durante os exercícios que envolveram a adução do quadril APA e ALA, foi observado não somente para ambos os sexos, mas também para cada sexo, porém observaram-se os maiores níveis de atividade para os indivíduos do sexo feminino.

Estes achados possuem grande relevância clínica, pois embora as disfunções patelofemorais acometam ambos os sexos (Reynolds et al., 1983; Burks et al., 1997), são mais comuns nos indivíduos do sexo feminino (Gould, 1993; Sanchis, 1995; Camanho, 1996; Andrews et al., 2000; Weinstein e Buckwalter, 2000; Stoller, 2000).

Portanto pode-se afirmar que a adução do quadril em CCF pode ser utilizada como uma forma de elevar a atividade do músculo VMO, durante a reabilitação de pacientes portadores de disfunções patelofemorais, originadas por alteração funcional do músculo VMO. Os resultados mostram ainda que a elevação da atividade do VMO foi maior para os indivíduos do sexo feminino, o que é relevante, pois estes constituem a maior população portadora de disfunções patelofemorais.

Para Hantem e Schulthies (1990) e Monteiro-Pedro et al. (1999) a adução isométrica máxima do quadril em cadeia cinética aberta (CCA), eleva a atividade do músculo VMO. Já, para Karst e Jewett (1993), Zakaria et al. (1997) e Passos e Cerqueira (2003) a adução isométrica do quadril em CCA não eleva a atividade do músculo VMO.

Os resultados descritos acima mostram que somente a contração isométrica máxima dos adutores, em CCA, resulta em aumento de atividade do músculo VMO. Já para os exercícios em CCF a contração dos adutores em qualquer nível de intensidade eleva atividade do músculo VMO.

Os resultados antagônicos observados nos trabalhos em CCA sugerem ser necessária a combinação da atividade do músculo ADL como estabilizador da pelve em CCF com sua função como adutor a fim de elevar significativamente a atividade do músculo VMO.

Em todos os exercícios propostos, durante os três agachamentos e para ambos os sexos, o músculo VMO mostrou-se mais ativo em comparação ao músculo ADL. Estes resultados eram esperados, pois o músculo VMO é citado como ativo durante exercícios de agachamento (Cintra e Furlani, 1981).

Existe ainda a possibilidade de que o músculo VMO possua proporcionalmente uma maior quantidade de fibras musculares brancas em comparação ao músculo ADL. Segundo Basmajian e De Luca (1985) as fibras musculares brancas, tem como característica unidades motoras grandes, isto é, uma fibra nervosa inervando inúmeras fibras musculares, o que promove grande atividade elétrica.

Para todos os exercícios propostos e durante os três agachamentos, o músculo ADL foi mais ativo para os indivíduos do sexo feminino em comparação com os indivíduos do sexo masculino. Segundo Sousa e Vitti (1967) e Basmajian e De Luca (1985) o músculo ADL é ativo na manutenção do equilíbrio da pelve, durante exercícios de agachamento.

Os indivíduos do sexo feminino possuem uma pelve maior, o que pode gerar maior instabilidade durante os exercícios. Este fato, juntamente com os resultados deste trabalho e da literatura sugerem, ser necessária uma maior atividade do músculo ADL nos indivíduos do sexo feminino, a fim de estabilizar a pelve durante os exercícios.

Os resultados revelaram o músculo VMO mais ativo para os indivíduos do sexo feminino, sendo este aumento significativo no exercício APA. Estes achados podem ter relação com a resistência promovida pelo atrito com a superfície de apoio e com a estabilização da pelve promovida por este apoio, resultando em uma adução mais intensa do quadril.

O ângulo Q, maior nos indivíduos do sexo feminino, também pode ser uma explicação para estes achados, talvez o músculo VMO das mulheres necessite de maior atividade, para controlar a maior tendência de deslocamento lateral da patela.

Cria-se um paradoxo interessante. Em indivíduos do sexo feminino, o músculo VMO é significativamente mais ativo, porém estes são os mais acometidos por disfunções patelofemorais. São necessárias novas pesquisas a fim de elucidar este paradoxo.

Estes resultados e futuras comprovações de suas causas possuem grande relevância clínica, pois embora acometa ambos os sexos, as disfunções patelofemorais são mais comuns nos indivíduos do sexo feminino.

As maiores atividades dos músculos durante os exercícios de agachamento com apoio dorsal podem estar relacionadas com o atrito, estabilidade resultando em adução mais intensa do quadril e da possível atividade do músculo ADL como auxiliar da extensão do joelho.

Estes achados possuem grande relevância clínica, pois os exercícios de agachamento com apoio dorsal, conferem maior estabilidade e segurança aos pacientes durante suas execuções. Promovem ainda uma maior atividade dos músculos ADL e VMO.

Os resultados deste estudo elucidam totalmente a relação da contração do músculo ADL com o aumento significativo de atividade do músculo VMO. Comprovando assim funcionalmente as relações anatômicas entre os músculos.

As relações anatômicas entre os músculos ADL, AM e VMO, formando uma alça extensora do joelho e as suas possíveis relações funcionais devem ser mais bem investigadas.

Sugere-se também a realização de novos estudos para comparar os achados entre os sexos, talvez incluindo a avaliação de um músculo abdutor, para assim relacionar o equilíbrio da pelve com os achados.

Podem-se avaliar os músculos ADL e VMO juntamente com um músculo abdutor e estabilizador da pelve, como por exemplo, o músculo

tensor da fáscia lata (TFL). O músculo TFL juntamente com o músculo ADL são sinergistas para a estabilização da pelve, já em conjunto com o músculo VMO são sinergistas para a estabilização da patela.

Além de futuras pesquisas avaliando ambos os sexos, devem ser avaliados também indivíduos saudáveis e portadores de disfunções patelofemorais, na tentativa de relacionar as atividades dos músculos ADL, VMO e TFL com a mecânica da patologia.

Esclarecido que as relações anatômicas entre os músculos ADL e VMO também são funcionais, fica em aberto o entendimento de como isto efetivamente acontece.

A contração do músculo ADL pode tracionar a membrana vasto-adutora e esta tracionar o músculo VMO, gerando um reflexo de estiramento, resultando em um incremento de sua atividade.

A hipótese acima é de difícil comprovação, sugere-se a realização de novos estudos, como por exemplo, o uso de modelos matemáticos dos músculos e suas funções, para então se obterem as respostas.

7 CONCLUSÕES

A contração do músculo ADL durante a adução do quadril elevou a atividade do músculo VMO, sendo este aumento maior nos exercícios de agachamento com apoio dorsal e para os indivíduos do sexo feminino.

Anexo 1

Aprovação CAPPesq (HCFMUSP)

HC HOSPITAL DAS CLÍNICAS
DA FACULDADE DE MEDICINA
DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

DIRETORIA CLÍNICA

Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa

APROVAÇÃO

A Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa - CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em sessão de 26.08.04, **APROVOU** o Protocolo de Pesquisa nº 666/04, intitulado: "Estudo Eletromiográfico dos Músculos Adutor Longo e Vasto Medial (Fibras Oblíquas), durante exercícios de agachamento com e sem a adução do quadril" apresentado pela Área de FISIOPATOLOGIA EXPERIMENTAL, inclusive o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Pesquisador(a) Responsável: Profa. Dra. Júlia Maria D' Andréa Greve

Pesquisador(a) Executante: **Sr. Fábio de Faro Passos**

CAPPesq, 26 de Agosto de 2004.

Encaminhe-se à CPG-FMUSP
para as devidas providências.
SP, 03.09.04

R. Chammas
Prof. Dr. ROGER CHAMMAS
Vice Coordenador do Curso de
Pós-Graduação do Programa
de Fisiopatologia Experimental

[Assinatura]
PROF. DR. CLAUDIO LEONE
Vice-Presidente da Comissão de Ética para Análise
de Projetos de Pesquisa

RECEBIDO SP 03.09.04
ASS. *[Assinatura]*

OBSERVAÇÃO: Cabe ao pesquisador elaborar e apresentar à CAPPesq, os relatórios parciais e final sobre a pesquisa (Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 196, de 10.10.1996, inciso IX.2, letra "c")

Fábio de Faro Passos

Anexo 2

Ficha de Avaliação

Voluntário número: _____

Nome: _____

Idade: _____

Sexo: _____

Estatura: _____

Massa: _____

IMC: _____

1. Atividade Física:

Pratica: _____

Não Pratica: _____

Caso pratique:

Número de vezes por semana: _____

Tempo de atividade em minutos, por sessão: _____

2. História de doenças músculo-articulares e ósseas.

Fábio de Faro Passos

3. Avaliação clínica:

Ângulo Q: _____

Ângulo de anteversão do colo femoral: _____

Ângulo de rotação lateral da tibia: _____

Perimetria da coxa: _____

Linha de Feiss: _____

Teste de Ober: _____

Comprimento real dos membros inferiores: _____

4. CIVM

VMO: _____

AL: _____

5. Atividade RMS durante os exercícios:

AP

VMO: _____

AL: _____

APA

VMO: _____

AL: _____

AL

VMO: _____

AL: _____

ALA

VMO: _____

AL: _____

Anexo 3

Registros de atividade muscular e angulo de flexão do joelho para os músculos VMO e AL durante o exercício AP

- 1 = 1: eletrogoniômetro, posição da articulação do joelho
2 = 2: atividade das fibras oblíquas do músculo vasto medial
3 = 3: atividade do músculo adutor longo

Anexo 4

Registros de atividade muscular e angulo de flexão do joelho para os músculos VMO e AL durante o exercício APA

- 1 = 1: eletrogoniômetro, posição da articulação do joelho
2 = 2: atividade das fibras oblíquas do músculo vasto medial
3 = 3: atividade do músculo adutor longo

Anexo 5

Registros de atividade muscular e angulo de flexão do joelho para os músculos VMO e AL durante o exercício AL

- 1 = 1: eletrogoniômetro, posição da articulação do joelho
- 2 = 2: atividade das fibras oblíquas do músculo vasto medial
- 3 = 3: atividade do músculo adutor longo

Anexo 6

Registros de atividade muscular e angulo de flexão do joelho para os músculos VMO e AL durante o exercício ALA

1 = 1: eletrogoniômetro, posição da articulação do joelho
2 = 2: atividade das fibras oblíquas do músculo vasto medial
3 = 3: atividade do músculo adutor longo

9 REFERÊNCIAS

Abelbeck KG. Biomechanical model and evaluation of a linear motion squat type exercise. *J Strength Cond Res*. 2002; 16(4):516-24.

ACSM - AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE - Posicionamento Oficial. A quantidade e o tipo recomendados de exercícios para o desenvolvimento e a manutenção da aptidão cardiorrespiratória e muscular em adultos saudáveis. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 1998; 3(4):96-106.

Andrade AD, Silva TNS, Vasconcelos H, Marcelino M, Rodrigues-Machado MG, Galindo Filho VC, et al. Inspiratory muscular activation during threshold therapy in elderly healthy and patients with COPD. *J Electromyogr Kinesiol*. 2005; 15:631-639.

Andrews JR, Harrelson GL, Wilk KE, *Reabilitação física das lesões desportivas*. 2ª ed., Rio de Janeiro, Guanabara - Koogan, 2000. p.130-133, 236-237.

Basmajian JV, DE Luca CJ. *Muscles alive: their functions revealed by electromyography*. 5ª ed., Baltimore, Williams & Wilkins, 1985. p.19-201, 310-353.

Bernard R. *Testut: Compendio de anatomia topográfica*. 14ª ed., Barcelona, Salvat, 1943. p.468-471, 474-477, 482-483.

Burks RT, Desio SS, Bachus KN, Tyson L, Springer K. Biomechanical Evaluation of Lateral Patellar Dislocations. *Am J Knee Surg.* 1997; 10:24-31.

Camanho GL. *Patologia do joelho.* 1ª ed., São Paulo, Sarvier, 1996. p.234-245.

Cerny K. Vastus medialis oblique / vastus lateralis muscle activity ratios for selected exercises in persons with and without patellofemoral pain syndrome. *Physical Therapy.* 1995; 75:672-683.

Checroun AJ, Mekhail AO, Ebraheini NA, Jackson WT, Yeasting RA. Extensile medial approach to the femur. *J Orthop Trauma.* 1996; 10:481-486.

Cintra AID, Furlani J. Electromyographic study of quadriceps femoris in man. *Electromyogr Clin Neurophysiol.* 1981; 21:539-554.

Coqueiro KRR, Bevilaqua-Grossi D, Bérzin F, Soares AB, Candolo C, Monteiro-Pedro V. Analysis on the activation of the VMO and VLL muscles during semisquat exercises with and without hip adduction in individuals with patellofemoral pain syndrome. *J Electromyogr Kinesiol.* 2005; 10:1010-16.

Earl JE, Schmitz RJ, Arnold BL. Activation of VMO and VL during dynamic mini-squat exercises with and without isometric hip adduction. *J Electromyogr Kinesiol.* 2001; 11:381-6.

Fry AC, Smith JC, Schilling BK. Effect of knee position on hip and knee torques during the barbell squat. *J Strength Cond Res*. 2003; 17(4):629-33.

Gardner E, Gray DJ, O'Rahilly R. *Anatomia: estudo regional do corpo humano*. 2ª ed., Rio de Janeiro-RJ, Guanabara-Koogan, 1964. p.240-243, 253-256.

Gardner E, Gray DJ, O'Rahilly R. *Anatomia: estudo regional do corpo humano*. 4ª ed., Rio de Janeiro-RJ, Guanabara-Koogan, 1988. p.163-221.

Goss CM. *Anatomia de gray*. 29ª ed., Rio de Janeiro-RJ, Guanabara-Koogan, 1988. p.186-208, 280-293.

Gould JA. *Fisioterapia na ortopedia e na medicina do esporte*. 2ª ed., São Paulo, Manole, 1993. p.343.

Hamill J, Knutzen KM. *Bases Biomecânicas do Movimento Humano*. 1ª ed., São Paulo, Manole, 1999. p.26.

Hanten W, Schulthies SS. Exercise effect on electromyographic activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis muscles. *Physical Therapy*. 1990; 70:561-565.

Hertel J, Earl JE, Tsang KKW, Miller, SJ. Combining isometric knee extension exercises with hip adduction or abduction does not increase quadriceps EMG activity. *Br J Sports Méd.* 2004; 38:210-13.

Hodges PW, Richardson CA. The influence of isometric hip adduction on quadriceps femoris activity. *Scand J Rehab Med.* 1993; 25:57-62.

Karst GM, Jewett PD. Electromyographic analysis of exercises proposed for differential activation of medial and lateral quadriceps femoris components. *Physical Therapy.* 1993; 73:286-299.

Kendall FP, McCreary EK, Provance PG. *Músculos provas e funções.* 4a ed., São Paulo-SP, Manole, 1995; p.213; 229-230.

Kiesselbach A. Untersuchungen ubre den funktionelles einbau des musculus quadriceps on das gerfuge des Oberschenkels. *Anat Anz.* 1954-1955; 101:206-221.

Knutson LM, Soderberg GL, Ballantyne BT, Clarke WR. Study of various normalization procedues for within-day electromyographic data. *J Electromyogr Kinesiol.* 1994; 4(1):47-59.

Kujala UM, Kvist M, Osterman K, Friberg O, Aalto T. Factors predisposing army conscripts to knee injuries incurred in a physical training program. *Clin Clin Orthop Rel Res.* 1986; 210:203-212.

Lewis WH. *Tratado de anatomia humana de gray*. 24^a ed., Rio de Janeiro-RJ, Guanabara Waissman Koogan, 1946. p.359-368, 515-519, 699.

Lieb FJ, Perry J. Quadriceps function. *J Bone Joint Surg.* 1968; 50:1535-1548.

Magee DJ. *Avaliação musculoesquelética*. 1^a ed., São Paulo-SP, Manole, 2002. p.400-492, 496, 499-501, 589, 656.

Marczyk LRS, Gomes JLE. Instabilidade femoropatelar. *Rev Bras Ortop.* 2000; 35 (8):275-81.

McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Fisiologia da exercício: energia, nutrição e desempenho humano*. 5^a ed., Rio de Janeiro, Guanabara - Koogan, 2003. p.775-777.

Monteiro-Pedro V, Vitti M, Bevilaqua-Grosso D. The effect of free isotonic and maximal isometric contraction exercises of the hip adduction on vastus medialis oblique muscle: an electromyographic study. *Electromyogr Clin Neurophysiol.* 1999; 39:435-440.

Monteiro-Pedro V, Nunes CV. Efeito do exercício isométrico de extensão do joelho associado à adução isométrica do quadril na atividade elétrica dos músculos vasto medial oblíquo em indivíduos com disfunção femoro-patelar. *Rev Bras Fisioter.* 2003; 7(2):145-50.

Orts Llorca F. *Anatomia humana*. 4ª ed., Barcelona, Científico Medica, 1970. p.346, 347, 371, 372, 379, 380, 386, 401, 402.

Palmer ML, Epler ME. *Fundamentos das técnicas de avaliação musculoesquelética*. 2ª ed., São Paulo-SP, Manole, 2000, p.271, 273, 325, 331.

Passos FF. *Estudo morfológico e eletromiográfico dos músculos adutor longo e vasto medial (fibras oblíquas), durante exercícios em cadeia cinética aberta e fechada, com e sem adução do quadril*. [dissertação]. São Paulo: Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo; 2001.

Passos FF, Cerqueira EP. Estudo morfológico e eletromiográfico dos músculos adutor longo e vasto medial (fibras oblíquas), durante exercícios em cadeia cinética aberta e fechada, com e sem adução do quadril. *R. Bras. C. e Mov.* 2003; 11(3) 67-76.

Reynolds L, Levin TA, Medeiros JM, Adler NS, Hallum A. EMG activity of the vastus medialis oblique and the vastus lateralis in their role in the patellar alignment. *American Journal of physical Medicine*. 1983; 62:61-70.

Ruffin MT, Kinigham RB. Anterior knee pain: the challenge of patellofemoral syndrome. *Am Physician*. 1993; 47 (1):185-94.

Sakai N, Zong-ping L, Rand JA, Kain-nan A. The influence of weakness in the vastus medialis oblique muscle on the patellofemoral joint: an in vitro biomechanical study. *Clinical Biomechanics*. 2000; 15:335-339.

Sanchis VA. *Cirurgia de la rodilla*. 1ª ed., Madrid, Panamericana, 1995. p.269-293.

Santili C, Waisberg G, Akkari M, Favaro T, Prado JCL. Avaliação das discrepâncias de comprimento dos membros inferiores. *Rev Bras Ortop*. 1998, 33 (1):41-4.

Signorile JF, Kacsik D, Perry A, Robertson B, Williams R, Lowensteyn I, et al. The effect of knee and foot position on the electromyographical activity of the superficial quadriceps. *Jospt* 1995; 22 (1):2-9.

Soderberg GL, Knutson LM. A guide for use and interpretation of kinesiological electromyographic data. *Phys Ther*. 2000; 80(5):485-98.

Sousa OM, Vitti M. Estudo eletromiográfico dos músculos adductor longus e adductor magnus no homem. *Rev Hosp Clin Fac Med S Paulo*. 1967; 22:385-394.

Souza RR. *Estudo sobre a anatomia funcional do canal adutor no homem*. [tese]. São Paulo: Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo; 1975.

Stoller DW. *Ressonância magnética em ortopedia e medicina desportiva*. 2ª ed., Rio de Janeiro, Guanabara-Koogan, 2000. p.342-355.

Testut L, Jacob O. *Precis d'anatomie topographique*. 3ª ed. Paris, Octave Doin et Fils, 1911. p.498-501.

Weinstabl R, Scharf W, Firbas W. The extensor apparatus of the knee joint and its peripheral vasti: anatomic investigation and clinical relevance. *Surg Radiol Anat*. 1989; 11:17-22.

Weinstein SL, Buckwalter JA. *Ortopedia de turek: princípios e sua aplicação*. 1ª ed., São Paulo, Manole, 2000. p.37-39, 588-593.

Williams PT, Warwick R, Dyson M, Bannister LH. *Gray anatomia*. 37a ed., Rio de Janeiro-RJ, Guanabara-Koogan, 1995. p.593-597.

Wittenbecker NL, DiNitto LM. Successful treatment of patellofemoral dysfunction in a dancer. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1989; 10:7.

Zakaria D, Harburn KL, Kramer JF. Preferential activation of the vastus medialis oblique, vastus lateralis and hip adductor muscles during isometric exercises in females. *JOSPT.* 1997; 26:23-26.

Zappala FG, Taffel CB, Scuderi GR. Rehabilitation of patellofemoral joint disorders. *Orthop Clin N Am* 1992; 230:555-66.

Apêndice

Apêndice 1

Atividades eletromiográficas das fibras oblíquas do músculo vasto medial, expressas em raiz quadrada da média ao quadrado dos valores da atividade muscular (RMS), obtidas durante as contrações isométricas voluntárias máximas (CIVM) e durante as três repetições dos exercícios de agachamento livre e com apoio dorsal e com e sem a adução do quadril de todos os voluntários - LAPEFFI / UNICID 2005.

Apêndice 2

Atividades eletromiográficas do músculo adutor longo, expressas em raiz quadrada da média ao quadrado dos valores da atividade muscular (RMS), obtidas durante as contrações isométricas voluntárias máximas (CIVM) e durante as três repetições dos exercícios de agachamento livre e com apoio dorsal e com e sem a adução do quadril de todos os voluntários - LAPEFFI / UNICID 2005.

Apêndice 3

Atividades eletromiográficas das fibras oblíquas do músculo vasto medial, expressas em porcentagem da raiz quadrada da média ao quadrado dos valores da atividade muscular (% RMS), após a normalização com relação às contrações isométricas voluntárias máximas (CIVM), obtidas durante as três repetições dos exercícios de agachamento livre e com apoio dorsal e com e sem a adução do quadril de todos os voluntários - LAPEFFI / UNICID 2005.

Apêndice 4

Atividades eletromiográficas do músculo adutor longo, expressas em porcentagem da raiz quadrada da média ao quadrado dos valores da atividade muscular (% RMS), após a normalização com relação às contrações isométricas voluntárias máximas (CIVM), obtidas durante as três repetições dos exercícios de agachamento livre e com apoio dorsal e com e sem a adução do quadril de todos os voluntários - LAPEFFI / UNICID 2005.

Individuo	Sexo	Idade	VMO												
			CIVM	Exercício 1			Exercício 2			Exercício 3			Exercício 4		
				Agach 1	Agach 2	Agach 3	Agach 1	Agach 2	Agach 3	Agach 1	Agach 2	Agach 3	Agach 1	Agach 2	Agach 3
1	Masc.	21	180,09	151,43	143,74	142,21	157,42	149,16	147,17	92,14	99,36	93,39	150,37	142,94	142,21
2	Masc.	19	120,89	69,99	72,88	78,28	91,73	94,39	98,89	59,98	63,19	63,47	75,43	72,63	80,85
3	Masc.	23	125,58	87,63	97,92	93,47	102,15	102,93	99,21	61,14	66,68	69,72	97,42	105,04	103,18
4	Femin.	18	95,2	62,31	68,43	70,68	87,49	82,64	80,19	69,05	74,5	70,11	80,54	88,42	83,02
5	Masc.	18	195,95	132,23	120,83	137,07	171,15	133,95	154,8	128,87	139,18	123,33	155,66	159,62	151,46
6	Femin.	19	136,51	98,27	99,21	97,1	101,23	101,59	107,11	115,36	103,24	99,2	114,56	112,94	109,24
7	Masc.	18	179,97	72,89	80,23	86,79	117,09	104,09	114,67	104,12	101,37	108,41	155,46	146,21	151,36
8	Masc.	18	219,45	102,09	106,33	105,84	140,88	125,13	126,08	112,47	113,11	114,31	149,15	148,72	140,31
9	Masc.	19	143,82	115,76	102,19	114,43	120,84	120,37	122,24	109,89	99,98	108,95	122,51	130,53	127,41
10	Masc.	20	129,09	64,14	59,74	62,53	84,61	80,01	79,69	81,25	80,7	83,93	95,81	92,95	95,03
11	Femin.	22	103,45	91,06	91,32	99,75	90,22	95,33	98,25	77,7	74,87	80,32	86,15	85,03	85,55
12	Femin.	18	134,12	91,33	101,56	92,1	101,41	105,35	107,48	85,71	87,07	81,91	96,66	94,09	97,13
13	Femin.	18	125,19	99,05	98,65	98,98	95,49	92,42	93,51	71,79	70,56	69,14	94,27	92,44	94,72
14	Femin.	18	111,87	55,46	51,76	50,33	96,7	96,52	94,53	65,29	68,83	63,44	95,14	93,79	93,33
15	Femin.	18	108,72	46,51	44,52	43,53	64,88	62,26	65,76	73,65	76,45	77,23	98,51	95,51	97,73
16	Femin.	20	92,74	61,81	69,86	70,61	70,16	72,18	73,88	47,93	52,38	55,42	58,07	60,26	62,65
17	Femin.	20	104,47	62,49	63,12	64,72	92,25	94,89	99,49	58,4	52,96	49,67	64,17	66,32	66,25
18	Femin.	20	102,83	65,33	64,92	69,32	92,02	88,94	91,66	70,79	78,32	65,34	80,28	83,77	90,87
19	Femin.	21	109,7	76,88	78,22	74,37	88,15	84,08	89,81	83,82	86,03	88,3	92,37	94,77	96,78
20	Masc.	22	150,72	81,97	87,36	86,59	100,21	99,95	99,92	73,47	70	70,36	101,58	104,94	103,08
21	Masc.	21	166,66	83,6	84,81	83,61	107,89	103,36	99,82	52,34	51,26	55,32	95,2	97,59	94,75
22	Femin.	20	102,55	73,25	71,25	70,69	92,7	94,87	96,14	30,15	32,55	35,38	53,55	58,79	55,64
23	Femin.	21	90,01	50,18	48,4	45,13	65,99	68,81	69,54	30,15	32,38	35,38	44,44	40,18	41,79
24	Masc.	19	102,01	66,85	64,86	65,24	83,94	86,94	85,82	36,84	34	38,6	48,84	43,97	45,79
25	Masc.	21	155,44	101,07	100,81	99,54	112,82	119,96	116,4	101,37	107,78	102,42	120,33	126,76	127,89
26	Masc.	21	131,79	87,25	89,26	86,12	98,64	94,47	98,33	65,25	58,54	59,97	73,22	69,59	70,9
27	Masc.	21	136,55	89,1	90,57	93,41	103,15	109,91	108,68	88,07	81,22	85,7	98,69	105,71	102,25
28	Masc.	19	129,35	60,64	55,62	58,51	85,17	81,91	83,67	52,92	53,55	56,19	93,98	92,52	94,86
29	Femin.	19	90,51	44,12	39,3	40,6	62,53	62,69	59,82	53,14	53,38	50,88	64,68	64,29	63,24
30	Femin.	18	101,59	75,33	80,46	79,54	91,75	90,71	90,27	75,2	71,76	78,58	87,52	88,66	89,96

Indivíduo	Sexo	Idade	ADL												
			CIVM	Exercício 1			Exercício 2			Exercício 3			Exercício 4		
				Agach 1	Agach 2	Agach 3	Agach 1	Agach 2	Agach 3	Agach 1	Agach 2	Agach 3	Agach 1	Agach 2	Agach 3
1	Masc.	21	73,45	28,86	28,06	29,69	48,52	30,9	35,21	20,69	21,61	23,3	28,79	27,93	29,69
2	Masc.	19	85,14	9,78	10,9	15	60,75	64,82	63,75	17,92	17,35	16,19	48,14	46,69	47,61
3	Masc.	23	93,74	15,94	10,69	10,71	66,37	74,82	58,7	12,7	13,25	11,1	36,33	44,46	48,19
4	Femin.	18	67,74	15,13	25,17	28,08	48,53	40,1	36,38	20,91	20,62	20,92	51,15	50,01	57,2
5	Masc.	18	142,49	41,53	40,58	45,61	94,3	90,52	92,71	22,02	24,86	23,77	82,22	85,71	84,26
6	Femin.	19	92,74	77,58	79,33	80,89	79,65	83,46	82,13	52	43,36	39,14	58,41	54,71	52,33
7	Masc.	18	108,78	15,33	20,39	22,87	90,33	82,66	90,17	27,05	24,02	25,23	50,15	46,02	49,57
8	Masc.	18	100,87	30,4	34,53	28,82	74,22	60,37	60,88	20,66	22,47	24,14	57,51	44,56	50,37
9	Masc.	19	79,57	17,31	15,83	12,43	30,72	39,6	42,33	28,03	25,53	30,98	38,72	50,07	49,55
10	Masc.	20	108,13	18,85	20,94	23,85	71,7	68,33	65,98	52,76	48,44	50,91	65,11	63,23	63,11
11	Femin.	22	68,61	30,28	39,75	36,35	44,81	40,08	41,63	22,31	20,78	21,83	34,89	33,83	38,91
12	Femin.	18	90,07	21,7	30,58	29,04	88,18	86,03	89,36	26,72	28,04	22,64	29,1	33,23	36,14
13	Femin.	18	55,28	33,45	35,98	36,31	46,03	44,09	45,01	24,97	25,31	23,97	37,69	32,95	32,89
14	Femin.	18	59,92	36,03	38,08	38	45,05	44,74	39,56	30,41	32,65	35,07	43,39	46,07	45,43
15	Femin.	18	52,06	25,82	28,55	29,57	33,3	32,92	33,62	24,8	25,24	27,02	42,28	40,96	43,11
16	Femin.	20	118,83	17,48	15	20,66	33,73	35,98	40,88	18,3	15,46	19,72	39,27	40,19	43,05
17	Femin.	20	69,89	28,14	20,48	30,65	36,52	32,5	41,11	23,44	20,86	20,51	31,93	30,74	30,1
18	Femin.	20	60,15	16,57	16,96	18,38	50,12	46,19	42,64	17,54	14,91	13,7	34,29	31,93	40,22
19	Femin.	21	66,38	35,25	41,82	37,44	44,61	42,78	50,92	36,8	33,45	33,71	40,65	41,32	39,19
20	Masc.	22	170,01	21,83	24,26	25,75	98,05	92,34	90,48	29,44	25,69	25,48	99,18	102,21	101,43
21	Masc.	21	151,46	12,6	15,47	18,63	45,33	43,61	40,05	29,41	22,87	25,12	60,03	62,53	63,62
22	Femin.	20	84,56	32,46	29,23	26,18	53,99	59,62	52,49	25,65	22,5	23,55	46,31	43,7	48,27
23	Femin.	21	53,33	18,8	14,48	13,59	30,36	30,95	33,61	25,65	22,3	28,75	28,3	26,45	29,27
24	Masc.	19	81,8	48,36	44,14	43,1	55,69	56,91	48,55	20,57	20,6	22,1	29,77	26,33	24,7
25	Masc.	21	87,6	10,83	13,12	12,68	46,4	48,81	50,94	18,3	17,74	20,63	42,81	45,81	46,04
26	Masc.	21	105,22	12,89	18,44	15,41	46,55	43,38	46,64	19,02	22,56	20,23	38,78	36,9	40,45
27	Masc.	21	97,27	11,41	13,13	13,36	21,49	31,71	29,01	17,51	14,82	17,08	26,46	37,22	33,7
28	Masc.	19	84,3	21,47	14,87	10,37	32,56	20,33	21,63	17,36	13,3	15,36	37,55	36,94	31,92
29	Femin.	19	52,21	20,56	18,81	20,87	37,07	31,22	28,98	17,15	20,85	20,99	36,29	31,58	30,99
30	Femin.	18	61,79	43,31	44,92	39,89	50,81	55,98	49,56	31,14	27,47	30,87	53,31	56,28	45,99

Indivíduo	Sexo	Idade	VMO											
			Exercício 1			Exercício 2			Exercício 3			Exercício 4		
			Agach 1	Agach 2	Agach 3	Agach 1	Agach 2	Agach 3	Agach 1	Agach 2	Agach 3	Agach 1	Agach 2	Agach 3
1	Masc.	21	84,09%	79,82%	78,97%	87,41%	82,83%	81,72%	51,16%	55,17%	51,86%	83,50%	79,37%	78,97%
2	Masc.	19	57,90%	60,29%	64,75%	75,88%	78,08%	81,80%	49,62%	52,27%	52,50%	62,40%	60,08%	66,88%
3	Masc.	23	69,78%	77,97%	74,43%	81,34%	81,96%	79,00%	48,69%	53,10%	55,52%	77,58%	83,64%	82,16%
4	Femin.	18	65,45%	71,88%	74,24%	91,90%	86,81%	84,23%	72,53%	78,26%	73,64%	84,60%	92,88%	87,21%
5	Masc.	18	67,48%	61,66%	69,95%	87,34%	68,36%	79,00%	65,77%	71,03%	62,94%	79,44%	81,46%	77,30%
6	Femin.	19	71,99%	72,68%	71,13%	74,16%	74,42%	78,46%	84,51%	75,63%	72,67%	83,92%	82,73%	80,02%
7	Masc.	18	40,50%	44,58%	48,22%	65,06%	57,84%	63,72%	57,85%	56,33%	60,24%	86,38%	81,24%	84,10%
8	Masc.	18	46,52%	48,45%	48,23%	64,20%	57,02%	57,45%	51,25%	51,54%	52,09%	67,97%	67,77%	63,94%
9	Masc.	19	80,49%	71,05%	79,56%	84,02%	83,69%	85,00%	76,41%	69,52%	75,75%	85,18%	90,76%	88,59%
10	Masc.	20	49,69%	46,28%	48,44%	65,54%	61,98%	61,73%	62,94%	62,51%	65,02%	74,22%	72,00%	73,62%
11	Femin.	22	88,02%	88,27%	96,42%	87,21%	92,15%	94,97%	75,11%	72,37%	77,64%	83,28%	82,19%	82,70%
12	Femin.	18	68,10%	75,72%	68,67%	75,61%	78,55%	80,14%	63,91%	64,92%	61,07%	72,07%	70,15%	72,42%
13	Femin.	18	79,12%	78,80%	79,06%	76,28%	73,82%	74,69%	57,34%	56,36%	55,23%	75,30%	73,84%	75,66%
14	Femin.	18	49,58%	46,27%	44,99%	86,44%	86,28%	84,50%	58,36%	61,53%	56,71%	85,05%	83,84%	83,43%
15	Femin.	18	42,78%	40,95%	40,04%	59,68%	57,27%	60,49%	67,74%	70,32%	71,04%	90,61%	87,85%	89,89%
16	Femin.	20	66,65%	75,33%	76,14%	75,65%	77,83%	79,66%	51,68%	56,48%	59,76%	62,62%	64,98%	67,55%
17	Femin.	20	59,82%	60,42%	61,95%	88,30%	90,83%	95,23%	55,90%	50,69%	47,54%	61,42%	63,48%	63,42%
18	Femin.	20	63,53%	63,13%	67,41%	89,49%	86,49%	89,14%	68,84%	76,16%	63,54%	78,07%	81,46%	88,37%
19	Femin.	21	70,08%	71,30%	67,79%	80,36%	76,65%	81,87%	76,41%	78,42%	80,49%	84,20%	86,39%	88,22%
20	Masc.	22	54,39%	57,96%	57,45%	66,49%	66,32%	66,30%	48,75%	46,44%	46,68%	67,40%	69,63%	68,39%
21	Masc.	21	50,16%	50,89%	50,17%	64,74%	62,02%	59,89%	31,41%	30,76%	33,19%	57,12%	58,56%	56,85%
22	Femin.	20	71,43%	69,48%	68,93%	90,39%	92,51%	93,75%	29,40%	31,74%	34,50%	52,22%	57,33%	54,26%
23	Femin.	21	55,75%	53,77%	50,14%	73,31%	76,45%	77,26%	33,50%	35,97%	39,31%	49,37%	44,64%	46,43%
24	Masc.	19	65,53%	63,58%	63,95%	82,29%	85,23%	84,13%	36,11%	33,33%	37,84%	47,88%	43,10%	44,89%
25	Masc.	21	65,02%	64,85%	64,04%	72,58%	77,17%	74,88%	65,21%	69,34%	65,89%	77,41%	81,55%	82,28%
26	Masc.	21	66,20%	67,73%	65,35%	74,85%	71,68%	74,61%	49,51%	44,42%	45,50%	55,56%	52,80%	53,80%
27	Masc.	21	65,25%	66,33%	68,41%	75,54%	80,49%	79,59%	64,50%	59,48%	62,76%	72,27%	77,41%	74,88%
28	Masc.	19	46,88%	43,00%	45,23%	65,84%	63,32%	64,68%	40,91%	41,40%	43,44%	72,66%	71,53%	73,34%
29	Femin.	19	48,75%	43,42%	44,86%	69,09%	69,26%	66,09%	58,71%	58,98%	56,21%	71,46%	71,03%	69,87%
30	Femin.	18	74,15%	79,20%	78,30%	90,31%	89,29%	88,86%	74,02%	70,64%	77,35%	86,15%	87,27%	88,55%

Indivíduo	Sexo	Idade	ADL											
			Exercício 1			Exercício 2			Exercício 3			Exercício 4		
			Agach 1	Agach 2	Agach 3	Agach 1	Agach 2	Agach 3	Agach 1	Agach 2	Agach 3	Agach 1	Agach 2	Agach 3
1	Masc.	21	39,29%	38,20%	40,42%	66,06%	42,07%	47,94%	28,17%	29,42%	31,72%	39,20%	38,03%	40,42%
2	Masc.	19	11,49%	12,80%	17,62%	71,35%	76,13%	74,88%	21,05%	20,38%	19,02%	56,54%	54,84%	55,92%
3	Masc.	23	17,00%	11,40%	11,43%	70,80%	79,82%	62,62%	13,55%	14,13%	11,84%	38,76%	47,43%	51,41%
4	Femin.	18	22,34%	37,16%	41,45%	71,64%	59,20%	53,71%	30,87%	30,44%	30,88%	75,51%	73,83%	84,44%
5	Masc.	18	29,15%	28,48%	32,01%	66,18%	63,53%	65,06%	15,45%	17,45%	16,68%	57,70%	60,15%	59,13%
6	Femin.	19	83,65%	85,54%	87,22%	85,89%	89,99%	88,56%	56,07%	46,75%	42,20%	62,98%	58,99%	56,43%
7	Masc.	18	14,09%	18,74%	21,02%	83,04%	75,99%	82,89%	24,87%	22,08%	23,19%	46,10%	42,31%	45,57%
8	Masc.	18	30,14%	34,23%	28,57%	73,58%	59,85%	60,35%	20,48%	22,28%	23,93%	57,01%	44,18%	49,94%
9	Masc.	19	21,75%	19,89%	15,62%	38,61%	49,77%	53,20%	35,23%	32,08%	38,93%	48,66%	62,93%	62,27%
10	Masc.	20	17,43%	19,37%	22,06%	66,31%	63,19%	61,02%	48,79%	44,80%	47,08%	60,21%	58,48%	58,36%
11	Femin.	22	44,13%	57,94%	52,98%	65,31%	58,42%	60,68%	32,52%	30,29%	31,82%	50,85%	49,31%	56,71%
12	Femin.	18	24,09%	33,95%	32,24%	97,90%	95,51%	99,21%	29,67%	31,13%	25,14%	32,31%	36,89%	40,12%
13	Femin.	18	60,51%	65,09%	65,68%	83,27%	79,76%	81,42%	45,17%	45,79%	43,36%	68,18%	59,61%	59,50%
14	Femin.	18	60,13%	63,55%	63,42%	75,18%	74,67%	66,02%	50,75%	54,49%	58,53%	72,41%	76,89%	75,82%
15	Femin.	18	49,60%	54,84%	56,80%	63,96%	63,23%	64,58%	47,64%	48,48%	51,90%	81,21%	78,68%	82,81%
16	Femin.	20	14,71%	12,62%	17,39%	28,39%	30,28%	34,40%	15,40%	13,01%	16,60%	33,05%	33,82%	36,23%
17	Femin.	20	40,26%	29,30%	43,85%	52,25%	46,50%	58,82%	33,54%	29,85%	29,35%	45,69%	43,98%	43,07%
18	Femin.	20	27,55%	28,20%	30,56%	83,33%	76,79%	70,89%	29,16%	24,79%	22,78%	57,01%	53,08%	66,87%
19	Femin.	21	53,10%	63,00%	56,40%	67,20%	64,45%	76,71%	55,44%	50,39%	50,78%	61,24%	62,25%	59,04%
20	Masc.	22	12,84%	14,27%	15,15%	57,67%	54,31%	53,22%	17,32%	15,11%	14,99%	58,34%	60,12%	59,66%
21	Masc.	21	8,32%	10,21%	12,30%	29,93%	28,79%	26,44%	19,42%	15,10%	16,59%	39,63%	41,28%	42,00%
22	Femin.	20	38,39%	34,57%	30,96%	63,85%	70,51%	62,07%	30,33%	26,61%	27,85%	54,77%	51,68%	57,08%
23	Femin.	21	35,25%	27,15%	25,48%	56,93%	58,03%	63,02%	48,10%	41,82%	53,91%	53,07%	49,60%	54,88%
24	Masc.	19	59,12%	53,96%	52,69%	68,08%	69,57%	59,35%	25,15%	25,18%	27,02%	36,39%	32,19%	30,20%
25	Masc.	21	12,36%	14,98%	14,47%	52,97%	55,72%	58,15%	20,89%	20,25%	23,55%	48,87%	52,29%	52,56%
26	Masc.	21	12,25%	17,53%	14,65%	44,24%	41,23%	44,33%	18,08%	21,44%	19,23%	36,86%	35,07%	38,44%
27	Masc.	21	11,73%	13,50%	13,73%	22,09%	32,60%	29,82%	18,00%	15,24%	17,56%	27,20%	38,26%	34,65%
28	Masc.	19	25,47%	17,64%	12,30%	38,62%	24,12%	25,66%	20,59%	15,78%	18,22%	44,54%	43,82%	37,86%
29	Femin.	19	39,38%	36,03%	39,97%	71,00%	59,80%	55,51%	32,85%	39,93%	40,20%	69,51%	60,49%	59,36%
30	Femin.	18	70,09%	72,70%	64,56%	82,23%	90,60%	80,21%	50,40%	44,46%	49,96%	86,28%	91,08%	74,43%