

*Este exemplar  
foi devidamente  
conjugado conforme  
resolução CAPG/036/83  
Iniciais 06/04/95  
M. Monteiro*

**VANESSA MONTEIRO PEDRO**

**ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA DO MÚSCULO  
VASTO MEDIAL OBLÍQUO EM EXERCÍCIOS  
ISOMÉTRICOS E ISOTÔNICOS DAS  
ARTICULAÇÕES DO QUADRIL  
E DO JOELHO**

**Tese apresentada ao Curso de Pós-  
Graduação em Biologia e Patologia  
Buco-Dental (Área de Anatomia),  
Faculdade de Odontologia de  
Piracicaba, Universidade Estadual  
de Campinas, para obtenção do  
Título de Doutor em Ciências.**

P343a

23868/BC

**PIRACICABA - S.P.**

**-1995-**

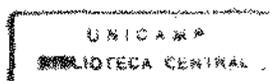
**VANESSA MONTEIRO PEDRO**  
Fisioterapeuta

**ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA DO MÚSCULO  
VASTO MEDIAL OBLÍQUO EM EXERCÍCIOS  
ISOMÉTRICOS E ISOTÔNICOS DAS  
ARTICULAÇÕES DO QUADRIL  
E DO JOELHO**

Orientador: Prof. Dr. MATHIAS VITTI

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Biologia e Patologia Buco-Dental (Área de Anatomia), Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do Título de Doutor em Ciências.

**PIRACICABA - S.P.**  
**-1995-**



Aos meus pais,  
**LAURITA e OSWALDO** (*in memoriam*)

**A**  
**DEILA, MAYRA, FERNANDO, SHELLEY e ADRIELLY**

**Ao Prof. Dr. MATHIAS VITTI, professor Titular da  
Disciplina de Anatomia do Departamento de Morfologia da  
Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade  
Estadual de Campinas, pela amizade, valiosa e segura  
orientação, transmitindo sempre suas experiências e  
conhecimentos com seriedade e senso crítico.**

**Ao Prof. Dr. FAUSTO BÉRZIN, professor Adjunto da  
Disciplina de Anatomia do Departamento de Morfologia da  
Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade  
Estadual de Campinas, pelo auxílio na parte experimental  
desta pesquisa, bem como pelo interesse, amizade e  
presença constante durante o curso, apoiando e  
incentivando a cada momento o nosso desenvolvimento  
científico.**

## **AGRADECIMENTOS**

Ao **VOLUNTÁRIO ANÔNIMO**, pela imprescindível participação neste trabalho.

À **UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCar)**, na pessoa do seu ex-Reitor Prof. Dr. **SEBASTIÃO ELIAS CURY**, e seu atual Reitor, Prof. Dr. **NEWTON LIMA NETO**, pela oportunidade que nos foi concedida para a realização do curso de Doutorado.

Ao Prof. Dr. **SERGIO ROBERTO PERES LINE**, Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Biologia e Patologia Buco-Dental da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, **UNICAMP**.

Aos Professores Doutores, **MATHIAS VITTI** e **JOSÉ FRANCISCO HÖFLING**, ex-Coodenadores do Curso de Pós-Graduação em Biologia e Patologia Buco-Dental da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, **UNICAMP**.

Aos Professores Doutores, **ANTONIO CARLOS FORTINGUERRA** e **HELOISA AMÉLIA DE LIMA CASTRO**, da Disciplina de Anatomia do Departamento de Morfologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - **UNICAMP**, pela colaboração e amizade recebidas.

Ao Prof. Dr. **OSLEI PAES DE ALMEIDA**, professor Titular da Disciplina de Patologia do Departamento de Patologia e Diagnóstico Bucal da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - **UNICAMP**, pela amizade, exemplo de conduta científica e valiosos ensinamentos transmitidos durante todo o curso de Pós-Graduação.

Ao Prof. Dr. **MÁRIO ROBERTO VIZIOLI**, Professor Titular da Disciplina de Patologia do Departamento de Patologia e Diagnóstico Bucal da

Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, pela amizade e orientação em nosso Curso de Mestrado.

À Profa. Dra. SONIA VIEIRA, Professora Titular da Disciplina de Bioestatística do Departamento de Odontologia Social da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, pela amizade, compreensão e segura execução da análise estatística.

Ao Prof. Dr. JOSÉ MERZEL, Professor da Disciplina de Histologia do Departamento de Morfologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, pelos sábios ensinamentos e ricas sugestões recebidas durante a realização do Curso de Pós-Graduação em Biologia e Patologia Buco-Dental, ao nível de Mestrado e Doutorado.

Aos demais Professores do Curso de Pós-Graduação em Biologia e Patologia Buco-Dental, que sempre procuraram transmitir seus ensinamentos e orientações durante o decorrer do curso de Doutorado.

Ao Prof. ANTONIO CARLOS RIANE COSTA, Chefe do Departamento de Fisioterapia e Terapia Ocupacional (DEFITO), da Universidade Federal de São Carlos.

À Profa. ROSELI ESQUERDO LOPES, ex-Chefe do Departamento de Fisioterapia e Terapia Ocupacional (DEFITO), da Universidade Federal de São Carlos.

Às Profas. NELCY VERA NUNES SIMÕES e STELLA MATIELLO ROSA, Professoras do Departamento de Fisioterapia e Terapia Ocupacional (DEFITO), da Universidade Federal de São Carlos, pela preciosa colaboração nas atividades da Disciplina de Fisioterapia em Ortopedia e Traumatologia, do Curso de Graduação em Fisioterapia da UFSCar.

À Amiga **SANDRA ABIB**, pela imprescindível colaboração, compreensão e apoio durante nosso afastamento para a realização do Curso de Pós-Graduação.

Aos Colegas e Amigos do Curso de Pós-Graduação, em especial a **CLÁUDIA MARIA NAVARRO, PAULO ROBERTO BOTACIN, JACKS JORGE JÚNIOR, LUÍS CARLOS SPOLIDORIO, CARLOS ALBERTO COSTA, DARCY DE OLIVEIRA TOSELLO E LUÍS FERNANDO BERALDO**, pela amizade, companheirismo e solidariedade sempre recebidos.

Aos Professores **ESTER DA SILVA**, Professora Assistente da Disciplina de Fisioterapia em Cardiologia do Departamento de Fisioterapia e Terapia Ocupacional (DEFITO), da Universidade Federal de São Carlos, e **PEDRO DUARTE NOVAES**, Professor Assistente da Disciplina de Histologia do Departamento de Morfologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, **UNICAMP**, pela valiosa colaboração e sugestões no projeto e confecção da mesa de exercícios, projetada especialmente para a realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. **ZENON SILVA**, Professor Titular da Disciplina de Anatomia do Departamento de Anatomia da Universidade Federal de Uberlândia, pela amizade, consideração e indispensável colaboração recebidas.

Aos Funcionários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, **UNICAMP**, em especial a **JOÃO BATISTA LEITE DE CAMPOS, IVANI ODAS DEMÉTRIO, MARIA APARECIDA SANTIAGO VARELA, ELIENE APARECIDA ORSINI NARVAES e SUZETE REGINA TOBIAS NEDER**, do Departamento de Morfologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, **UNICAMP**, pela amizade e apoio recebidos durante as atividades do curso de Pós-Graduação.

**A SUELI DUARTE DE OLIVEIRA SOLIANI, Diretora Técnica da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, UNICAMP, pela orientação na referência bibliográfica.**

**A LUCIEN DE OLIVEIRA, aluno do Curso de Graduação em Física da Universidade Federal de São Carlos, pela digitação e diagramação desta Tese de Doutorado.**

**Ao Prof. FRANCISCO CARLOS GROPPPO, do Departamento de Farmacologia da Faculdade de Odontologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, UNICAMP, pela realização dos gráficos.**

**À Profa. ELIZABETH SILVA pela revisão técnica ortográfica.**

**Aos Colegas e Amigos do Curso de Pós-Graduação em Biologia e Patologia Buco-Dental, PEDRO DUARTE NOVAES, ELIZABETHE BRASIL DOS SANTOS e DÉBORA BEVILAQUA GROSSO pela execução das fotografias desta Tese.**

**A todas as pessoas, em especial aos amigos que colaboraram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.**

**Este trabalho foi realizado com o auxílio financeiro, a nível de Bolsa de Estudo, do CNPq - FOP-UNICAMP.**

## **ÍNDICE**

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>2</b>
------------------------	----------

<b>REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>6</b>
------------------------------------	----------

1 ASPECTOS CLÍNICOS DAS ALTERAÇÕES DA ARTICULAÇÃO FÊMORO-PATELAR .....	6
---	---

2 CONSIDERAÇÕES SOBRE TÉCNICAS ELETROMIOGRÁFICAS .....	11
--	----

3 EXERCÍCIOS DE EXTENSÃO DA ARTICULAÇÃO DO JOELHO (EXTENSÃO DA PERNA) .....	12
--	----

4 EXERCÍCIOS DE ADUÇÃO DA ARTICULAÇÃO DO QUADRIL (ADUÇÃO DA COXA) .....	43
--	----

5 EXERCÍCIOS DE SUBIR E DESCER UM DEGRAU .....	48
--	----

<b>PROPOSIÇÃO.....</b>	<b>54</b>
------------------------	-----------

<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>56</b>
---------------------------------	-----------

1 VOLUNTÁRIOS .....	56
---------------------	----

2 EQUIPAMENTOS .....	56
----------------------	----

2.1 Eletromiógrafo .....	56
--------------------------	----

2.2 Mesa .....	58
----------------	----

2.3 Degrau.....	59
3 PROCEDIMENTOS.....	59
4 POSIÇÕES E EXERCÍCIOS .....	60
4.1 Exercícios isométricos de contração máxima de extensão da articulação do joelho (extensão da perna) na posição sentado.....	60
4.2 Exercícios isotônico livre e isométrico de contração máxima de adução da articulação do quadril (adução da coxa) nas posições sentado e decúbito lateral.....	62
4.3 Exercícios de subir e descer um degrau.....	63
5 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	63
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>85</b>
1 EFEITO DOS EXERCÍCIOS ISOMÉTRICOS DE CONTRAÇÃO MÁXIMA DE EXTENSÃO DA ARTICULAÇÃO DO JOELHO (EXTENSÃO DA PERNA) NA POSIÇÃO SENTADO.....	85
2 EFEITO DOS EXERCÍCIOS ISOTÔNICO LIVRE E ISOMÉTRICO DE CONTRAÇÃO MÁXIMA DE ADUÇÃO DA ARTICULAÇÃO DO QUADRIL (ADUÇÃO DA COXA) NAS POSIÇÕES SENTADO E DECÚBITO LATERAL.....	87
3 EFEITO DOS EXERCÍCIOS DE SUBIR E DESCER UM DEGRAU.....	89
<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>100</b>

1	CONSIDERAÇÕES SOBRE ELETROMIOGRAFIA E SUA IMPORTÂNCIA NA AVALIAÇÃO DE MEDIDAS TERAPÊUTICAS.....	100
2	ASPECTOS CLÍNICOS E TRATAMENTO DAS ALTERAÇÕES DA ARTICULAÇÃO FÊMORO-PATELAR.....	102
3	EFEITO DO EXERCÍCIO ISOMÉTRICO DE CONTRAÇÃO MÁXIMA DE EXTENSÃO DA ARTICULAÇÃO DO JOELHO (EXTENSÃO DA PERNA) NA POSIÇÃO SENTADO.....	105
3.1	Extensão da articulação do joelho (extensão da perna) nos ângulos de 15 e 50 graus com a articulação do quadril em posição neutra.....	105
3.2	Extensão da articulação do joelho (extensão da perna) no ângulo de 15 graus com a articulação do quadril (coxa) em adução .....	109
4	EFEITO DOS EXERCÍCIOS ISOTÔNICO LIVRE E ISOMÉTRICO DE CONTRAÇÃO MÁXIMA DE ADUÇÃO DA ARTICULAÇÃO DO QUADRIL (ADUÇÃO DA COXA) NAS POSIÇÕES SENTADO E DECÚBITO LATERAL.....	123
5	EFEITO DOS EXERCÍCIOS DE SUBIR E DESCER UM DEGRAU.....	128
	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>142</b>
	<b>RESUMO.....</b>	<b>145</b>
	<b>SUMMARY.....</b>	<b>148</b>

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS \* ..... 151**

**APÊNDICE ..... 170**

**FICHA DE AVALIAÇÃO - SELEÇÃO DOS VOLUNTÁRIOS ..... 170**

**TABELAS ..... 172**

## **INTRODUÇÃO**

## INTRODUÇÃO

A literatura evidencia vários trabalhos eletromiográficos sobre o músculo quadríceps da coxa, especialmente seus componentes vasto medial e vasto lateral. No entanto, a participação das fibras oblíquas do músculo vasto medial, denominada de vasto medial oblíquo (VMO - LIEB & PERRY, 1968), como base do tratamento conservador das alterações da articulação fêmoro-patelar, precisa ser mais estudada. Esta preocupação se justifica, porque o referido tratamento tem sido indicado por vários Autores, como melhor conduta do que o cirúrgico (CROSBY & INSALL, 1976; LeVEAU & ROGERS, 1980; INSALL, 1982; DEVEREAUX et alii, 1986; SHEON, MOSKOWITZ & GOLDBERG, 1989; GREENFIELL & SCOTT, 1992; SCUDERI, 1992; RUFFIN & KININGHAM, 1993 e DAVIDSON, 1993).

Muitos fatores estão envolvidos na etiologia das alterações da articulação fêmoro-patelar. No mau alinhamento patelar relacionam-se como mais importantes, a pronação excessiva da articulação subtalar, a insuficiência do músculo vasto medial oblíquo, e as retrações dos músculos isquiotibiais, gastrocnêmios e do tracto iliotibial (McCONNELL, 1986 e ZAPPALA, TAFFEL & SCUDERI, 1992). O músculo vasto medial oblíquo atua como estabilizador medial da patela (PAULOS et alii, 1980) e qualquer insuficiência (atrofia e hipotonia) ou desequilíbrio desse músculo com o músculo vasto lateral (VL) pode causar deslocamento lateral ou mau alinhamento patelar que, por sua vez, pode levar a condromalácea (BASMAJIAN, 1970 e FOX, 1975).

Além dos exercícios isotônicos resistidos, outra técnica recomendada para o fortalecimento do músculo quadríceps da coxa é a contração isométrica máxima de extensão da articulação do joelho (BANDY & HANTEN, 1993). No

entanto, o ângulo de flexão da articulação do joelho no qual os exercícios devem ser realizados para recuperar a função estabilizadora do músculo vasto medial oblíquo, ainda não está bem estabelecido. MARIANI & CARUSO (1979) e REYNOLDS et alii (1983) verificaram que os músculos vasto medial oblíquo e o vasto lateral apresentaram atividades eletromiográficas semelhantes nos últimos graus de extensão da articulação do joelho. Por outro lado, BOUCHER et alii (1992) encontraram maior atividade eletromiográfica no músculo vasto medial oblíquo do que no vasto lateral no ângulo de 90 graus de flexão do joelho. Além disso, os referidos exercícios são executados, mais frequentemente, no plano sagital do que no diagonal (SNYDER & FORWARD, 1972).

Os exercícios de adução da articulação do quadril têm sido sugeridos como um método de fortalecimento seletivo do músculo vasto medial (WHEATLEY & JAHNKE, 1951; BOURNE et alii, 1988 e HODGES & RICHARDSON, 1993). Entretanto, a exemplo de outras técnicas propostas, não está bem definido qual o tipo de exercício mais adequado, se os movimentos devem ser simples ou combinados, e em que ângulo de flexão das articulações do joelho e do quadril os exercícios devem ser executados. HANTEN & SCHULTHIES (1990) verificaram que nos exercícios de adução da articulação do quadril com a articulação do joelho flexionada a 50 graus, a atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo foi significativamente maior do que a do músculo vasto lateral. Já KARST & JEWETT (1993) não observaram diferença na atividade eletromiográfica entre os dois músculos nos exercícios de extensão pura da articulação do joelho e no de adução associado a flexão da articulação do quadril com a articulação do joelho em extensão total (SLR de adução - straight leg raise - elevar a perna estendida).

Apesar dos exercícios de subir e descer um degrau serem citados na literatura como forma de fortalecer o músculo quadríceps da coxa (BREWSTER,

MOYNES & JOBE, 1983) e, em especial, seu componente vasto medial obliquo (ANTICH & BREWSTER, 1986; HILYARD, 1990 e REYNOLDS, WORRELL & PERRIN, 1992), poucos são os trabalhos encontrados que estudaram a atividade eletromiográfica do referido músculo nestes exercícios (COOK et alii, 1992).

## **REVISÃO DA LITERATURA**

## **REVISÃO DA LITERATURA**

Serão descritos inicialmente aspectos clínicos das alterações da articulação fêmoro patelar e considerações sobre técnicas eletromiográficas. Posteriormente serão relatados os mais variados trabalhos com o músculo quadríceps da coxa e, em especial, seu componente vasto medial oblíquo nos tópicos: exercícios de extensão da articulação do joelho; exercícios de adução da articulação do quadril e exercícios de subir e descer um degrau. Além disso, em cada tópico serão abordados aspectos sob os quais o músculo tem sido investigado.

### **1 ASPECTOS CLÍNICOS DAS ALTERAÇÕES DA ARTICULAÇÃO FÊMORO-PATELAR**

A literatura revela vários trabalhos sobre as alterações da articulação fêmoro-patelar diagnosticadas de condromalácea patelar, luxação e subluxação de patela e deslocamento, que também caracterizam o mau alinhamento patelar.

De acordo com OUTERBRIDGE & DUNLOP (1975), as causas da condromalácea patelar são: trauma direto na patela, deslocamento, que pode ser agudo e recidivante, síndrome de mau alinhamento com subluxação patelar e ineficiência do músculo vasto medial provocada pela sua inserção alta ou atrofia por desuso.

Segundo INSALL, FALVO & WISE (1976), o mau alinhamento patelar é causado pela patela alta e pelo aumento do ângulo Q (formado pela intersecção de duas linhas: da espinha íliaca ântero-superior até o centro da patela e da

tuberosidade da tibia até o centro da patela), que normalmente está associado a um aumento da anteversão femoral e torção tibial lateral.

INSALL (1979) relatou que a condromalácea patelar é um termo que descreve alterações morfológicas na superfície articular da patela, e é também denominada de síndrome de dor patelar em adultos jovens (17 a 25 anos) e de osteoartrite da articulação fêmoro-patelar, em adultos de 50 anos.

O principal sintoma da degeneração da cartilagem patelar consiste, segundo FICAT, PHILIPPE & HUNGERFORD (1979), em dor anterior na articulação do joelho, mais especificamente nas regiões pré e peri patelar e, freqüentemente envolve atividades com carga na articulação fêmoro-patelar como subir escadas, agachar-se e permanecer muito tempo com a articulação do joelho flexionada.

PALUMBO (1981) relatou que os sinais de subluxação da patela são: joelho vaigo, patela alta, torção tibial lateral, rotação medial do fêmur resultando no aumento do ângulo Q, hipoplasia do músculo vasto medial oblíquo e frouxidão ligamentar.

Dor na articulação do joelho em adolescentes e adultos jovens, de acordo com REIDER, MARSHALL & WARREN (1981), é comumente provocada por alterações na articulação do joelho, e destas alterações, as mais freqüentes são o deslocamento lateral da patela e a subluxação. Além disso, os sinais comumente encontrados são: displasia do músculo quadríceps da coxa com hipoplasia do seu componente vasto medial, sinal da baioneta (também denominado de vaigo proximal da tibia), patela alta, hiper mobilidade patelar e joelho recurvado.

INSALL (1982) revelou que o mau alinhamento patelar pode ser causado pelo aumento do ângulo Q, patela alta e desvio lateral de patela ou incongruência fêmoro-patelar.

BENTLEY, DOWD & ORTH (1983) conceituaram condromalácea patelar como uma entidade clínica caracterizada por dor retropatelar e alterações na cartilagem da articulação fêmoro-patelar. Fatores como patela alta, trauma, crepitação e fraqueza do músculo quadríceps da coxa podem estar envolvidos na etiologia.

A displasia do músculo vasto medial oblíquo associada à contratura do músculo vasto lateral predispõem ao desvio lateral da patela (CROSS & WALDROP, 1985).

BENTLEY (1985) definiu condromalácea patelar como amolecimento da cartilagem articular e que é designada como uma síndrome de dor retropatelar, freqüentemente associada a sinais como crepitação na articulação fêmoro-patelar e fraqueza do músculo quadríceps da coxa.

De acordo com SWENSON, HOUGH & McKEAG (1987), muitos fatores influenciam na estabilidade da articulação fêmoro-patelar: ângulo Q, patela alta, tamanho da patela, profundidade da fossa intercondilar, altura do côndilo femoral lateral, e principalmente a força do músculo vasto medial oblíquo. Os Autores acrescentaram que a cartilagem articular não tem suprimento nervoso e que a dor vem da rica inervação do osso subcondral.

RIEGLER (1988) analisou 42 pacientes com entorse recidivante e subluxação patelar. Observou que 21 dos 42 pacientes apresentaram hiperextensão da articulação do joelho; 14 destes (21), com moderado grau de joelho valgo e 7 associados a torsão tibial. Também foram encontrados outros

sinais como aumento do ângulo Q, patela hipermóvel, crepitação e sinal de apreensão da patela positivo.

McINTYRE & ROBERTSON (1992) evidenciaram que 50% das lesões músculo-esqueléticas envolvem a articulação do joelho, e a mais freqüentemente encontrada é a síndrome da dor patelar. Esta síndrome se caracteriza por dor difusa na patela e mau alinhamento da mesma com sinais de patela alta e hipermóvel, anteversão femoral, pronação subtalar, hipertrofia do músculo vasto lateral e insuficiência do músculo vasto medial oblíquo.

As bases fisiológicas e patogênicas da síndrome da dor fêmoro-patelar, de acordo com KANNUS (1992), ainda são desconhecidas, entretanto, muitos fatores têm sido propostos, incluindo lesões provocadas por esforço repetitivo (*overuse*), imobilização, trauma agudo, obesidade, predisposição genética, anormalidade patelar congênita (patela bipartida, hipoplásica, pequena) e mau alinhamento do mecanismo extensor (joelho valgo, torsão tibial lateral, aumento do ângulo Q, patela alta, instabilidade ou subluxação).

RUFFIN & KININGHAM (1993) dividiram a etiologia da síndrome da dor fêmoro-patelar em fatores extrínsecos que compreenderiam a fraqueza do músculo vasto medial oblíquo, aumento do ângulo Q, posição e tamanho da patela, joelho valgo, torsão tibial lateral. Os fatores intrínsecos seriam as alterações da cartilagem ou do osso subcondral.

Em relação às áreas de contato da articulação fêmoro-patelar, OUTERBRIDGE (1961) revelou que na extensão total da articulação do joelho com o músculo quadríceps da coxa contraído, a patela encontra-se livremente sem nenhum contato femoral.

GOODFELLOW, HUNGERFORD & ZINDEL (1976) verificaram que, à medida que a articulação do joelho é flexionada, a área de contato na superfície patelar aumenta. Observaram que a 20 graus de flexão da articulação do joelho, o pólo inferior da patela está em contato com o fêmur, enquanto que a 90 graus a área de contato alcança o pólo superior. Também evidenciaram que no lado medial da patela não há contato com o fêmur no arco de zero a 90 graus.

PAULOS et alii (1980) revelaram que a função da patela é aumentar a ação do músculo quadríceps da coxa e distribuir, além de restringir, as forças sobre o fêmur. Acrescentaram que as forças transmitidas na patela para a fossa intercondilar aumenta a medida em que o ângulo de flexão da articulação do joelho aumenta.

ANTICH & BREWSTER (1986) comentando sobre a estabilidade da patela na fossa intercondilar, revelaram que a patela está mais fixa ou mais estável, quando o ângulo de flexão da articulação do joelho aumenta. Entretanto, nos últimos 15-20 graus de extensão, a patela está quase fora da fossa intercondilar.

De acordo com INSALL (1986), a zero graus de flexão da articulação do joelho, a patela está completamente acima da superfície articular femoral. Aos 30 graus, a parte inferior da superfície patelar articula-se com a porção proximal dos côndilos femorais. Aos 60 graus, o contato está na metade proximal da superfície patelar. Em 90 graus, o contato novamente se dá entre a metade superior da patela com a porção da face patelar do fêmur, situada imediatamente acima da face articular patelar do fêmor. O Autor evidenciou que a área de contato a zero graus é menor do que a 30, que é menor que a 60, que por sua vez é menor do que a 90 graus.

SWENSON, HOUGH & McKEAG (1987) relataram que não existe contato articular entre a patela e a fossa intercondilar, quando a articulação do

joelho está em extensão total. No entanto, a medida em que a articulação do joelho se flete, ocorre contato no pólo inferior da patela, e esse contato aumenta no ângulo de 90 graus. Aos 135 graus existe uma pressão máxima na face lateral da patela.

## **2 CONSIDERAÇÕES SOBRE TÉCNICAS ELETROMIOGRÁFICAS**

A eletromiografia tem sido um instrumento de suma importância não só para estudo cinesiológico, como também, método de quantificação da velocidade de condução nervosa e mais recentemente bastante utilizada na fisioterapia, ortopedia, neurologia e reumatologia como método de avaliação terapêutica.

Além de funcionar como um instrumento padrão para avaliação neuromuscular, a eletromiografia pode ser extremamente útil à clínica médica (PORTNEY, 1993). Da mesma forma, a fisioterapia tem utilizado a eletromiografia cinesiológica para exame da função muscular ou medidas terapêuticas, podendo-se avaliar os padrões de resposta muscular, início e término da atividade e a resposta muscular em relação ao esforço, tipo de contração muscular e posição utilizada.

SODERBERG & COOK (1984) descreveram as limitações, os métodos de coleta de dados e a interpretação da atividade eletromiográfica em biomecânica. Em relação ao tipo de eletrodo, acreditam que os de superfície podem ser usados em músculos superficiais e a principal vantagem dos mesmos é que podem ser aplicados facilmente de maneira padronizada, sem desconforto para o paciente. Em relação ao tipo de contração, relataram que embora a atividade eletromiográfica tenha sido investigada de todas as formas, a isométrica é a mais usada.

PHILIPSON & LARSSON (1988) analisaram a relação força e atividade eletromiográfica em contrações isométricas, utilizando eletrodos de superfície e de agulha no músculo biceps braquial. Os Autores examinaram as seguintes técnicas de quantificação eletromiográfica: RMS (raiz quadrada da média), média da voltagem retificada (valor médio retificado) e a frequência do eletromiograma. Verificaram que a RMS e a média da voltagem retificada para eletrodos de superfície foram as mais confiáveis. Vários outros Autores como POTTER & KIRBY (1991); HEBERT, SERRES & ARSENAULT (1991); RODRIGUEZ & AGRE (1991); NEWMANN et alii (1991), COOK et alii (1992); RODRIGUEZ et alii (1993); BANDY & HANTEN (1993) também têm utilizado a RMS como medida de quantificação eletromiográfica nos mais variados trabalhos.

### **3 EXERCÍCIOS DE EXTENSÃO DA ARTICULAÇÃO DO JOELHO (EXTENSÃO DA PERNA)**

O comportamento do músculo vasto medial oblíquo, como parte do músculo quadríceps da coxa, tem sido estudado em vários tipos de exercícios, posições, contrações e como causa de alterações da articulação fêmoro-patelar, quer em trabalhos eletromiográficos, biomecânicos, cinesiológicos, anatômicos ou clínicos.

WHEATLEY & JAHNKE (1951) utilizando eletrodos de superfície, pesquisaram alguns músculos da coxa dentre eles o biceps da coxa, vasto medial e vasto lateral em indivíduos clinicamente normais, em vários movimentos e posições. Os Autores verificaram que na extensão resistida da articulação do joelho na posição sentado, partindo de 90 graus de flexão (isotônico resistido), o músculo reto da coxa iniciou o movimento, enquanto que os músculos vasto medial e vasto

lateral apresentaram maior atividade no final do movimento. Além disso, acrescentaram que o músculo vasto medial apresentou maior atividade mantendo o joelho em extensão, durante o movimento de flexão da articulação do quadril com a perna rodada externamente, enquanto que o músculo vasto lateral mostrou maior atividade mantendo o joelho em extensão, durante o movimento de flexão da articulação do quadril, com a perna rodada medialmente

BREWERTON (1954/5) investigou o torque (ou momento de uma força) e a atividade eletromiográfica dos músculos vasto medial e vasto lateral em contrações isométricas máximas de extensão da articulação do joelho nos seguintes ângulos de flexão: 90; 60; 30; 15 e 5 graus. Demonstrou que o torque do músculo quadríceps da coxa diminuiu à medida em que se aproximou da extensão total da articulação do joelho e que isso ocorreu, porque o aparelho extensor é mecanicamente menos eficiente nesta posição. Em relação à atividade eletromiográfica, o Autor não encontrou diferença significativa entre os músculos vasto medial e o vasto lateral.

HOUTZ, LEBOW & BEYER (1957) examinaram o efeito das posições das articulações do quadril e joelho sobre as forças dos músculos flexores e extensores da articulação do joelho. Observaram que, com o indivíduo sentado, a força desenvolvida por ambos os grupos musculares foi máxima na metade do movimento de flexão.

WILLIAMS & STUTZMAN (1959) verificaram dentre outros músculos, a força do músculo quadríceps da coxa da coxa em contração isométrica voluntária máxima de extensão da articulação do joelho nos ângulos de 30, 60, 90 e 120 graus de flexão. Esses Autores evidenciaram uma diminuição da força no intervalo de 60 para 90 graus. No entanto, acrescentaram que muitos voluntários tiveram um alto registro de força no ângulo de 90 graus. Além disso, revelaram que com

articulação do joelho em extensão total, o músculo quadríceps da coxa está encurtado ao máximo.

HOUTZ & FISCHER (1959) utilizando eletrodos de superfície, pesquisaram a atividade eletromiográfica de vários músculos da coxa, entre eles o reto da coxa, vasto medial e vasto lateral no exercício de pedalar bicicleta e não encontraram diferença na atividade dos três músculos.

ALLINGTON et alii (1966) estudaram o músculo quadríceps da coxa através da eletromiografia, usando eletrodos de superfície e de agulha em exercícios de "endurecimento" (*QS - quadriceps set* ou *setting* realizados comprimindo ou apertando a fossa poplíteia contra a mesa de exame, a mão do terapeuta, ou pequena toalha) e de contração isométrica contra uma resistência manual em 25 indivíduos. Os Autores concluíram que se existir alguma contra-indicação ou qualquer impossibilidade de se realizar o movimento da articulação do joelho, as técnicas isométricas resistidas podem ser o meio mais efetivo de se fortalecer o músculo quadríceps da coxa.

HALLEN & LINDAHL (1967) verificaram a atividade eletromiográfica dos músculos reto da coxa, vasto lateral e vasto medial em indivíduos clinicamente normais, e em portadores de lesões crônicas ou após cirurgia da articulação do joelho. Os voluntários realizaram exercícios isométricos de contração máxima do músculo quadríceps da coxa, nas posições sentado e semi-inclinado, e em diferentes ângulos de flexão da articulação do joelho. Os Autores não encontraram diferenças na atividade entre os três músculos nas posições e ângulos estudados. Em outra fase do experimento, aplicaram anestésico no músculo vasto medial e, 5 minutos após, observaram que a atividade deste músculo diminuiu, mas a extensão da articulação do joelho foi completada pela ação dos músculos vasto lateral e reto da coxa.

LIEB & PERRY (1968) dividiram o músculo vasto medial em duas porções: vasto medial longo(VML) e vasto medial oblíquo (VMO). As fibras superiores e longitudinais do VML dirigem-se de 15 a 18 graus medialmente em sua inserção sobre a patela no plano frontal. As fibras inferiores proeminentes do músculo VMO adotam um ângulo mais oblíquo, de 50-55 graus. Os Autores demonstraram que o músculo VMO não atua apenas nos últimos 15 graus de extensão, mas através de toda amplitude de movimento e que a única função seletiva atribuída a esse músculo é o alinhamento patelar.

BASMAJIAN (1970) revelou que os exercícios realizados sem peso corporal desenvolvem a força do músculo quadríceps da coxa com maior eficiência, restituindo o mecanismo de proteção desse músculo, e prevenindo assim, recidivas de lesões na cápsula, ligamentos e membrana sinovial da articulação do joelho. Além disso, acrescentou através de estudos eletromiográficos, que a técnica mais efetiva para ativar a unidade motora máxima é a execução de exercícios isotônicos (dinâmicos) resistidos da articulação do joelho. A posição mais efetiva da articulação do joelho nas contrações estáticas (isométricas), para produzir atividade máxima no músculo quadríceps da coxa, é quase sempre no final da extensão.

LIEB & PERRY (1971) estudaram eletromiograficamente os componentes do músculo quadríceps da coxa (vasto medial oblíquo, vasto lateral, vasto intermédio e reto da coxa) em 20 voluntários utilizando eletrodos de fio, durante extensão isométrica máxima da articulação do joelho, na posição sentado com o tronco flexionado a 90 graus. Os ângulos de flexão do joelho estudados foram: 0; 5; 10; 15; 30; 45; 60 e 90 graus. A resistência máxima foi dada por um velcro colocado na perna do indivíduo acima do maléolo. Os voluntários foram orientados para realizar contração isométrica máxima durante 5 segundos. A atividade do músculo vasto medial oblíquo foi a mais alta em todos os ângulos

estudados. No entanto, a diferença em relação aos demais componentes não foi estatisticamente significativa.

MURPHEY, BLANTON & BIGGS (1971) investigaram a atividade eletromiográfica de vários músculos entre eles, o vasto medial oblíquo e o vasto lateral, em 19 voluntários que apresentavam joelho fletido ou recurvado (hiperextendido). Foram realizados movimentos na posição em pé em superfícies plana, em declive, aclone, oscilações do corpo para frente e para trás, flexão do joelho a 20 e a 90 graus e elevação do corpo na ponta dos pés. Eles verificaram que os indivíduos portadores de joelho fletido apresentaram maior atividade eletromiográfica no músculo vasto medial oblíquo do que nos indivíduos com joelho hiperextendido, exceto na oscilação para trás. Da mesma forma, o músculo vasto lateral mostrou maior atividade no grupo de indivíduos com joelho fletido do que nos recurvados, em todos os movimentos e posturas estudadas. Os Autores acrescentaram ainda, que o músculo vasto lateral foi mais ativo durante a contração isométrica na extensão da articulação do joelho do que o músculo vasto medial. Por outro lado, o músculo vasto medial foi mais ativo nas contrações isotônicas nos estágios finais de extensão da articulação do joelho.

REILLY & MARTENS (1972) verificaram a força do músculo quadríceps da coxa e a força de reação da articulação fêmoro-patelar (resultante de duas forças: do tendão do músculo quadríceps da coxa e do tendão patelar) em diferentes atividades. Seus resultados indicaram que a força de reação da articulação fêmoro-patelar não depende apenas do músculo quadríceps da coxa, mas também, do ângulo de flexão da articulação do joelho que é sempre menor do que a força do músculo quadríceps da coxa, durante o caminhar em superfície plana. Os Autores observaram ainda, que os exercícios isotônicos resistidos de extensão a 90 graus, com uma carga de 9 quilogramas, produziu uma força de 1.4

vezes o peso corporal; enquanto que, no exercício de levantar a perna estendida (SLR - *straight leg raise*) contra a mesma resistência, a força foi de apenas 0,5 vezes o peso do corpo.

SNYDER & FORWARD (1972) realizaram estudo eletromiográfico comparando movimentos de flexão e extensão do membro inferior nos planos sagital e diagonal. Investigaram com eletrodos de superfície seis músculos: vasto medial, reto da coxa, biceps da coxa, glúteo médio, grupo isquiotibial medial e os adutores do membro inferior esquerdo. Os Autores observaram que durante a extensão isotônica livre da articulação do joelho, tanto no plano sagital como no diagonal a atividade eletromiográfica do músculo reto da coxa apareceu primeiro, e foi seguida pela atividade do músculo vasto medial, o qual foi mais ativo dos últimos 50 até os 30 graus de extensão, quando a gravidade ofereceu resistência ao movimento. Concluíram que todos os músculos foram menos ativos no plano diagonal do que no sagital, com exceção do adutor.

HAFFAJEE, MORITZ & SUANTESSONG (1972) estudaram o torque e a atividade eletromiográfica dos músculos reto da coxa, vasto medial e vasto lateral, com eletrodos de superfície, durante a contração isométrica voluntária máxima de extensão da articulação do joelho, na posição sentado, em diferentes ângulos de flexão da articulação do joelho. O ângulo variou de 10 a 90 graus, e a contração foi mantida por 5 segundos. O músculo vasto medial apresentou atividade similar aos outros músculos nos mesmos ângulos estudados. Em relação ao torque, o valor máximo obtido foi no ângulo de 50 graus; enquanto que, à 10 graus houve redução para 50% deste valor.

Através da análise biomecânica da articulação do joelho, SMIDT (1973) estudou o torque desenvolvido pelos músculos flexores e extensores nos movimentos isométrico e isotônico, concêntrico e excêntrico (tipo de contração

onde o músculo como um todo se encurta ou se alonga, aproximando ou afastando suas inserções, respectivamente, durante o movimento). O Autor verificou que o torque máximo dos músculos extensores durante a contração excêntrica ocorreu no intervalo de 45 - 60 graus, e na concêntrica, no intervalo de 35 - 60 graus. Além disso, mediu radiograficamente a distância do braço de alavanca e constatou que as mesmas foram maiores entre 30 e 60 graus de flexão da articulação do joelho, e diminuíram nas posições acima e abaixo desta faixa.

FRANCIS & SCOTT (1974) treinaram 20 voluntários, sem alterações na articulação do joelho, para realizar durante 8 semanas exercícios isotônicos resistidos de extensão da articulação do joelho na posição sentado. Os voluntários foram divididos em dois grupos: um grupo executou o exercício partindo de 90 graus de flexão até a extensão final e o outro, apenas nos últimos 15 graus de extensão. Os Autores verificaram o perímetro da coxa após o período de treinamento a 5, 18 e 28 centímetros acima da patela. Eles observaram que no grupo treinado para realizar apenas os últimos graus de extensão, o ganho (a hipertrofia) em circunferência medido a 5 centímetros (vasto medial) foi significativamente maior do que nos voluntários treinados para realizar o exercício a partir de 90 graus.

De acordo com FOX (1975), o tratamento para hiper mobilidade patelar deve ser conservador e inclui exercícios para o músculo quadríceps da coxa. Os exercícios isométricos, como do tipo SLR, são indicados no caso de existir dor. Se não houver sintomatologia dolorosa, inicia-se com exercícios de resistência progressiva a partir do ângulo de 30 graus até a extensão total e mantendo a contração por 3 segundos no final do movimento. O Autor acrescentou que o músculo vasto medial é filogeneticamente o mais fraco dos componentes do músculo quadríceps da coxa, porque é o primeiro a atrofiar e o último a se reabilitar.

FUJIWARA & BASMAJIAN (1975) investigaram a atividade eletromiográfica dos músculos reto da coxa, isquió-tibiais mediais, iliopsoas e vasto medial em 10 indivíduos utilizando eletrodos de agulha. Estudaram movimentos monoarticulares de flexão e extensão das articulações do quadril e do joelho e também os biarticulares de extensão simultânea das articulações do quadril e do joelho; extensão da articulação do quadril e flexão da articulação do joelho; flexão da articulação do quadril e extensão da articulação do joelho e flexão das articulações do quadril e do joelho. As contrações realizadas foram portanto, isométrica e isotônica. Os Autores verificaram que o músculo vasto medial obliquo foi o mais ativo, não somente na extensão da articulação do joelho (mono) como também na extensão da coxa. Em relação aos movimentos biarticulares, o músculo vasto medial mostrou atividade somente nos movimentos que incluíam a extensão da articulação do joelho. Na flexão da articulação do quadril com extensão da articulação do joelho e, extensão da articulação do quadril com extensão da articulação do joelho também foi ativo.

OUTERBRIDGE & DUNLOP (1975) sugeriram exercícios de SLR no tratamento conservador da condromalácea patelar, uma vez que, os exercícios partindo da flexão até a extensão total são contra indicados, principalmente se forem realizados com resistência. Além disso, acrescentaram que em estágio mais avançado do programa, os exercícios isométricos de extensão da articulação do joelho deveriam ser implantados gradualmente.

Vários estudos têm mostrado que a medida que a perna se estende, a força exercida pelo músculo quadríceps da coxa diminui gradativamente sendo, que este fato, pode estar relacionado a fatores mecânicos e fisiológicos ou a ambos. No entanto, não há explicação detalhada de como isso ocorre. Após revisão da literatura sobre o músculo quadríceps da coxa, SPEAKMAN & WEISBERG

(1977) concluíram que a maior atividade elétrica registrada no músculo vasto medial oblíquo foi no final da extensão, porque ele trabalha em desvantagem fisiológica e mecânica.

CURRIER (1977) analisou a força dos músculos extensores da articulação do joelho em exercícios isométricos de contração máxima com o joelho flexionado a 60 graus e variando o ângulo de flexão do tronco em 100, 110, 120 e 130 graus. O Autor verificou que a força obtida nos ângulos de 110, 120 e 130 graus foi significativamente maior do que a 100 graus. No entanto, a diferença encontrada entre os três ângulos não foi significativa.

LAURIN et alii (1978) indicaram os exercícios isométricos para o músculo quadríceps da coxa em pacientes com subluxação patelar, a qual pode evoluir para a condromalácea patelar. Além disso, relataram que essa alteração provavelmente não ocorre quando a articulação do joelho é estendida, partindo de uma posição fletida, uma vez que na flexão total, a patela está centralizada na articulação, pelo alongamento passivo do mecanismo extensor. Por outro lado, na extensão total, a patela instável está livre para deslocar-se lateralmente, porque à medida que se inicia a flexão, ocorre uma subluxação da patela acima da parte anterior ou próxima do côndilo lateral do fêmur, normalmente durante os primeiros 20 - 30 graus de flexão. Concluindo, partindo da flexão para a extensão não ocorre subluxação, enquanto que, partindo da extensão para a flexão, a patela pode subluxar-se.

DEUTSCH & LIN (1978) estudaram eletromiograficamente os músculos vasto medial, vasto lateral e reto da coxa no movimento de extensão da articulação do joelho nos últimos 50 graus com e sem carga, variando o ângulo de flexão da articulação do tronco em 90, 135 e 150 graus. Usaram eletrodo de superfície e observaram que a atividade dos músculos vasto medial e vasto lateral

foi significativamente maior no ângulo de 90 graus de flexão da articulação do tronco do que nos de 135 e 150. No entanto, para o músculo reto da coxa, a maior atividade encontrada foi no ângulo de 135 graus.

KNIGHT, MARTIN & LONDEREE (1979) revelaram que o exercício de SLR é o movimento de flexão da articulação do quadril realizado pelo seu motor primário, o músculo iliopsoas, e como acessório, o músculo reto da coxa, e que os músculos vastos lateral e medial são contraídos isometricamente para manter o joelho em extensão. Acrescentaram que tanto o referido exercício quanto os isotônicos de extensão têm sido usados para reabilitar a musculatura atrofiada do músculo quadríceps da coxa após imobilização da articulação do joelho. Através da eletromiografia, os Autores compararam a tensão muscular desenvolvida pelos músculos vasto medial, vasto lateral e reto da coxa durante os exercícios de extensão e o de SLR. Eles constataram atividade significativamente maior nos exercícios isotônicos de extensão.

MARIANI & CARUSO (1979) investigaram a atividade eletromiográfica dos músculos vasto medial e vasto lateral em 5 voluntários clinicamente normais e em 8 pacientes com subluxação de patela, antes e 6 meses após a cirurgia de realinhamento patelar. A atividade muscular foi verificada a partir de 90 graus de flexão da articulação do joelho e nos intervalos de 90 a 60 graus, 60 a 30 graus e de 30 até zero graus. A extensão final foi mantida por 5 segundos. Os resultados mostraram que nos indivíduos clinicamente normais, a maior atividade dos músculos vasto medial e vasto lateral foi registrada entre 30 graus de flexão e a posição neutra. Em sete, dos oito pacientes portadores de subluxação patelar, o traçado eletromiográfico obtido antes da cirurgia apresentou acentuada diminuição da atividade, quando comparada a do vasto lateral, observada em toda extensão, porém mais evidente no intervalo de 30 até zero graus, ou seja, nos últimos 30

graus. Entretanto, após a cirurgia corretiva do mecanismo extensor, a atividade do vasto medial foi nitidamente mais alta do que a registrada antes da cirurgia, e os dois músculos passaram a ter o mesmo padrão de atividade.

PEVSNER, JOHNSON & BLAZINA (1979) sugeriram um programa de reabilitação da articulação do joelho, onde as técnicas de fortalecimento do músculo quadríceps da coxa são inicialmente limitadas a exercícios isométricos de extensão final. Revelaram que o dano causado pela força compressiva sobre a cartilagem patelar e o estresse mecânico, freqüentemente doloroso no mecanismo extensor, são menores na extensão total. Acreditam que, desta forma, o fortalecimento do músculo quadríceps da coxa aumenta como um todo e que, possivelmente, o músculo vasto medial recupere a habilidade de se opor às forças que continuam a tracionar a patela lateralmente.

Como parte do tratamento conservador da condromalácea patelar, GRUBER (1979) sugeriu que os exercícios isométricos e isocinéticos (contrações isotônicas onde a velocidade é mantida constante) para o músculo quadríceps da coxa deveriam ser realizados nos últimos 30 graus de extensão da articulação do joelho, uma vez que os exercícios realizados com o joelho flexionado a mais de 30 graus produzem um aumento na compressão da patela contra o côndilo femoral e por isso devem ser evitados.

DEHAVEN, DOLAN & MAYER (1979) propuseram para o tratamento conservador da condromalácea patelar, exercícios isométricos de resistência progressiva para o músculo quadríceps da coxa e exercícios isotônicos para os músculos isquiotibiais. A articulação do joelho é posicionada em extensão total, sem carga, até a angulação desejada, e é mantida isometricamente durante 5 segundos, retornando à posição inicial.

Os exercícios para o músculo quadríceps da coxa, de acordo com HUNGERFORD & BARRY (1979), deveriam ser isométricos para evitar aumento excessivo de pressão na articulação fêmoro-patelar, que ocorre quando os exercícios isotônicos são realizados nos últimos 90 graus de extensão. O Autor acrescentou que a articulação do joelho fletida a 60 graus produz compressão patelar de aproximadamente 1,4 vezes o peso corporal.

SKURJA et alii (1980) estudaram o torque e a atividade eletromiográfica dos músculos vasto medial oblíquo, vasto lateral, reto da coxa e tensor da fáscia lata, no exercício de SLR e no isométrico (isolado) de extensão da articulação do joelho. Verificaram que em 8 dos 20 indivíduos, o torque foi significativamente maior no exercício isométrico isolado de extensão da articulação do joelho. Além disso, a análise eletromiográfica demonstrou que os dois músculos vastos apresentaram maior atividade durante a extensão isométrica isolada de extensão da articulação do joelho. Entretanto, os músculos reto da coxa e o tensor da fáscia lata mostraram maior atividade no SLR.

MURRAY et alii (1980) mediram torques isométrico máximo e isocinético dos músculos flexores e extensores da articulação do joelho, variando os ângulos de flexão em 30, 45 e 60 graus, em 72 indivíduos normais. A contração isocinética foi realizada numa velocidade de 36 graus/segundo e a contração isométrica foi mantida por 5 segundos. Observaram que a força de contração isocinética foi significativamente menor do que a contração isométrica em todas as posições articulares realizadas.

LeVEAU & ROGERS (1980) investigaram se em três semanas, o músculo vasto medial poderia ser treinado, através de *biofeedback* (EMG), independentemente do músculo vasto lateral. Seus resultados mostraram atividade significativamente maior no músculo vasto medial do que no vasto lateral. Os

Autores concluíram que esse procedimento proporciona contração seletiva do músculo vasto medial. No entanto, questionaram se essa técnica alinha corretamente a patela.

Os objetivos da fase inicial do tratamento conservador do mau alinhamento patelar, segundo PAULOS et alii (1980), são aliviar a dor, diminuir a atrofia e a inflamação. Para isso, executam-se exercícios isométricos e de alongamento para todo membro inferior. Os Autores revelaram que os exercícios isotônicos de resistência progressiva, realizados nos últimos 30 graus de extensão para o músculo quadríceps da coxa especialmente seu componente vasto medial oblíquo e o *step-up* lateral, fazem parte da fase intermediária, cuja finalidade é aumentar a força, sem no entanto, aumentar a dor ou o derrame.

ELORANTA & KOMI (1980) investigaram os padrões de atividade eletromiográfica dos músculos reto da coxa, vasto lateral, vasto medial e semimembrâneo. Utilizaram eletrodos de superfície sob contração concêntrica e excêntrica de extensão resistida da articulação do joelho na posição sentado. A média da atividade máxima foi maior na contração concêntrica do que na excêntrica. Os dois músculos vastos apresentaram maior atividade eletromiográfica nos últimos graus de extensão. No entanto, o músculo vasto medial apresentou maior atividade na contração concêntrica nos últimos graus de extensão em relação ao vasto lateral.

Os exercícios de fortalecimento muscular para pacientes portadores de condromalácea patelar, de acordo com DEHAVEN, DOLAN & MAYER (1980), devem ser iniciados tão logo o paciente os suportar. Os exercícios para o quadríceps são inicialmente realizados isometricamente com o joelho em extensão total mantendo a contração por 5 segundos. O exercício é realizado com o paciente sentado, com o peso no pé, e o terapeuta ou o próprio paciente colocam a

articulação em extensão total. Após atingir uma resistência de 20 libras, iniciam-se os exercícios isotônicos para o quadríceps em uma amplitude limitada de movimento, como por exemplo, nos últimos 15 graus. Nos últimos 30 graus evita-se compressão excessiva da patela. Esse exercício realizado em um arco limitado de movimento é mais isotônico do que isométrico, uma vez que é realizado isotonicamente e mantido por 5 segundos no final do movimento.

ELORANTA & KOMI (1981) verificaram a atividade eletromiográfica dos músculos vasto lateral, vasto medial e reto da coxa nos exercícios isocinéticos de extensão da articulação do joelho em diferentes velocidades, nas posições: sentada com 105 graus de flexão do tronco; semi inclinada, com 125 graus e em decúbito dorsal, com 165 graus de flexão do tronco. Utilizaram eletrodos de superfície tipo Beckman, colocados no ponto motor. Os resultados mostraram que os músculos vasto lateral e vasto medial apresentaram maior atividade na contração de velocidade mais lenta, na posição sentado.

KETTELKAMP (1981) enfatizou que o programa de exercício, como parte do tratamento conservador do mau alinhamento da patela, deve ter como objetivo principal a recuperação da força do músculo quadríceps da coxa, principalmente o seu componente vasto medial oblíquo, através de exercício isométrico de extensão com resistência progressiva. Além disso, o Autor evidenciou que a dor é o sintoma mais freqüente no mau alinhamento patelar e está associada às atividades que exigem flexão da articulação do joelho, tais como: correr, saltar, sentar e subir escadas.

DUARTE CINTRA & FURLANI (1981) estudaram a atividade eletromiográfica dos quatro componentes do músculo quadríceps da coxa (vasto medial, vasto lateral, reto da coxa e vasto intermédio), utilizando eletrodos de agulha em vários movimentos. No movimento de extensão da articulação do joelho

na posição sentado com o tronco flexionado a 120 graus (permitindo alongamento do reto da coxa), rapidamente e com resistência, os Autores verificaram que os músculos vasto intermédio e o medial apresentaram graus de atividades semelhantes. Entretanto, maiores do que os do reto da coxa e do vasto lateral.

De acordo com SORRELLS (1982), o músculo vasto medial oblíquo é inquestionavelmente o componente mais importante do músculo quadríceps da coxa, é o responsável primário pela estabilização e proteção da articulação do joelho. Além disso, este estabilizador dinâmico é também o primeiro músculo a se atrofiar após lesão, cirurgia ou doença e sua reabilitação é de suma importância no retorno da função normal. O Autor também revelou que os exercícios devem ser iniciados o mais rapidamente possível e realizados apenas nos últimos 30 graus de extensão, que é de 25% do arco total de movimento.

CAMPBELL & GLENN (1982) determinaram a relação existente entre a força ou torque desenvolvido pelos músculos flexores e extensores da articulação do joelho, como resultado de programa de reabilitação para pacientes com condromalácia, ligamentoplastia e meniscectomia. Utilizaram um dinamômetro que mediu o torque dos músculos sob tensão dinâmica lenta e rápida em exercícios executados na posição sentado com o tronco flexionado a 105 graus. Eles concluíram que o programa de reabilitação produziu mudanças significativas nas medidas do torque, tanto na tensão dinâmica lenta como na rápida e em todos grupos de pacientes estudados.

Em relação ao tratamento conservador das alterações da articulação fêmoro-patelar, INSALL (1982) revelou que os exercícios são efetivos no controle da dor, embora os mecanismos pelos quais a mesma é aliviada não estejam bem estabelecidos. Acrescentou ainda, que é fácil entender porque o fortalecimento do músculo vasto medial oblíquo é necessário no mau alinhamento patelar e displasia

do músculo quadríceps da coxa, já que o referido músculo é o estabilizador medial da articulação fêmoro-patelar. Entretanto, isso não significa que os exercícios normalmente prescritos, fortaleçam seletivamente esse músculo. O Autor sugeriu que o programa de exercícios deva ser totalmente isométrico (SLR), na sua forma mais simplista, consistindo na elevação repetida da extremidade inferior, com a articulação do joelho em extensão total, para que os exercícios não sejam lesivos. Além disso, enfatizou que os exercícios isotônicos devam ser empregados cautelosamente, sem sintomatologia dolorosa, em apenas um arco de movimento.

WISSINGER (1982) recomendou para o tratamento conservador da condromalácea patelar, exercícios isométricos para o músculo quadríceps da coxa. Por outro lado, OSBORNE & FULFORD (1982) propuseram programa de exercícios após cirurgia de condromalácea patelar, iniciado 48 horas de pós operatório, com o exercício de SLR para o músculo quadríceps da coxa, sem carga. Acrescentou que a amplitude de movimento deva ser restaurada através de exercícios isotônicos livres de flexo-extensão da articulação do joelho.

STRATFORD (1982) verificou a atividade eletromiográfica dos músculos vasto medial, vasto lateral e reto da coxa em 16 indivíduos: 8 com, e 8 sem derrame articular do joelho. Os exercícios isométricos de contração máxima foram realizados em decúbito dorsal com a articulação do joelho fletida a zero e a 30 graus. A contração foi mantida por 6 segundos. Utilizaram eletrodos de superfície, colocados no ponto motor de cada músculo, determinado através da estimulação elétrica. A atividade eletromiográfica dos três músculos diminuiu significativamente no exercício realizado com a articulação do joelho fletida a zero graus quando comparado com o realizado a 30 graus de flexão, nos pacientes portadores de derrame articular. O Autor concluiu que a diminuição da atividade elétrica no joelho com derrame articular, resulta da inibição reflexa causada pela

distensão da cápsula e pressão intra-articular, a qual se modifica com a posição do joelho.

WILD JR.; FRANKLIN & WOODS, (1982) estudaram a atividade eletromiográfica dos músculos vasto lateral, vasto medial, vasto medial oblíquo e reto da coxa em esforço isométrico máximo de extensão da articulação do joelho, usando eletrodos de superfície, colocados sobre o ventre muscular. Os exercícios realizados foram: "endurecimento" do músculo quadríceps da coxa (*QS Quadriceps Setting*), SLR e isométrico com 10 graus de flexão da articulação do joelho. A influência da posição da articulação do quadril em rotação interna, externa e neutra também foi observada. Eles evidenciaram que a 10 graus de flexão da articulação do joelho reduziu a efetividade muscular nos músculos vastos. Essa redução foi em média de um quarto do esforço demonstrado na extensão total da articulação do joelho. Os Autores concluíram que os exercícios de "endurecimento" do músculo quadríceps da coxa e o SLR, realizados em extensão total, são recomendados para pacientes com síndrome de mau alinhamento patelar.

HUNGERFORD & LENNOX (1983) sugeriram que o programa de reabilitação para pacientes portadores de alterações da articulação fêmoro-patelar deve incluir exercícios isométricos, exercícios isotônicos resistidos de extensão nos últimos graus e atividades com carga de impacto mínima, como o ciclismo e a natação. Revelaram que o conhecimento da biomecânica da articulação do joelho, particularmente da articulação fêmoro-patelar, é o embasamento necessário para se escolher o programa de reabilitação destas alterações permitindo cargas fisiológicas na articulação e evitando as inapropriadas ou prejudiciais.

KNAPIK et alii (1983) examinaram a variação no torque e ângulo articular em exercícios isométricos, isotônicos e isocinéticos nos movimentos de flexão e extensão da articulação do joelho em 16 homens e 15 mulheres.

Verificaram que a 60 graus de flexão da articulação do joelho, os torques isocinético e isométrico aumentaram mais acentuadamente do que no isotônico de 60 para 90 graus. Entretanto, após 60 graus, esses dois torques gerados pelo grupo extensor diminuíram muito mais rapidamente do que o torque isotônico. Além disso, o maior torque encontrado entre as mulheres nos exercícios isométricos e isocinéticos foi no ângulo de 60 graus, enquanto que para os homens, o maior torque foi no ângulo de 70 graus.

BREWSTER, MOYNES & JOBE (1983) sugeriram que os exercícios iniciais de "endurecimento" (apertando uma toalha - QS) para o músculo quadríceps da coxa, ajudam a prevenir a atrofia após reparação cirúrgica do ligamento cruzado anterior. Acrescentaram ainda, que o exercício de SLR tem sido recomendado, mas as evidências clínicas indicam que o exercício isotônico ativa mais o músculo quadríceps da coxa, o que é confirmado por trabalhos eletromiográficos

Usando eletrodos intramusculares, REYNOLDS et alii (1983) estudaram a atividade eletromiográfica dos músculos vasto medial e vasto lateral em 20 mulheres clinicamente normais. A atividade eletromiográfica foi registrada nos últimos 30 graus de extensão, onde normalmente ocorre a subluxação da patela, e foi normalizada e expressa como porcentagem da contração isométrica máxima. Foram realizadas 3 contrações isométricas máximas com o voluntário sentado, com a articulação do joelho fletida a 60 graus e a resistência aplicada foi manual nos maléolos, durante 2 segundos. Os Autores não encontraram diferença significativa entre a ação dos dois músculos.

SODERBERG & COOK (1983) revelaram que os exercícios de "endurecimento" (*quadriceps setting* - QS) e o de SLR têm sido realizados após trauma, cirurgia ou doença da articulação do joelho. Eles investigaram a atividade

eletromiográfica dos músculos vasto medial, reto da coxa, glúteo médio e bíceps da coxa nos dois exercícios. No exercício de "endurecimento" (QS), o voluntário foi instruído para pressionar o joelho (a fossa poplíteia) contra uma pequena toalha ou rolinho. Já o exercício de SLR foi executado a 45 graus de flexão, com o membro contra lateral flexionado a 90 graus, com o pé apoiado na mesa. Participaram desse estudo, 40 voluntários adultos normais. A atividade eletromiográfica foi registrada com eletrodos de superfície e os valores normalizados pela prova isométrica máxima. A análise estatística demonstrou atividade significativamente maior nos músculos vasto medial, bíceps da coxa e glúteo médio nos exercícios de "endurecimento" do músculo quadríceps da coxa. Por outro lado, o músculo reto da coxa foi significativamente mais ativo no exercício de SLR. Os Autores concluíram que, se o objetivo do tratamento incluir a contração de outros músculos, como o bíceps da coxa e o glúteo médio, o exercício de "endurecimento" do músculo quadríceps da coxa deve ser o escolhido. Entretanto, se o objetivo do tratamento é aumentar a atividade do músculo reto da coxa, realizar apenas o exercício de SLR.

BENTLEY, DOWD & ORTH (1983) sugeriram que o tratamento conservador da condromalácea patelar, pode ser realizado através de exercícios isométricos para o músculo quadríceps da coxa, com aumento gradativo da carga a fim de obter hipertonia, principalmente do seu componente músculo vasto medial.

BOHANNON (1983) investigou o efeito da estimulação elétrica no músculo vasto medial em pacientes com deslocamento crônico da patela. Observaram que a estimulação elétrica no referido músculo, impediu o deslocamento lateral da patela durante o exercício de "endurecimento" do músculo quadríceps da coxa, uma vez que proporcionou uma força no músculo vasto medial, que reduziu a força lateral dos outros componentes do músculo quadríceps da coxa.

Os exercícios isocinéticos de flexo-extensão realizados no arco de movimento de 0 a 45 graus, segundo LENNINGTON & YANCHULEFF (1983), promovem o fortalecimento do músculo quadríceps da coxa e não aumentam a força de reação da articulação fêmoro-patelar.

ANDRIACCHI et alii (1984) estudaram a atividade eletromiográfica dos músculos vasto lateral, vasto medial, vasto intermédio, reto da coxa, grácil, sartório, bíceps da coxa, semitendíneo, semimembranáceo, tensor da fáscia lata e cabeças lateral e medial do gastrocnêmio em movimentos puros de flexão e extensão da articulação do joelho, variando os ângulos de flexão da articulação do joelho em 10, 20 e 40 graus. Seus resultados mostraram que oito, dos doze músculos estudados, incluindo o semitendíneo, gastrocnêmio (cabeça lateral), sartório, tensor da fáscia lata, vasto lateral, vasto medial, vasto intermédio e reto da coxa, apresentaram maior atividade com o joelho flexionado a 10 graus, enquanto que, os músculos bíceps da coxa, semimembranáceo, gastrocnêmio (cabeça medial) e grácil, tiveram maior atividade com a articulação do joelho medida a 40 graus. Os Autores concluíram que a resposta do músculo depende da direção, do movimento ser simples ou combinado, assim como do ângulo de flexão da articulação do joelho.

De acordo com BIGOS & McBRIDE (1984), o equilíbrio entre as forças lateral e medial da articulação fêmoro-patelar deixa de existir, após lesão ou atrofia do músculo vasto medial oblíquo e que, a execução de exercícios restabelece esse equilíbrio.

STOKES & YOUNG (1984) investigaram eletromiograficamente o músculo quadríceps da coxa antes e após meniscectomia, utilizando eletrodos de superfície em contrações máximas de "endurecimento". Eles observaram que, após a meniscectomia, ocorreu uma severa inibição do músculo quadríceps da coxa (70

a 80 %) nos três primeiros dias, persistindo por 37%, em duas semanas. A inibição foi temporariamente bloqueada (4 a 5 horas) pela infiltração de anestésico local, mas o efeito foi extremamente curto para permitir um período efetivo de exercício. Os Autores realizaram então, exercícios isométricos com o joelho flexionado a 40 graus e evidenciaram que, uma porção maior do músculo foi ativada, nos pacientes menissectomizados, quando as contrações isométricas foram realizadas com a articulação do joelho em flexão.

Medidas conservadoras das lesões moderadas da cartilagem patelar consistem, segundo PAAR, BERNETT & HUYER (1985), em reduzir o estresse, fortalecimento do músculo quadríceps da coxa e recursos físicos para aumentar o suprimento sanguíneo da cápsula articular. A redução do estresse diminui a irritação mecânica, que é uma das causas de alterações na cartilagem. Portanto, os exercícios como saltar, devem ser evitados porque aumentam acentuadamente a pressão na superfície patelar.

Segundo BASMAJIAN & De LUCA (1985) está bem estabelecido que o músculo vasto medial, atua através de todo movimento de extensão da articulação do joelho, e não somente na fase final. No entanto, parece que o referido músculo aumenta sua atividade no final da extensão, sem carga, e que essa maior atividade é devido a que o vasto medial completa a extensão. Acrescentaram ainda, que a única função seletiva do músculo vasto medial no final da extensão é prevenir o desvio lateral da patela, ou seja, o alinhamento patelar.

PAVONE & MOFFAT (1985) investigaram o torque do músculo quadríceps da coxa, após treinamento concêntrico, excêntrico e isométrico de extensão da articulação do joelho. Participaram desse estudo 27 mulheres clinicamente normais e treinadas durante 6 semanas. O torque do músculo quadríceps da coxa foi determinado por um dinamômetro isocinético (aparelho

eletro-mecânico que limita a velocidade de movimento de um braço de manivela ou a uma polia a uma velocidade angular constante) antes, e após o treinamento. Os Autores verificaram que o ganho de força foi significativo nos três tipos de contração. No entanto, nenhum método foi superior ao outro.

De acordo com FISHER (1986), o tratamento da síndrome da dor fêmoro-patelar deve ser conservador, e que o fortalecimento do músculo quadríceps da coxa é a etapa mais importante deste tratamento. Sugeriu os exercícios isométricos e os de fortalecimento de resistência progressiva com a articulação do joelho em extensão. Além disso, recomendou contração isométrica máxima com o joelho estendido por 5 segundos de 50 a 100 vezes por dia.

MOLLER et alii (1986) verificaram a atividade eletromiográfica dos músculos vasto lateral e vasto medial oblíquo, utilizando eletrodos de superfície, em exercícios isométricos máximos de contração na posição sentado com o tronco flexionado a 90 graus, variando o ângulo de flexão da articulação do joelho em 90, 60, 45, 30, 15 e zero graus. Os 28 pacientes foram divididos em 3 grupos: 1. grupo controle = 28 joelhos normais (lado não afetado); 2. instabilidade patelar = 11 joelhos e 3. condromalácea patelar idiopática = 17 joelhos. Observaram que o padrão da atividade muscular foi o mesmo nos dois grupos com lesão, mas diminuiu quando comparado com o grupo controle (assintomático). Acrescentaram entretanto, que nenhum dos grupos mostrou diferença na atividade do músculo vasto medial oblíquo e do vasto lateral, que pudesse sugerir desequilíbrio muscular.

ANTICH & BREWSTER (1986) efetivaram uma breve revisão de algumas técnicas indicadas para diminuir ou eliminar a dor em pacientes com várias patologias quando realizam exercícios para o músculo quadríceps da coxa. Revelaram que um exercício comumente usado no fortalecimento da musculatura

anterior da coxa, é o "endurecimento" do músculo quadríceps da coxa (QS). Esse exercício é realizado contraindo isometricamente o músculo quadríceps da coxa durante 6 a 10 segundos, com a articulação do joelho em extensão total. Além disso, enfatizaram que os exercícios isotônicos para o músculo quadríceps da coxa, realizados no arco total de movimento, ou apenas no final da extensão da articulação do joelho, são superiores ao exercício de SLR, porque o movimento ativo oferece maior carga no músculo quadríceps da coxa.

DEVEREAUX et alii (1986) evidenciaram através da termografia, reação inflamatória no ventre do músculo vasto medial, e em sua inserção na patela, em pacientes com artralgia fêmoro-patelar. Verificaram que esse sinal desapareceu após três meses de exercícios e estimulação farádica no referido músculo.

TEPPERMAN et alii (1986) estudaram a atividade eletromiográfica dos músculos vasto medial, vasto lateral e reto da coxa, em 20 voluntários normais, utilizando eletrodos de superfície. Os voluntários foram orientados (verbalmente) a contrair isometricamente o músculo quadríceps da coxa durante 7 segundos, em decúbito dorsal, com as articulações do joelho e do quadril em extensão total. Os Autores investigaram qual posição da articulação do tornozelo (dorsi-flexão, flexão plantar ou posição neutra) era mais confortável para o paciente e que fosse capaz de facilitar a contração do músculo quadríceps da coxa nos exercícios isométricos. Os resultados indicaram que a contração do referido músculo, associada com a dorsi-flexão ou flexão plantar da articulação do tornozelo, facilitou esta contração, e que a escolha entre as duas posições deve ser feita pelo conforto do paciente. Acrescentaram que a maior atividade eletromiográfica encontrada foi a do músculo vasto lateral, seguida pelo vasto medial e a menor do reto da coxa.

BOHANNON, GAJDOSIK & LeVEAU (1986) verificaram se o torque nos exercícios isocinéticos de extensão e flexão da articulação do joelho, em 14 mulheres jovens, normais, seria maior na posição sentado (90 graus de flexão do tronco) ou na semi - inclinada (150 graus de flexão do tronco). Os valores do torque foram obtidos nos ângulos de 15, 30, 45 e 60 graus de flexão para os exercícios de extensão da articulação do joelho. Para a flexão da articulação do joelho, os ângulos estudados foram de 30, 45, 60 e 75 graus de flexão. Os Autores observaram que o torque de extensão não diferenciou significativamente entre as duas posições testadas. Por outro lado, o torque de flexão da articulação do joelho foi significativamente maior na posição sentado do que na semi-inclinada.

BENNETT & STAUBER (1986) enfatizaram que a atividade eletromiográfica do músculo vasto medial está diminuída nos exercícios excêntricos, uma vez que o trabalho realizado requer um número menor de unidades motoras.

Van EIJDEN et alii (1987) investigaram utilizando um dinamômetro, a força do músculo quadriceps da coxa e a força de reação da articulação fêmoro-patelar no movimento de extensão da articulação do joelho variando os ângulos de zero a 90 graus. Demonstraram que a menor força do músculo quadriceps da coxa foi em extensão máxima e a maior força a aproximadamente 75 graus de flexão, enquanto que a força máxima encontrada no ligamento patelar foi a 60 graus. A força de reação da articulação fêmoro-patelar é menor na extensão e é o mesmo valor da força do músculo no arco de 75 a 90 graus. Os Autores concluíram que, com o joelho fletido a 90 graus, somente 50 % da força do músculo quadriceps da coxa é transmitida para o ligamento patelar, enquanto que, com o joelho em extensão total, 100 % da força é transmitida.

SODERBERG et alii (1987) avaliaram a atividade eletromiográfica de alguns músculos da coxa, incluindo o vasto medial oblíquo, reto da coxa, glúteo médio e bíceps da coxa nos exercícios de "endurecimento" do músculo quadríceps da coxa (pequena toalha na fossa poplítea - QS) e no de SLR em 14 voluntários clinicamente normais e 16 com história de lesão ou cirurgia na articulação do joelho. Os registros eletromiográficos foram obtidos com eletrodos de superfície e os valores foram normalizados pela prova de contração isométrica de esforço máximo. Os resultados mostraram atividade significativamente maior nos músculos vasto medial oblíquo, bíceps da coxa e no glúteo médio no exercício de "endurecimento" do músculo quadríceps da coxa. Por outro lado, o músculo reto da coxa foi significativamente mais ativo no SLR do que no de "endurecimento" do músculo quadríceps da coxa.

MOLLER et alii (1987) verificaram a atividade eletromiográfica dos músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral na contração isométrica máxima de extensão da articulação do joelho, antes e 3 meses após, em 15 joelhos com subluxação patelar e em 11 com condromalácea patelar. A eletromiografia 3 meses após, revelou um aumento na atividade tanto do músculo vasto lateral como no vasto medial oblíquo apenas nos pacientes com subluxação patelar, mas o equilíbrio patelar permaneceu inalterado. Os Autores concluíram que embora os músculos vasto lateral e vasto medial oblíquo sejam fortalecidos igualmente, o tratamento inicial em pacientes com disfunção fêmoro-patelar deveria continuar conservador, com a finalidade de prevenir a atrofia do músculo quadríceps da coxa.

RIEGLER (1988) revelou que o tratamento conservador para subluxação patelar deveria ser realizado através de exercícios isométricos e isotônicos do músculo quadríceps da coxa em um arco de movimento de extensão da articulação do joelho.

O programa de reabilitação em pacientes com alterações na articulação fêmoro-patelar, segundo MANGINE (1988), é destinado a aumentar a força do músculo quadríceps da coxa, e possui cinco fases distintas: 1) inicial ou de reabilitação aguda; 2) intermediária ou de reabilitação subaguda; 3) reabilitação avançada; 4) programa de corrida; e, 5) retorno a atividade e manutenção da reabilitação. Os exercícios na fase inicial ou de reabilitação aguda são realizados para minimizar a atrofia, e são divididos em três categorias: 1) amplitude de movimento e exercícios de flexibilidade; 2) exercícios de força como os isométricos executados nos ângulos de 30; 45; 60; 75 e 90 graus, de acordo com o conforto do paciente; e, 3) os de SLR. Além disso, estimulação elétrica e *biofeedback* podem ser usados para aumentar o fortalecimento do músculo vasto medial oblíquo (MANGINE,1988).

ELORANTA (1989) investigou a relação força-ângulo e o padrão de atividade eletromiográfica de quatro músculos da coxa: reto da coxa, vasto medial, vasto lateral e semimembranáceo na extensão isométrica da articulação do joelho, variando o ângulo de flexão nas posturas: sentada, semi-inclinada e supina. A maior força encontrada foi no ângulo de 125 a 170 graus na posição sentado e a menor foi na posição supino. O Autor evidenciou que a força de todos os músculos em todas as posturas mostraram pico máximo, quando a articulação do joelho estava quase estendida, com 150 graus de extensão ou 30 de flexão. Da mesma forma, a maior atividade eletromiográfica registrada nos músculos vasto medial e vasto lateral foi a 150 graus de extensão.

De acordo com LEHMKUHL & SMITH (1989), os exercícios resistidos do músculo quadríceps da coxa realizados através de toda amplitude de extensão da articulação do joelho podem provocar dor, e se isto ocorrer, os exercícios de fortalecimento do referido músculo poderiam ser executados aplicando-se

resistência com a articulação do joelho em extensão, ou através de um pequeno arco de extensão terminal, como por exemplo, os últimos 20 graus. Sobre desvantagem mecânica, os Autores revelaram que: "as inserções e linhas de ação dos músculos localizam-se próximas aos eixos articulares, e a maioria dos tendões fixados ao músculo em ângulo agudo, conseqüentemente, os músculos têm distâncias de braço de força pequenas, e apresentam uma desvantagem mecânica relativa às resistências colocadas mais distalmente".

MONTEIRO PEDRO & VITTI (1989) analisaram eletromiograficamente o músculo vasto medial oblíquo em 10 voluntários adultos normais, nas posições sentada e em decúbito dorsal, em vários ângulos de movimento de extensão livre da articulação do joelho. Os resultados mostraram que em todos os voluntários o referido músculo se apresentou ativo, com grau de intensidade de ação variando entre moderada e muito forte nos diferentes movimentos executados. Entretanto, nos movimentos de extensão, partindo de 90 graus de flexão, o músculo vasto medial oblíquo mostrou no início do movimento uma atividade fraca, moderada e, passando para forte ou muito forte, à medida que atingia a extensão máxima.

Em relação ao tipo de contração GERBER (1990) definiu contração isométrica como "uma contração estática onde o comprimento do músculo não muda, os segmentos não se movimentam e somente tensão é gerada, enquanto que a contração isotônica é dinâmica, onde ocorre mobilidade articular e uma força é produzida."

DRAPER (1990) comparou os efeitos do exercício isométrico do músculo quadríceps da coxa com o exercício mais o *biofeedback* em pacientes com ligamentoplastia do ligamento cruzado anterior. Participaram deste estudo, 22 voluntários e foram divididos em 2 grupos: controle (sem *biofeedback*) e tratado

(com *biofeedback*). Eles realizaram exercícios de SLR e "endurecimento" do músculo quadríceps da coxa (QS) durante 12 semanas. Foi encontrada diferença significativa entre os grupos. Os Autores concluíram que o *biofeedback* facilita a recuperação da função do músculo quadríceps da coxa, após ligamentoplastia do ligamento cruzado anterior.

SHELBOURNE & NITZ (1990) relataram que os exercícios em cadeia cinética fechada (onde o segmento distal está fixo e o proximal se move) são enfatizados no protocolo de reabilitação. Os exercícios em cadeia cinética fechada são executados com o pé colocado na superfície (degrau, assoalho e outros) e todo peso do corpo (carga total). Por outro lado, os exercícios em cadeia cinética aberta (nos quais o segmento distal está livre no espaço) como o de extensão da perna, em que o pé está livre no ar, existe menos compressão e menor estresse. Os Autores acrescentaram que nos exercícios em cadeia cinética fechada, geralmente executados no final da extensão, as pressões na articulação fêmoro-patelar são acentuadamente diminuídas quando comparadas com as forças geradas nos exercícios realizados em cadeia cinética aberta, mas somente no arco de movimento de 30 a 90 graus de flexão da articulação do joelho.

MINOR (1991) evidenciou que os músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral são sinergistas no movimento de extensão da articulação do joelho, e antagonistas em relação à posição horizontal da patela durante seu deslizamento na fossa intercondiilar.

Já SCZEPANSKI et alii (1991) verificaram os efeitos do arco de movimento e o tipo de contração dos músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral. Trinta voluntários realizaram contração isocinética concêntrica e excêntrica do músculo quadríceps da coxa, através de um dinamômetro isocinético nas velocidades 60 e 120 graus/segundo. Os resultados indicaram que a relação vasto

medial oblíquo - vasto lateral em um arco de 60 a 85 graus, foi significativamente maior do que no arco de 35 a 60 graus, e também maior do que de 10 a 35 graus. Além disso, a contração concêntrica a 120 graus/segundo foi significativamente maior do que na de 60 graus/segundo. E também significativamente maior do que na excêntrica a 120 graus /segundo.

NISELL & ERICSON (1992) estudaram o movimento isocinético de extensão máxima do joelho em diferentes velocidades (30 a 180 graus/segundo), nos ângulos de 90 graus de flexão da articulação do joelho até a extensão total (180 graus) em oito voluntários clinicamente normais. Foi utilizado um modelo biomecânico da articulação fêmoro-patelar para quantificar as forças da patela no plano sagital. Verificaram que em velocidade lenta, a força compressiva e a força no tendão supra-patelar alcançaram valores de cerca de 12 vezes o peso corporal, enquanto que a força do tendão infra-patelar não excedeu 9 vezes o peso corporal. Em velocidades mais rápidas, as forças correspondentes foram 7,5 e 5,5 vezes o peso corporal. Devido ao alto pico de força patelar encontrado durante a extensão isocinética máxima da articulação do joelho, pacientes com dor patelar são orientados para realizar esses exercícios com cuidado, especialmente em velocidades mais lentas.

DOUCETTE & GOBLE (1992) investigaram a influência de um programa de fisioterapia para dor e alinhamento patelar, através do fortalecimento do músculo vasto medial oblíquo, alongamento do tracto iliotibial e exercícios de mobilidade articular durante 8 semanas. Observaram que essa conduta terapêutica promoveu alinhamento na maioria dos pacientes com síndrome de compressão lateral da patela.

BOUCHER et alii (1992) pesquisaram a atividade eletromiográfica dos músculos vasto medial oblíquo, vasto medial longo e vasto lateral em exercícios

isométricos máximo de extensão a 90, 30 e 15 graus de flexão da articulação do joelho, na posição sentado, com a articulação do quadril flexionada a 90 graus. Eletromiografia de superfície nas fibras oblíquas e longas do músculo vasto medial e no vasto lateral foram registradas simultaneamente com o momento de força. Dezoito pacientes foram divididos em dois grupos, tendo como base no diagnóstico de síndrome da dor fêmoro-patelar e um grupo assintomático com o ângulo Q normal (média de 8,25 graus) e outro com síndrome fêmoro-patelar (dor e ângulo Q aumentado, com média de 21,05 graus). Os Autores evidenciaram que o sinal eletromiográfico associado ao torque, para todos os músculos vastos, não mostrou diferença significativa entre os grupos e nem entre os três ângulos estudados, sugerindo que todos os vastos foram constantemente ativados através do arco de movimento. Entretanto, quando 5 pacientes que apresentaram ângulo Q aumentado foram isolados, revelaram valor significativamente menores na relação vasto medial oblíquo - vasto lateral, quando comparado com o outro grupo. A mesma relação foi significativamente menor a 15 graus quando comparada a 90 graus.

KANNUS et alii (1992) sugeriram um programa de tratamento conservador para pacientes com alterações da articulação fêmoro-patelar, que constou de exercícios isométricos (QS) e os de SLR. Os referidos exercícios foram realizados em decúbito dorsal estando a articulação do joelho em extensão total, com a finalidade de evitar forças de compressão.

ZAPPALA, TAFFEL & SCUDERI (1992) enfatizaram que o programa de reabilitação das alterações da articulação fêmoro-patelar, inclui o fortalecimento do músculo quadríceps da coxa, especialmente seu componente vasto medial oblíquo e os músculos adutores da articulação do quadril. Os exercícios mais utilizados na fase inicial do programa, segundo esses Autores, incluem o exercício

de "endurecimento" (QS), mantendo a articulação do joelho em extensão total, e a patela sem contato com os côndilos femorais. Os SLR devem ser executados em várias posições e finalmente, os isotônicos nos últimos trinta graus.

TRIA, PALUMBO & ALICEA (1992) revelaram que os exercícios de fortalecimento do músculo quadríceps da coxa (especialmente seu componente vasto medial oblíquo) freqüentemente sugeridos, consistem em isométricos de "endurecimento" (QS), os de SLR e isotônicos resistidos realizados nos últimos trinta graus até a extensão total. Além disso, acrescentaram que os exercícios devem ser realizados diariamente por 10 a 15 minutos, e que este protocolo de tratamento melhora o alinhamento patelar e diminui o desconforto.

ENG & PIERRYNOWSKI (1993) compararam a efetividade do uso de órtese no tratamento de pacientes com alterações (síndrome da dor fêmoro-patelar) na articulação fêmoro-patelar em vinte (20) voluntárias adolescentes, que apresentavam ante-pé varo ou calcâneo valgo. Foram divididas em dois grupos de 10 voluntárias. O grupo controle realizou apenas exercícios de fortalecimento do músculo quadríceps da coxa, ("endurecimento" - QS e SLR) com ênfase no seu componente vasto medial oblíquo e alongamento dos músculos isquiotibiais. O grupo tratado utilizou a órtese e participou do programa de exercícios. Seus resultados mostraram que tanto o grupo tratado quanto o controle apresentaram redução significativa na dor, mas a melhora do grupo tratado foi significativamente maior do que no grupo controle. Os Autores concluíram que associar a órtese aos exercícios é um meio efetivo de tratamento para pacientes com síndrome da dor fêmoro-patelar. A diminuição da dor fêmoro-patelar parece estar relacionada à melhor distribuição das forças entre os côndilos femorais e a patela.

MAFFULLI (1993) revelou que tratamento conservador da síndrome da dor fêmoro-patelar se resume em limitar as atividades que provocam dor,

realizar exercícios para o músculo quadríceps da coxa, exercícios proprioceptivos e utilizar órteses. Acrescentou, entretanto, que não está bem claro qual a contribuição individual de cada um destes procedimentos ou etapas.

MARKS (1993) sugeriu um programa de fortalecimento do músculo quadríceps da coxa para portadores de osteoartrite da articulação do joelho. Os exercícios eram realizados em três séries de duas contrações isométricas máximas, com intervalo de 30 segundos entre elas e de 2 minutos de repouso entre as séries.

#### **4 EXERCÍCIOS DE ADUÇÃO DA ARTICULAÇÃO DO QUADRIL (ADUÇÃO DA COXA)**

Os exercícios de adução da articulação do quadril têm sido recomendados como parte do tratamento conservador de alterações da articulação fêmoro-patelar, pois acredita-se que o músculo vasto medial oblíquo pode ser fortalecido seletivamente por esse exercício. O método baseia-se no fato do referido músculo originar-se do músculo adutor magno, e em parte do adutor longo.

Já em 1951, WHEATLEY & JAHNKE pesquisaram eletromiograficamente os músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral no movimento de adução e abdução da articulação do quadril, realizados em pé, e com a articulação do joelho em extensão total. Os Autores observaram que o músculo vasto medial oblíquo apresentou potencial de ação no movimento de adução e o músculo vasto lateral, no movimento de abdução da articulação do quadril.

KIESSELBACH (1954/55) considerou que as fibras distais do músculo adutor longo e grande parte do músculo adutor magno unem-se ao

músculo vasto medial através da membrana vasto-adutora e assim, constituem uma alça muscular importante na extensão da articulação do joelho. MACHADO DE SOUSA & VITTI (1967) acrescentaram que durante a marcha, quando a perna é levada para frente, ocorre uma rotação medial da articulação do quadril do membro de apoio, pela ação dos músculos adutores, que ao mesmo tempo, através da membrana vasto-adutora, impedem o desvio lateral da patela pela tração do músculo quadríceps da coxa que mantém a articulação do joelho em extensão. Além disso, os Autores encontraram atividade eletromiográfica do músculo adutor longo, na maioria dos pacientes, no movimento de levantar o membro estendido em decúbito dorsal.

BOSE, KANAGASUNTHERAM & OSMAN (1980) estudaram as fibras oblíquas do músculo vasto medial, que originam-se parcialmente do tendão do músculo adutor longo, e em grande parte do músculo adutor magno além do septo intermuscular medial. Os Autores sugeriram que a relação do músculo vasto medial oblíquo com o tendão dos músculos Adutores, aumenta o poder de recuperação do músculo vasto medial oblíquo, que é um estabilizador medial da patela e que portanto, tem importância clínica na etiologia e tratamento da instabilidade da articulação fêmoro-patelar.

Segundo MALONE, BLACKBURN & WALLACE (1980), a forma mais fácil de se fortalecer os músculos adutores da articulação do quadril é através de exercícios isométricos. O paciente realiza o exercício colocando uma bola de basquete ou futebol entre os dois joelhos, apertando-a e mantendo a contração por 6 segundos. O exercício pode ser realizado na posição supino, sentado ou em pé.

ARNOLD & PRUNES-CARRILLO (1981) relataram que o músculo vasto medial origina-se da metade distal da linha intertrocântica, lábio medial da

linha áspera, linha supracondilar, tendão dos músculos Adutores magno e longo e septo intramuscular.

BREWSTER, MOYNES & JOBE (1983) sugeriram exercícios isométricos de adução da articulação do quadril, como parte do programa de reabilitação após ligamentoplastia do ligamento cruzado anterior. Apesar de não terem realizado estudo eletromiográfico, os Autores acreditam que o referido exercício facilita a recuperação do músculo quadríceps da coxa, uma vez que as fibras oblíquas do músculo vasto medial se originam dos tendões dos músculos Adutores magno e longo.

Após estudo clínico em 89 joelhos tratados cirurgicamente de lesão do ligamento colateral medial, HANTER, MARASCALVO & HUGHSTON (1983) verificaram que o músculo vasto medial oblíquo estava rompido no tubérculo adutor, em 78% dos casos.

De acordo com ANTICH & BREWSTER (1986), os exercícios isométricos de adução da articulação do quadril não provocam a contração do músculo vasto medial oblíquo. No entanto, os Autores acreditam que os pacientes com sintomas na articulação fêmoro-patelar podem obter alívio da dor, realizando exercícios isométricos de adução da articulação do quadril. Acrescentaram que como o músculo vasto medial oblíquo origina-se do músculo adutor magno, exercitando esse grande músculo primeiro, pode gerar tensão e portanto, colocar o músculo vasto medial oblíquo em melhor vantagem mecânica resultando na diminuição do desvio lateral da patela.

Para contrair seletivamente o músculo vasto medial oblíquo, McCONNELL (1986) sugeriu a realização de exercício isométrico de adução da articulação do quadril. Acrescentou que a ênfase está na qualidade e não na

quantidade de contração, eliminando, tanto quanto possível, a atividade dos músculos vasto lateral, reto da coxa e bíceps da coxa.

MANGINE (1988) relatou que os exercícios de SLR podem ser realizados em 4 posições: decúbito dorsal, ventral e decúbitos lateral direito e esquerdo. Acrescentou que o exercício de SLR de adução (adução da articulação do quadril com a articulação do joelho em extensão) realizado em decúbito lateral, tem grande influência no músculo vasto medial oblíquo e deveria ser executado na reabilitação das lesões da articulação fêmoro-patelar.

BOURNE et alii (1988) prescreveram um tratamento conservador para as alterações da articulação fêmoro-patelar que incluiu exercícios isométricos para o músculo quadríceps da coxa, adutores da articulação do quadril e alongamento dos músculos isquiotibiais e do tracto iliotibial.

HANTEN & SCHULTHIES (1990) estudaram a atividade eletromiográfica, utilizando eletrodos de superfície, dos músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral, no exercício de adução isométrica máxima da articulação do quadril. Os voluntários foram posicionados sentados, com a articulação do joelho flexionado a 50 graus e a articulação do quadril abduzida a 30 graus. Seus resultados mostraram que a atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo foi significativamente maior do que a do músculo vasto lateral, no exercício de adução da articulação do quadril. Os Autores sugerem que o músculo vasto medial oblíquo pode ser ativado seletivamente através da realização deste exercício, e concluíram que os mesmos são aconselháveis no tratamento de pacientes com mau alinhamento lateral da patela, acompanhada de dor ou instabilidade.

KARST & JEWETT (1993) investigaram a atividade eletromiográfica dos músculos vasto medial longo, vasto medial oblíquo, vasto lateral e reto da coxa

em 12 voluntários, durante a realização dos seguintes exercícios: "endurecimento" (QS, contrair fortemente a musculatura da coxa durante 5 segundos), exercícios de SLR, exercícios de SLR com a articulação do quadril em rotação lateral e exercício de SLR combinada com adução da articulação do quadril (SLR de adução). Eles evidenciaram que os três músculos vastos apresentaram atividades significativamente maiores durante o exercício de "endurecimento" do músculo quadríceps da coxa do que qualquer uma das variações do exercício de SLR. Além disso, os exercícios de SLR com rotação lateral e o SLR associado a adução isométrica da articulação do quadril, não aumentaram a atividade eletromiográfica dos componentes mediais do músculo quadríceps da coxa, quando comparados com os exercícios de "endurecimento" do mesmo e SLR. Concluíram que o músculo vasto medial oblíquo não é fortalecido seletivamente através de exercícios de adução da articulação do quadril associado ao de extensão da articulação do joelho.

HODGES & RICHARDSON (1993) investigaram a atividade eletromiográfica dos músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral durante exercícios de adução da articulação do quadril associado à contração do músculo quadríceps da coxa, com e sem o peso corporal e em três níveis de força de adução. A atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo foi maior do que a do músculo vasto lateral na posição com peso corporal (em pé), do que sem o peso corporal e sem a adução da articulação do quadril. Quando foram adicionados os três níveis de força de adução, a atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo aumentou em relação ao músculo vasto lateral com peso corporal.

## 5 EXERCÍCIOS DE SUBIR E DESCER UM DEGRAU

Os exercícios de levantar-se (*stand-up*) e subir (*step-up*) são exercícios de extensão do tronco e das articulações do quadril, joelho e do tornozelo. Por definição, *stand-up* são exercícios terapêuticos que consistem em levantar-se e sentar-se em uma cadeira, utilizando uma ou ambas extremidades inferiores. Já os *step-up* são definidos como exercícios terapêuticos que consistem em subir ou descer (*stepping up* ou *down*) um ou vários degraus (HIRSCHBERG, 1958).

CARLSÖÖ (1961) estudou eletromiograficamente vários músculos da coxa, entre eles, o quadríceps da coxa (reto da coxa e os vastos, medial, lateral e intermédio) e os adutores, na postura em pé, com a articulação do joelho fletida a 20 graus. O Autor verificou uma íntima relação entre os dois grupos musculares.

BASMAJIAN (1970) sugeriu dois tipos de exercícios para aumentar a força do músculo quadríceps da coxa: exercícios sem carga (sem peso corporal) e exercícios com carga (suportando peso corporal). Entretanto, os exercícios suportando carga freqüentemente provocam dor, sinovite e instabilidade da articulação do joelho.

DUARTE CINTRA & FURLANI (1981) investigaram a atividade eletromiográfica do músculo quadríceps da coxa na posição ereta, nos exercícios de agachar-se (até obter 90 graus na articulação do joelho), e também nos exercícios de sentar-se e levantar-se. Seus resultados mostraram que nos movimentos de agachar-se e sentar-se, os músculos vasto medial, vasto intermédio e vasto lateral atuaram desde o início do movimento. No entanto, os músculos vasto medial e vasto intermédio apresentaram maiores graus de atividade eletromiográfica, seguidos pelos músculos reto da coxa e o vasto lateral. Já no

movimento de levantar-se de uma posição sentado, o músculo reto da coxa atuou somente no início do movimento e os três músculos vastos foram, mais uma vez, os mais ativos.

BRUCINI et alii (1981) pesquisaram a atividade eletromiográfica do músculo vasto medial em indivíduos clinicamente normais e em pacientes com osteoartrite da articulação do joelho. Observaram os efeitos da mudança da distribuição do peso corporal, solicitando aos voluntários que inclinassem o corpo para frente e para trás. Os resultados mostraram que a inclinação posterior aumentou a atividade do músculo vasto medial, enquanto que a anterior, diminuiu.

BREWSTER, MOYNES & JOBE (1983) revelaram que os exercícios de subir um degrau devem ser realizados na reabilitação de ligamentoplastia do ligamento cruzado anterior, como atividade funcional, usando vários músculos. Os Autores comentaram que a altura do degrau não deve permitir uma flexão da articulação do joelho maior que 60 graus. Eles sugeriram que o membro envolvido deve controlar todo peso corporal em um pequeno arco de movimento.

Utilizando eletrodos intramuscular, ADLER et alii (1983) verificaram a atividade eletromiográfica dos músculos vasto medial oblíquo, vasto medial longo, vasto intermédio e vasto lateral em 17 voluntários clinicamente normais durante a marcha. Eles não encontraram diferença no sincronismo entre os músculos vasto medial oblíquo, vasto medial longo e vasto lateral durante a marcha normal ou rápida.

TATA et alii (1983) examinaram eletromiograficamente o músculo quadríceps da coxa (reto da coxa, vasto medial oblíquo, vasto medial longo e vasto lateral) em 18 voluntários sem história de patologia na articulação do joelho, subindo e descendo escada, utilizando eletrodos de superfície tipo Beckman. Os resultados mostraram que a atividade eletromiográfica de todos os músculos foi

maior subindo o degrau. Além disso, os três músculos vastos (medial oblíquo, medial longo e lateral) foram mais ativos do que o músculo reto da coxa, tanto para subir como para descer escadas. Concluíram que os componentes do músculo quadríceps da coxa têm funções diferentes em movimentos dinâmicos de subir e descer um degrau.

BRASK, LUEKE & SODERBERG (1984) verificaram eletromiograficamente a atividade dos músculos vasto medial, reto da coxa, bíceps da coxa, semitendíneo e semimembranáceo nas fases concêntricas e excêntricas (subir e descer, respectivamente) do exercício de subir lateralmente um degrau em duas alturas (9,6 centímetros e 19,2 centímetros). Foram estudados 29 indivíduos sem história de lesão na articulação do joelho, utilizando eletrodos de superfície e eletromiografia normalizada (em percentual), para contração voluntária máxima de cada voluntário. A contração isométrica máxima de extensão foi realizada com a articulação do joelho fletida a 40 graus, enquanto que a de flexão foi efetuada a 90 graus. A atividade em percentual variou de 24 a 60 % para o músculo vasto medial, de 8 a 23% para o músculo reto da coxa, de 3 a 9 % para o bíceps da coxa e de 4 a 9 % para os músculos semimembranoso e semitendíneo. Todos os músculos foram mais ativos no degrau de 19,2 centímetros de altura. Por outro lado, a fase concêntrica de cada altura do degrau (9,2 e 19,2 centímetros) produziu atividades significativamente maiores do que na fase excêntrica para todos os músculos, com exceção dos músculos semis, onde as diferenças encontradas não foram significantes.

Para McCONNELL (1986), a maior parte dos pacientes com dor retropatelar apresenta sintomatologia dolorosa ao descer escadas, portanto essa atividade funcional deveria ser treinada. A Autora sugeriu instruir o paciente a pisar no degrau de baixo e depois voltar ao de cima, enquanto o músculo quadríceps da

coxa da perna lesada que permanece no degrau é contraído excêntrica e depois concentricamente.

HOWELL (1986) relatou que os exercícios para o músculo quadríceps da coxa deveriam ser realizados em cadeia cinética fechada como nos exercícios de subir e descer um degrau, lateral ou anteriormente.

Funcionalmente, a potência efetiva do torque maior nas posições entre 50 e 60 graus, segundo LEHMKUHL & SMITH (1989), é importante na elevação do corpo, como ao levantar de uma cadeira ou subir escadas. Nestas atividades, uma linha perpendicular projetada do centro de gravidade corporal cai bem posteriormente ao joelho, por isso, o centro de gravidade exerce um grande torque de resistência que o quadril deve igualar. Os Autores acrescentaram que pacientes com disfunção da articulação fêmoro-patelar sentem maior sintomatologia dolorosa subindo ou descendo escadas, assim como, em atividades que exigem agachar e ou ajoelhar-se.

HILYARD (1990) enfatizou, uma vez que o paciente dominou as contrações isométricas do músculo vasto medial oblíquo, deve ser iniciado um trabalho isotônico, e este pode ser realizado em pé, com carga parcial. As contrações do músculo vasto medial oblíquo são mantidas enquanto os pacientes flexionam o joelho à frente com 75 graus, e voltaram à posição inicial.

SOUZA & GROSS (1991) compararam a relação da atividade eletromiográfica dos músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral em indivíduos clinicamente normais, e pacientes com dor unilateral na articulação fêmoro-patelar em exercícios isométricos e isotônicos do músculo quadríceps da coxa. Os indivíduos foram divididos em 3 grupos: grupo 1 consistindo de 7 voluntários sem história de patologia nos dois joelhos; grupo 2, com 9 voluntários e dor unilateral na articulação fêmoro-patelar; e, para o grupo 3, foram usados os mesmos 9

voluntários do grupo 2, porém, com o joelho assintomático. Os exercícios isotônicos foram de subir e descer um degrau. Já a contração isométrica máxima e submáxima foi realizada com o voluntário sentado, com a articulação do quadril flexionada a 80 graus e o joelho fletido a 10 graus. Os resultados indicaram que a relação vasto medial oblíquo / vasto lateral para as atividades isotônicas (concêntrica e excêntrica) de subir escadas foi significativamente maior do que a relação dos exercícios isométricos máximo e submáximo.

REYNOLDS, WORRELL & PERRIN (1992) estudaram o efeito de 6 semanas de exercícios de subir degrau lateralmente no fortalecimento do músculo quadríceps da coxa. Vinte mulheres participaram deste trabalho. Foi realizado um pré-teste com medidas de força concêntrica e excêntrica obtidas a 60 graus/segundo, em um dinamômetro isocinético. A perimetria foi realizada a 10 e 20 centímetros acima da linha articular do joelho. Os Autores não encontraram diferença significativa no pré e pós fortalecimento isocinético e nem na perimetria entre o grupo controle e o experimental. A forma de medida foi isocinética e o trabalho foi isotônico em cadeia cinética fechada.

COOK et alii (1992) avaliaram a atividade eletromiográfica dos músculos reto da coxa, biceps da coxa, vasto medial, gastrocnêmios, semimembranáceo e semitendíneo nos exercícios de *step* por meio de aparelho (disponível no mercado), e de subir lateralmente um degrau de 8 polegadas (19,2 centímetros). Dezoito indivíduos sem história progressiva de lesão na articulação do joelho participaram deste estudo. O sinal eletromiográfico (RMS) foi obtido usando eletrodos de superfície e foram normalizados para percentual da contração isométrica voluntária máxima. Os Autores verificaram que as médias da atividade dos músculos reto da coxa e vasto medial foram significativamente maiores no exercício de subir lateralmente um degrau.

**PROPOSIÇÃO**

## **PROPOSIÇÃO**

A proposta deste trabalho foi analisar eletromiograficamente a participação do músculo vasto medial oblíquo nos exercícios:

1 Isométricos de contração máxima de extensão da articulação do joelho na posição sentado, variando o ângulo de flexão em 15 e 50 graus, assim como o grau de adução da articulação do quadril.

2 Isotônico livre e isométrico de contração máxima de adução da articulação do quadril com a articulação do joelho em extensão total, nas posições sentado e decúbito lateral.

3 Subir e descer um degrau.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **1 VOLUNTÁRIOS**

O músculo vasto medial oblíquo foi analisado eletromiograficamente em 15 voluntários adultos normais, sendo 5 mulheres e 10 homens, na faixa etária de 19 a 33 anos (média =  $24,4 \pm 4.1$  anos), sem qualquer história de disfunção osteomioarticular até a época em que foram analisados (Ficha de avaliação, Apêndice), principalmente na articulação fêmoro-patelar. Esta condição foi estabelecida para assegurar que o voluntário não apresentasse sinais e sintomas que caracterizassem patologias na articulação do joelho.

### **2 EQUIPAMENTOS**

#### **2.1 ELETROMIÓGRAFO**

A atividade eletromiográfica (EMG) foi obtida através de um eletromiógrafo VIKING II (NICOLET BIOMEDICAL INSTRUMENTS) de oito canais, computadorizado e com impressora a jato de tinta (Figura 1), do Departamento de Morfologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP

Os sinais captados foram quantificados utilizando o programa de Atividade voluntária máxima (MVA), que analisa um músculo de cada vez e fornece os seguintes dados quantitativos: amplitude pico a pico (PPA), que representa a amplitude da onda, medida do ponto mais alto até o mais baixo mostrado em todo

traçado; média da voltagem retificada (MRV), que é a amplitude média após a retificação da onda; raiz quadrada da média (RMS), onde é calculado o valor da raiz quadrada da média do traçado eletromiográfico registrado; e, frequência (TURNS), que representa o número calculado de picos que exceder um nível de  $100 \mu\text{V}$ . Este número é normatizado para equivaler a um tempo/base de 1 segundo, proporcionando um valor em frequência/segundo (Figura 2). O cálculo escolhido para a análise deste trabalho foi a raiz quadrada da média, porque segundo BASMAJIAN & De LUCA (1985), esse valor oferece mais informações do que os demais parâmetros.

A calibração do aparelho variou de 200 a  $1000 \mu\text{V}$  divisão, a velocidade de deslocamento do feixe de 200 ms/divisão e o filtro utilizado foi de 10 Hz - 10 KHz.

Para a captação dos potenciais de ação do músculo vasto medial oblíquo foi utilizado um par de mini eletrodos de superfície tipo BECKMAN, colocados sobre a pele previamente tricotomizada e realizada a limpeza com álcool 70%, cuja finalidade era eliminar eventuais interferências produzidas por pêlos ou secreções da pele e melhorar a impedância. O membro inferior direito foi escolhido por se posicionar melhor e mais próximo ao equipamento, o que tornou mais fácil a execução dos exercícios. Os eletrodos, no momento da fixação, foram untados com pasta eletrocondutora e fixados à pele por meio de fita adesiva micropore (3M do Brasil) e conectados ao pré-amplificador do eletromiógrafo por cabos de 120 centímetros de comprimento.

O par de eletrodos foi colocado a cinco centímetros da margem súpero-medial da patela (Figura 3). A distância entre cada eletrodo foi de dois centímetros.

A escolha dos eletrodos de superfície para avaliar a atividade eletromiográfica, se deu principalmente pelo fato de proporcionar maior conforto aos voluntários (SODERBERG & COOK, 1984). Além disso, a literatura evidencia um grande número de trabalhos realizados com o mesmo músculo, objeto de nosso estudo, através de eletrodos de superfície (ELORANTA & KOMI, 1980; LeVEAU & ROGERS, 1980; TATA et alii, 1983 e SODERBERG et alii, 1987).

Um fio terra, constituído de uma placa metálica, também untada com gel eletrocondutor foi fixada por meio de um cinto de retenção (velcro), sobre o punho direito do voluntário, com o propósito de eliminar eventuais interferências.

## 2.2 MESA

Cada voluntário realizou seis exercícios em uma mesa com encosto (MONTEIRO PEDRO, NOVAES & SILVA, 1992), construída especificamente para esse trabalho, a qual possui vários dispositivos, dentre os quais, um deles regula o ângulo de flexão da articulação do joelho e um outro que ajusta o ângulo de flexão do tronco (Figura 4).

O mecanismo que regula o ângulo de flexão da articulação do joelho é uma haste metálica, com uma extremidade conectada à mesa e contendo no outro lado, um dispositivo côncavo almofadado, para apoio da região do tendão calcâneo, o qual é ajustável de acordo com o comprimento do membro inferior do voluntário e permite desvio látero-medial (Figuras 5 e 6 e 7). A referida haste metálica conectada à mesa pode ser deslocada medialmente, permitindo assim, movimento de extensão da articulação do joelho e de abdução ou adução da articulação do quadril (Figura 8).

O assento da mesa é em forma de cunha, proporcionando um ângulo de 90 graus na articulação do joelho (Figura 9). O encosto é regulável através de uma haste metálica, presa à mesa, ajustando o ângulo de flexão do tronco em 90, 120, 150 e 180 graus (Figura 10), tornando-se nesta última angulação, uma mesa plana (Figura 11) e possui dois cintos de fixação: um axilar e outro pélvico. Quando o comprimento da coxa do voluntário era menor do que o comprimento do assento, foi colocada um almofada entre a coluna vertebral e o encosto da mesa.

### 2.3 DEGRAU

Para realizar os dois exercícios em pé, foi usado um tablado que serviu de degrau, com 17 centímetros de altura por 50 de profundidade (Figura 12).

## 3 PROCEDIMENTOS

Antes do início dos testes foi realizado um pequeno período de treinamento com o voluntário executando, sob orientação, os exercícios com a finalidade de se habituarem com os mesmos.

O voluntário foi instruído para se concentrar no comando Atenção, já!, dado pelo operador do eletromiógrafo para iniciar qualquer tipo de exercício. Para todos os exercícios isométricos, deste estudo, utilizou-se um comando verbal, com as seguintes instruções: Força! Isso! Mantenha!, emitidas de forma vigorosa e rápida, com o objetivo de modular a força e a duração da resposta requerida. Já nos exercícios isotônicos, o voluntário foi orientado para executá-los o mais naturalmente possível, procurando uniformidade na movimentação.

As contrações isométricas máximas foram mantidas por 5 segundos. Para cada exercício isométrico ou isotônico foram realizadas duas contrações, e a média foi usada para cálculo. O intervalo entre cada contração foi de 15 segundos, e entre cada exercício de 1 minuto. Esse tempo foi estipulado para evitar qualquer irregularidade durante a realização dos exercícios. Mesmo assim, todo voluntário foi orientado para informar ao investigador qualquer sinal de desconforto ou fadiga muscular.

## **4 POSIÇÕES E EXERCÍCIOS**

### **4.1 EXERCÍCIOS ISOMÉTRICOS DE CONTRAÇÃO MÁXIMA DE EXTENSÃO DA ARTICULAÇÃO DO JOELHO (EXTENSÃO DA PERNA) NA POSIÇÃO SENTADO.**

Para a execução dos exercícios isométricos, o voluntário posicionou-se sentado na mesa, com o encosto ajustado para manter o tronco flexionado a 90 graus, e o limite distal da fossa poplíteia mantido aproximadamente dois centímetros e meio acima da borda da mesa. O voluntário foi posicionado e mantido à mesa, por meio de dois cintos: um torácico, na altura da região axilar e outro pélvico, ao nível das espinhas ilíacas ântero-superiores (Figura 13), sendo orientado para segurar à borda lateral da mesa, para proporcionar melhor estabilidade durante os exercícios.

Para produzir a resistência máxima no exercício de extensão da articulação do joelho, o voluntário apoiou a região do tendão calcâneo sobre a superfície côncava almofada, descrita anteriormente, sobre a qual era preso o tornozelo por uma fita de velcro colocada aproximadamente a dois centímetros e

meio acima do maléolo medial, fixando o membro e proporcionando resistência máxima aos movimentos (Figura 13).

Além disso, a articulação do quadril permanecia em posição neutra, ou seja, sem qualquer grau de rotação medial ou lateral, abdução ou adução, exceto para o movimento de extensão da articulação do joelho flexionado a 15 graus e com a articulação do quadril em adução. Durante a realização dos exercícios, as articulações tibiotársica e subtalar foram mantidas em posição neutra, sem qualquer grau de inversão, eversão, dorsi-flexão ou flexão plantar.

No exercício de extensão da articulação do joelho flexionada a 15 graus de flexão com a articulação do quadril em adução, o voluntário foi posicionado com a coxa direita aduzida 15 graus além da linha média e a esquerda abduzida 25-30 graus. A região do tendão calcâneo foi apoiada sobre a superfície côncava almofada do lado direito da mesa (Figura 14).

**Exercícios executados:**

- 1 Extensão da articulação do joelho flexionada a 15 graus, e com a articulação do quadril em posição neutra (Figura 13).
- 2 Extensão da articulação do joelho flexionada a 15 graus, e com a articulação do quadril em adução (Figura 14).
- 3 Extensão da articulação do joelho flexionada a 50 graus, e com a articulação do quadril em posição neutra (Figura 15).

#### 4.2 EXERCÍCIOS ISOTÔNICO LIVRE E ISOMÉTRICO DE CONTRAÇÃO MÁXIMA DE ADUÇÃO DA ARTICULAÇÃO DO QUADRIL (ADUÇÃO DA COXA) NAS POSIÇÕES SENTADO E DECÚBITO LATERAL

Nos exercícios isométrico e isotônico de adução da articulação do quadril, com a articulação do joelho em extensão total, em decúbito lateral, o voluntário manteve o membro inferior direito em contato com a superfície da mesa. As articulações do quadril e do joelho do membro inferior esquerdo foram mantidas em flexão de 90 graus, com a perna apoiada em rolo revestido de courvin, com 60 centímetros de comprimento e 22 de diâmetro (Figura 16). Para a execução do exercício de adução isométrica da articulação do quadril com o joelho em extensão total, na posição sentado, o voluntário manteve o tronco flexionado a 90 graus, com os membros inferiores apoiados sobre a mesa, porém sem encosto, e foi instruído para aduzir ao máximo suas coxas. Neste exercício, a resistência foi manual e aplicada bilateralmente, a dois centímetros e meio acima dos maléolos mediais.

No exercício isométrico máximo, em decúbito lateral, a resistência também foi manual, e aplicada a dois centímetros e meio acima do maléolo medial direito, enquanto que no exercício isotônico livre, o voluntário foi orientado para aduzir a coxa em uma amplitude de 15 graus.

##### Exercícios executados

1. Adução isométrica máxima em decúbito lateral (Figura 17).
2. Adução isotônica livre em decúbito lateral (Figura 18).
3. Adução isométrica máxima na posição sentado (Figura 19).

#### 4.3 EXERCÍCIOS DE SUBIR E DESCER UM DEGRAU

Para realizar o exercício de subir o degrau, o voluntário foi posicionado com a parte distal do pé direito apoiado no degrau, descrito anteriormente, e o membro inferior esquerdo apoiado no solo, com o calcanhar voltado para o tablado (Figura 20). Já no exercício de descer o degrau, o voluntário estava com os dois pés apoiados no degrau, e ao terminar esse exercício voltava à posição inicial de subir novamente o degrau (Figura 20).

**Exercícios executados:**

- 1 Subir o degrau com o membro inferior esquerdo
- 2 Descer o degrau com o membro inferior esquerdo

## 5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) com dois critérios de classificação: exercícios e voluntários. Para comparar valores médios, foi usado o teste de Tukey, ao nível de 5 % de significância (VIEIRA, 1991).

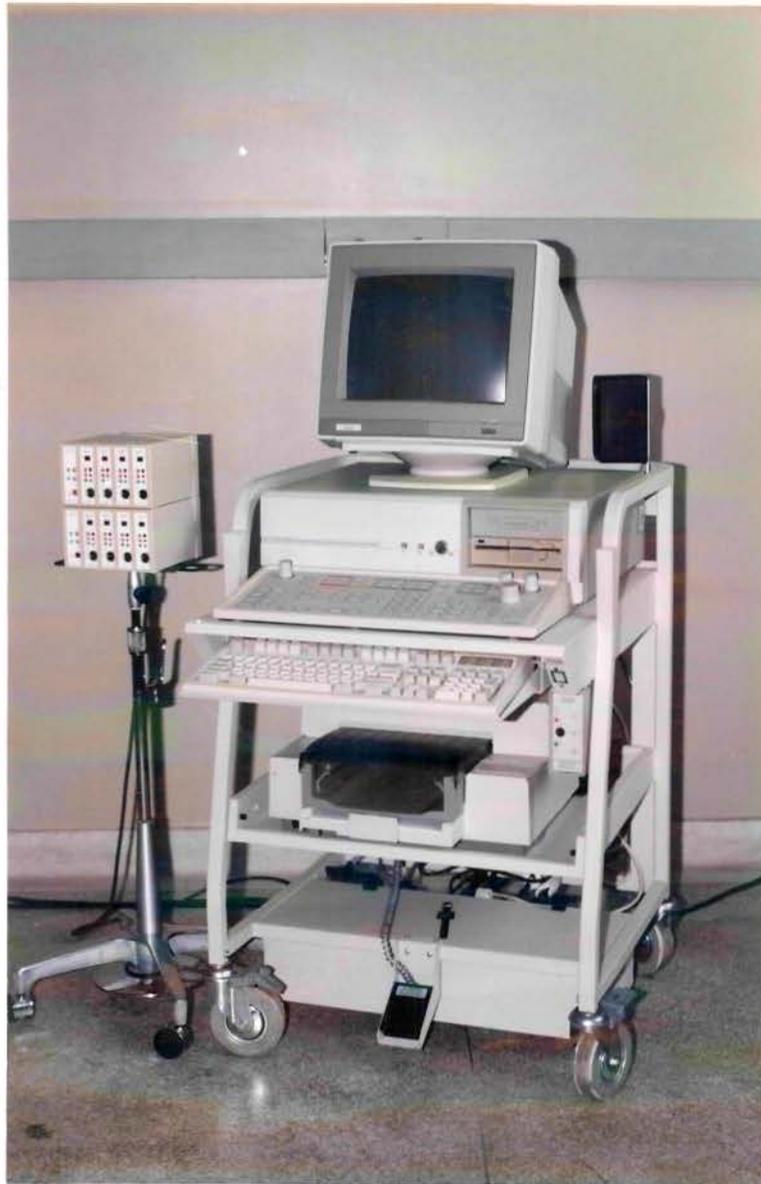


Figura 1 - Eletromiógrafo - VIKING II (NICOLET BIOMEDICAL INSTRUMENTS) de 8 canais, computadorizado e com impressora a jato de tinta, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba/UNICAMP.

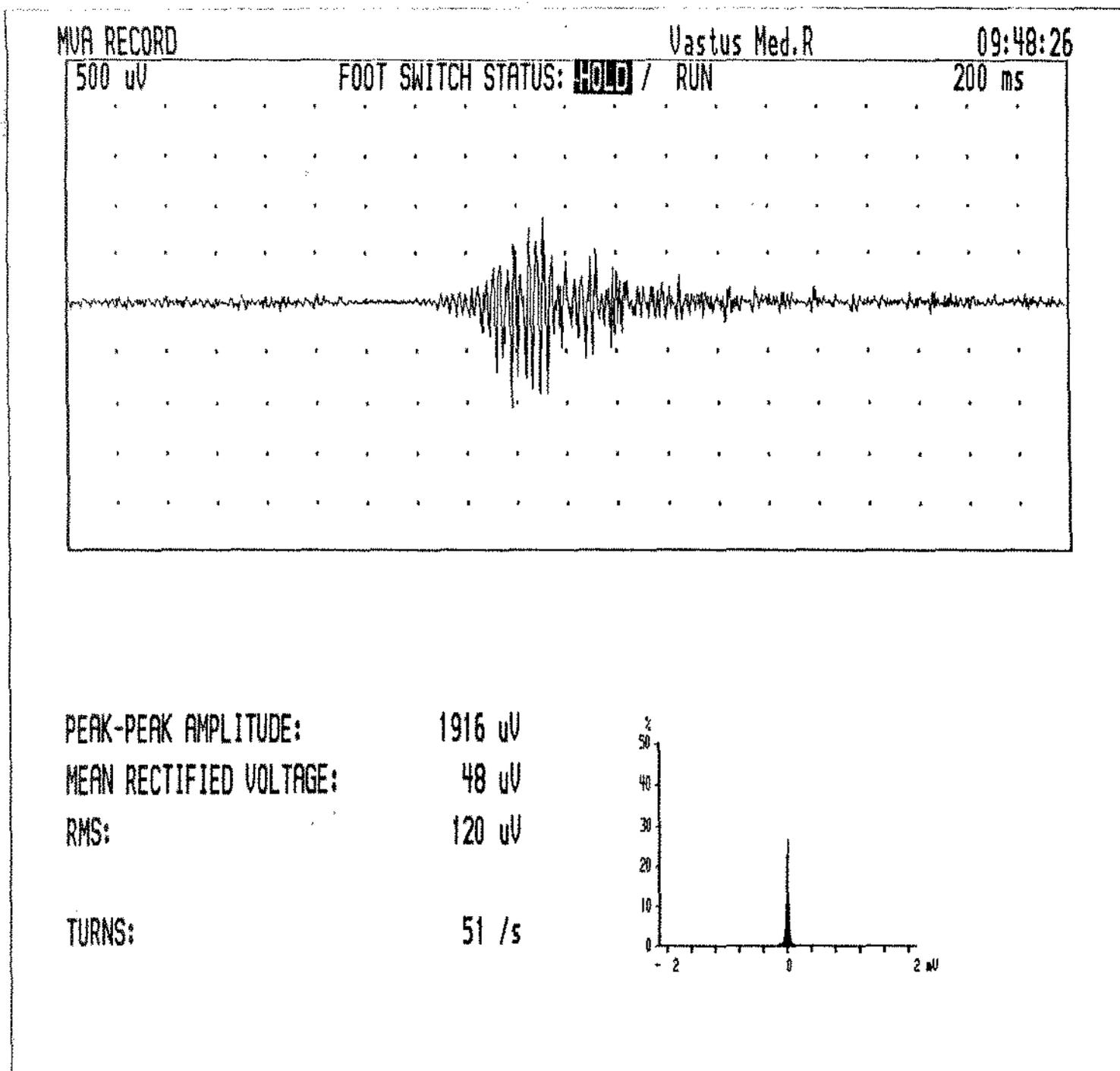


Figura 2. - Programa Atividade voluntária máxima (MVA) com dados quantitativos de Amplitude pico a pico (PPA); Média da voltagem retificada (MRV); Raiz quadrada da média (RMS) e Frequência (TURNS).

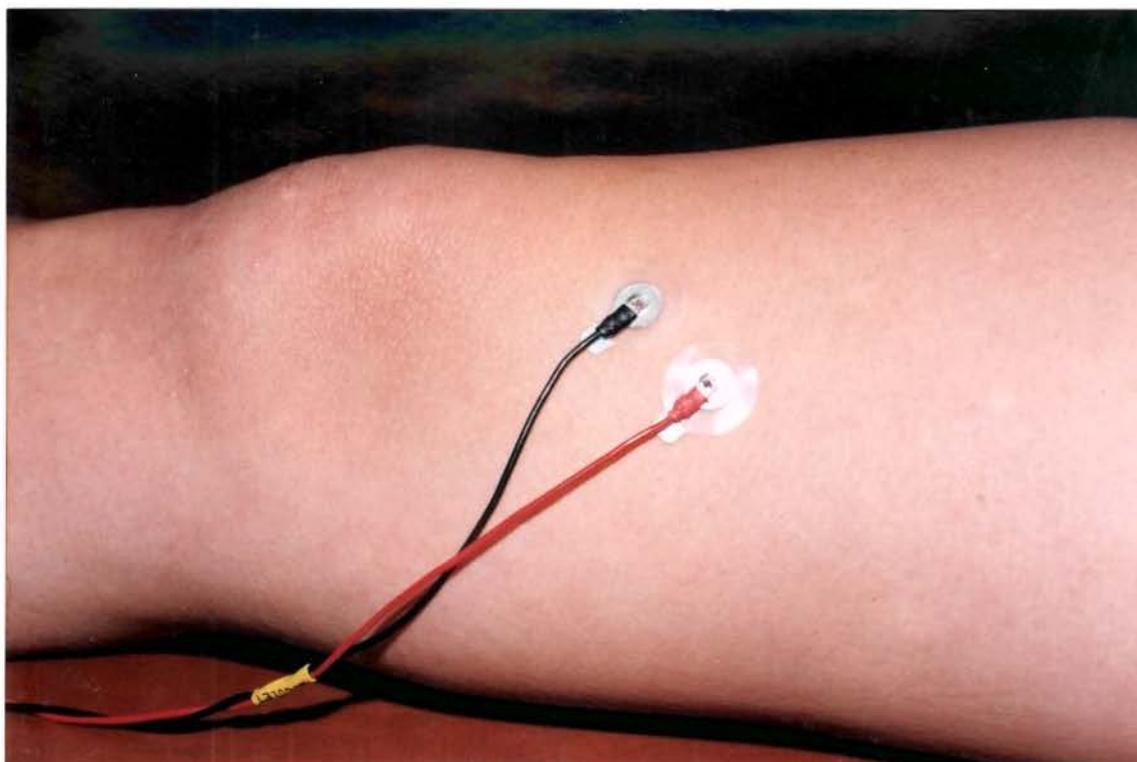


Figura 3 - Par de eletrodos de superfície tipo BECKMAN, colocados a 5 centímetros da margem súpero-medial da patela. Entre os eletrodos existe uma distância de 2 centímetros.



Figura 4 - Mesa para exercícios, com dispositivos que regulam o ângulo de flexão do tronco (\*) mostrando o ângulo de  $120^\circ$  e o ângulo de flexão da articulação do joelho (\*\*) em  $50^\circ$  do lado direito.



Figura 5 - Haste metálica que regula o ângulo de flexão da articulação do joelho(\*), e dispositivo côncavo almofadado para apoio da região do tendão calcâneo com fita de velcro (\*\*).

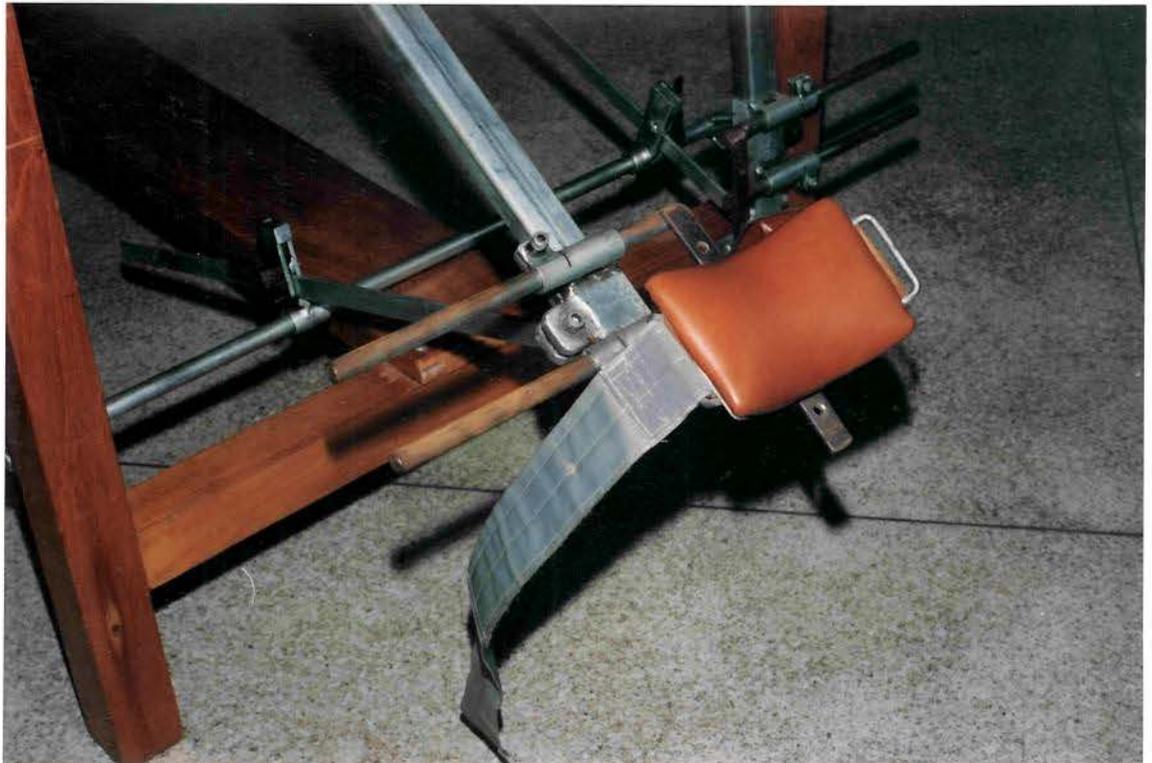


Figura 6 - Dispositivo côncavo almofadado de apoio da região do tendão calcâneo, ajustável de acordo com o comprimento do membro inferior do voluntário (\*).

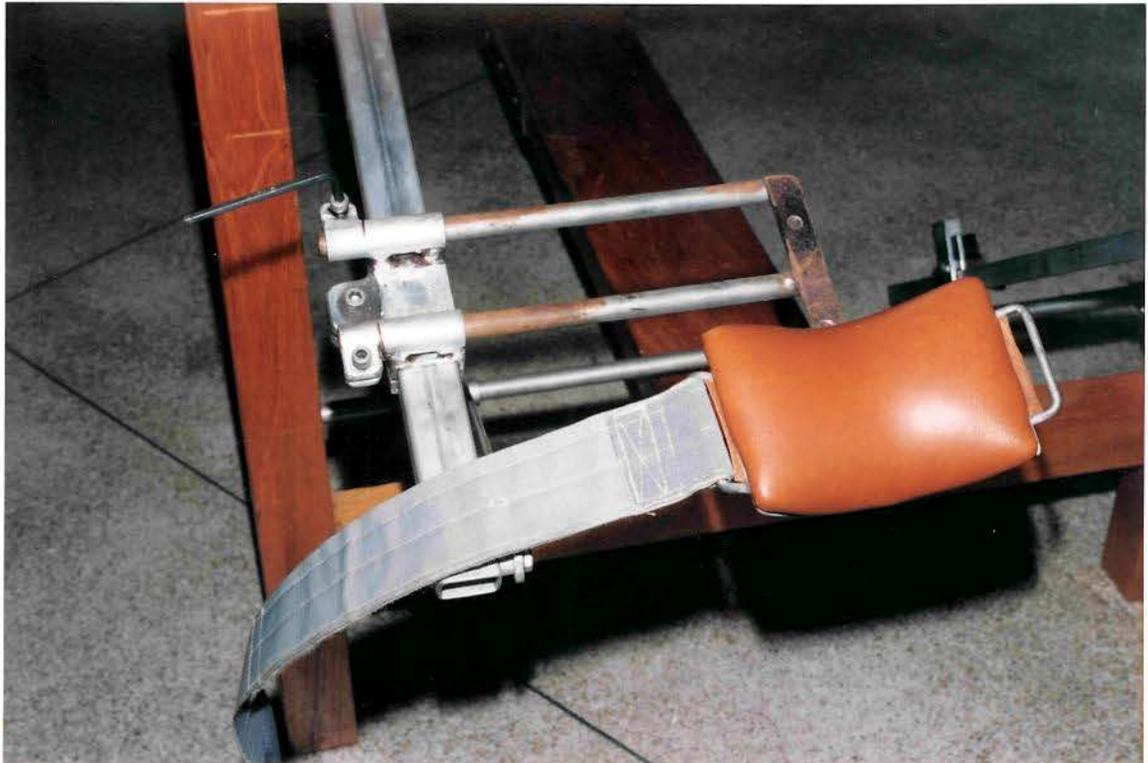


Figura 7 - Dispositivo côncavo almofadado desviado medialmente (\*), que permite realizar exercício de extensão da articulação do joelho com a articulação do quadril em adução.

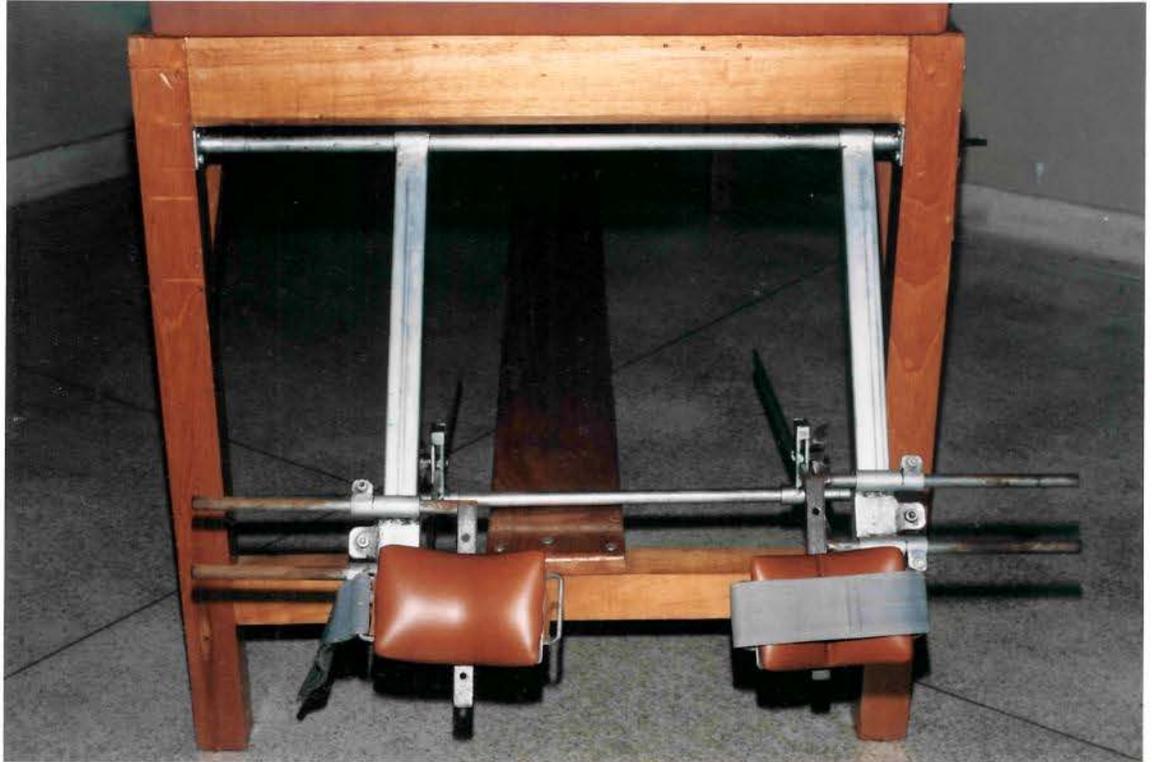


Figura 8 - Haste metálica desviada medialmente (\*), para realizar exercício de extensão da articulação do joelho associado aos de abdução ou adução da articulação do quadril.



Figura 9 - Assento da mesa em forma de cunha, posicionando a articulação do joelho a 90°.



Figura 10 - Dispositivo que regula o ângulo de flexão do tronco em  $90^\circ$  (\*) e cintos de fixação axilar (\*\*) e pélvico (\*\*\*).



Figura 11 - Mesa com encosto ao atingir o ângulo de 180 graus, que permite realizar os exercícios de adução da articulação do quadril nas posições sentado e decúbito lateral.



Figura 12 -Tablado para realizar os exercícios de subir e descer degrau.



Figura 13 - Extensão da articulação do joelho flexionada a 15 graus, com a articulação do quadril em posição neutra.

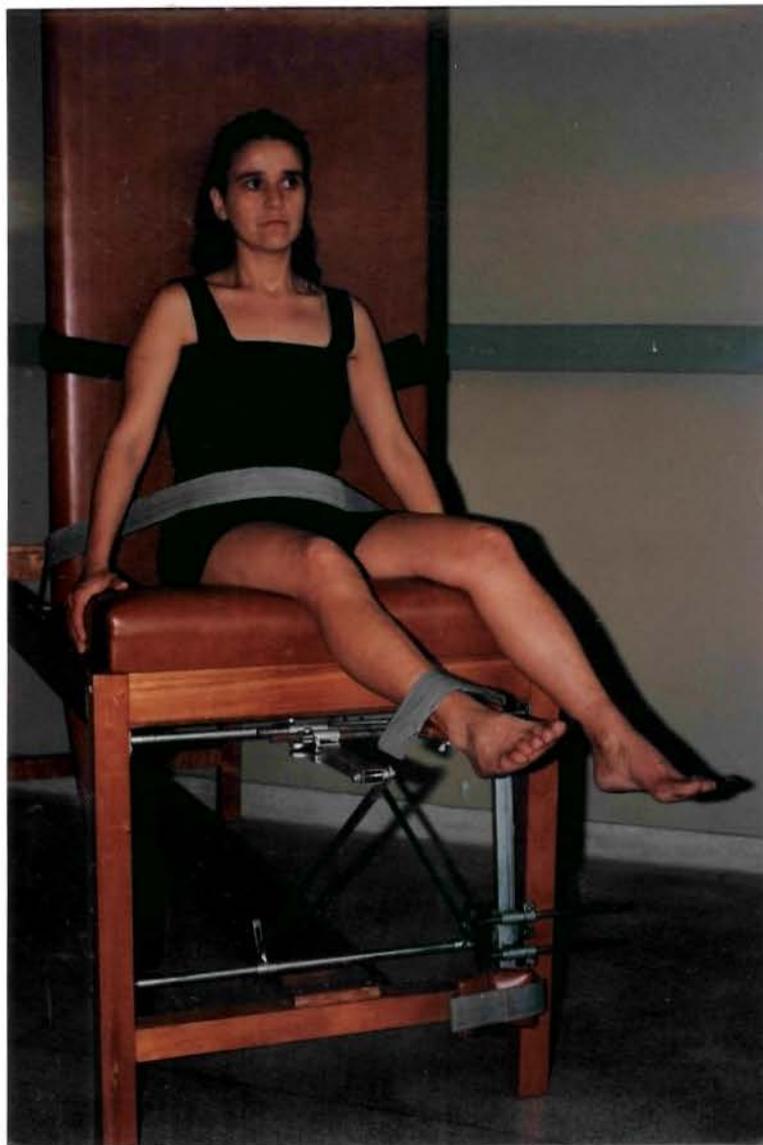


Figura 14 - Extensão da articulação do joelho flexionada a 15 graus, com a articulação do quadril em adução.



Figura 15 - Extensão da articulação do joelho flexionada a 50 graus, com a articulação do quadril em posição neutra.

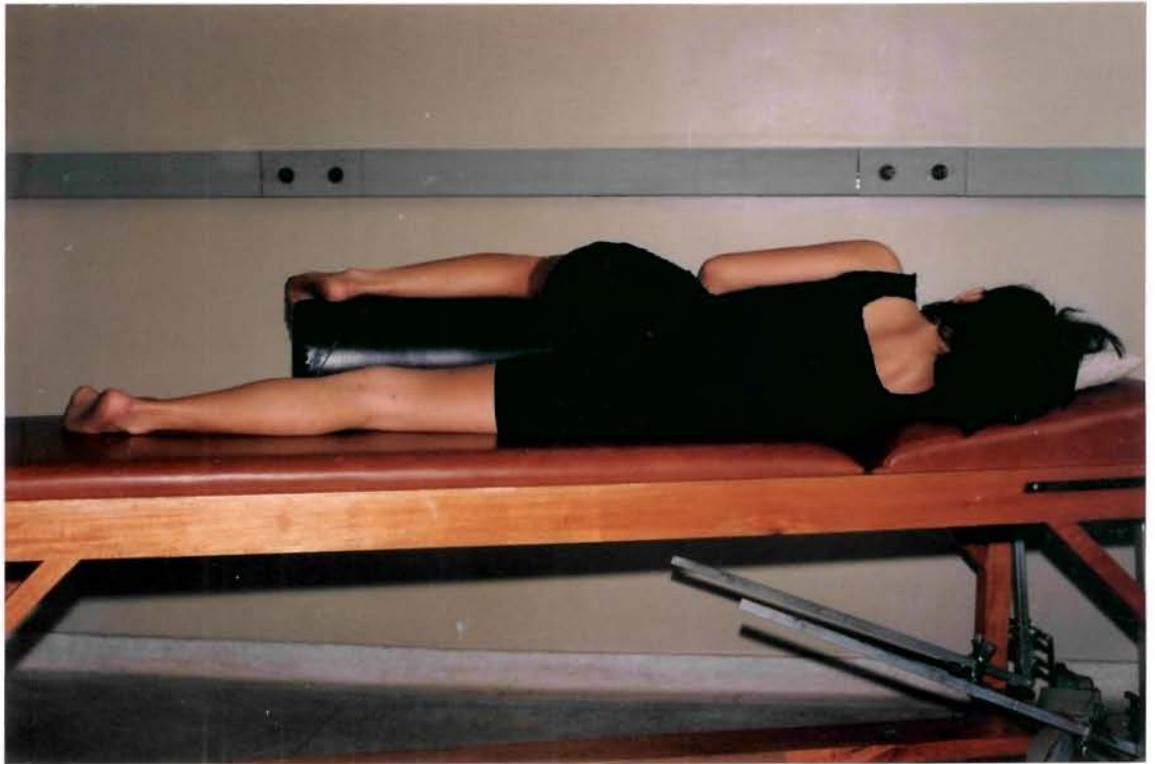


Figura 16 - Posicionamento do voluntário para realizar os exercícios isométrico e isotônico livre de adução da articulação do quadril em decúbito lateral.

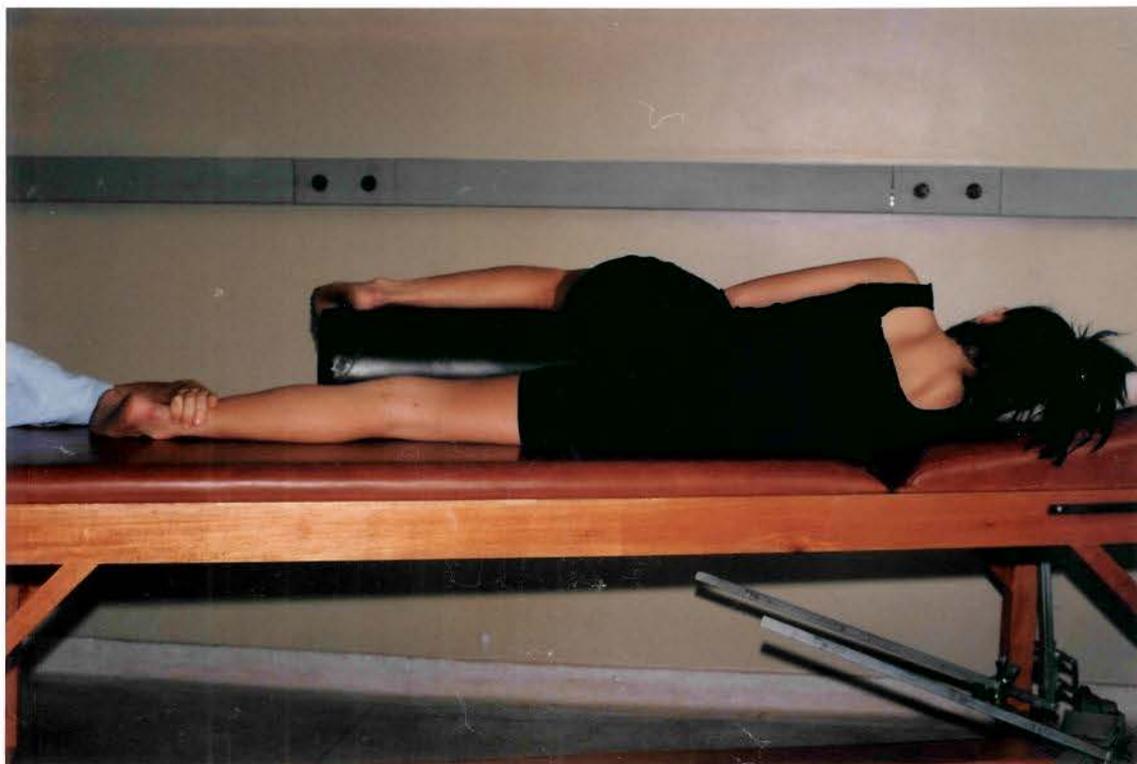


Figura 17 - Adução isométrica máxima em decúbito lateral, resistida manualmente a dois centímetros e meio acima do maléolo medial direito.

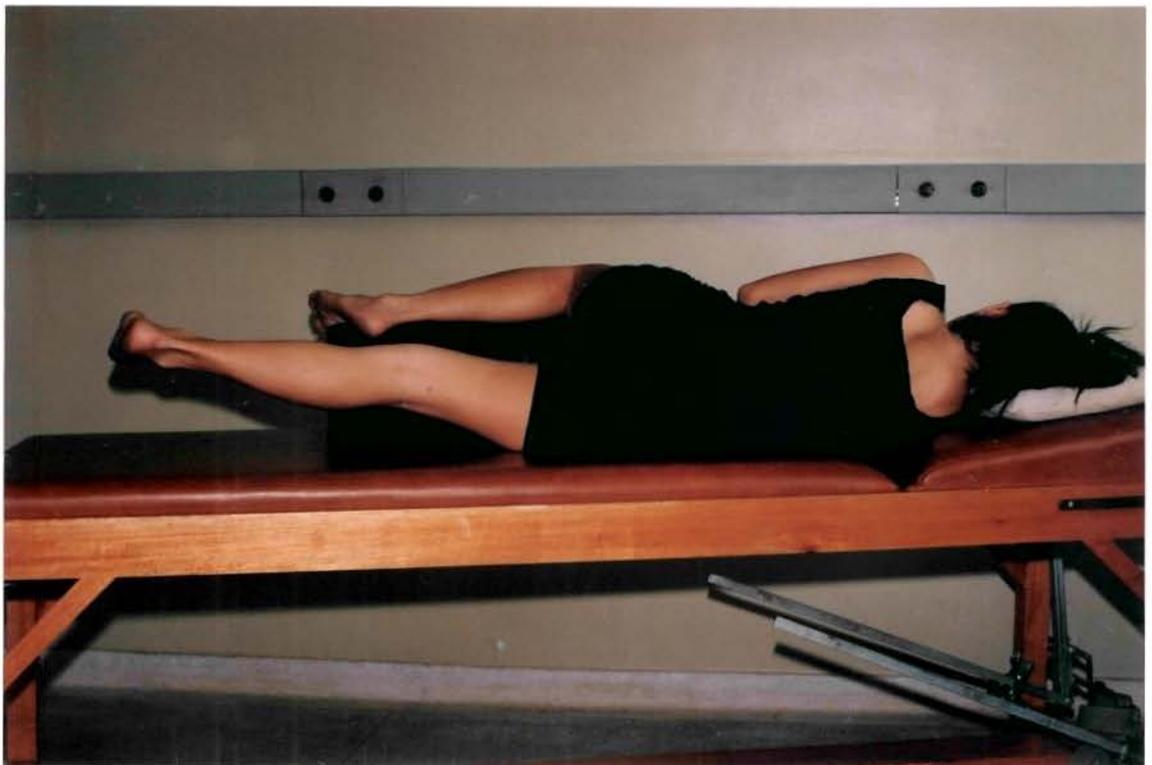


Figura 18 - Adução isotônica livre em decúbito lateral, numa amplitude de 15 graus.

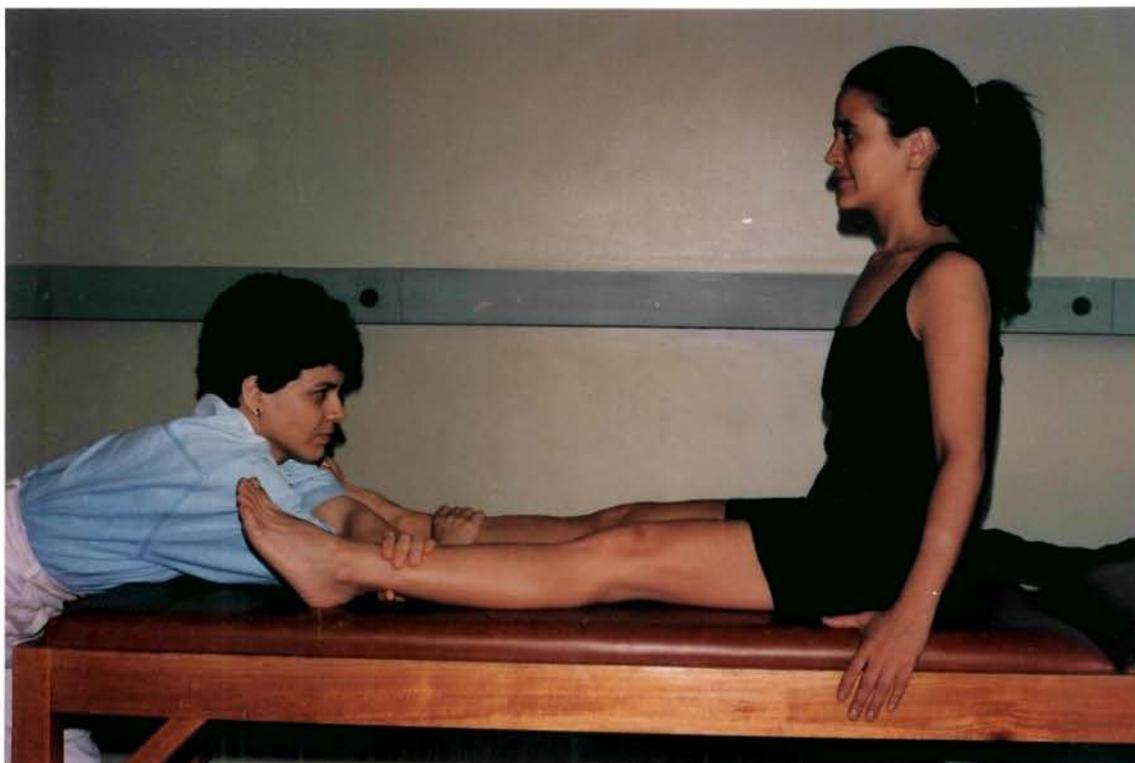


Figura 19 - Adução isométrica máxima na posição sentado. A resistência foi manual e aplicada bilateralmente, a dois centímetros e meio acima dos maléolos mediais.



Figura 20 - Posição inicial do exercício de subir e posição final do exercício de descer o degrau, com o membro inferior esquerdo.

## **RESULTADOS**

## **RESULTADOS**

### **1 EFEITO DOS EXERCÍCIOS ISOMÉTRICOS DE CONTRAÇÃO MÁXIMA DE EXTENSÃO DA ARTICULAÇÃO DO JOELHO (EXTENSÃO DA PERNA) NA POSIÇÃO SENTADO**

A atividade eletromiográfica (EMG) do músculo vasto medial oblíquo (VMO) registrada no exercício isométrico de contração máxima de extensão da articulação do joelho flexionada a 15 graus, com a articulação do quadril em posição neutra, não mostrou diferença significativa ao nível de 5%, em relação a do mesmo exercício realizado com a articulação do quadril aduzido a 15 graus além da linha média, assim como, no exercício de extensão da articulação do joelho flexionada a 50 graus (Figura 21).

Da mesma forma, a diferença encontrada na atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo entre os exercícios isométrico de contração máxima de extensão da articulação do joelho flexionada a 15 graus, com a articulação do quadril em adução, e o de extensão da articulação do joelho flexionada a 50 graus, não foi estatisticamente significante (Figura 21)

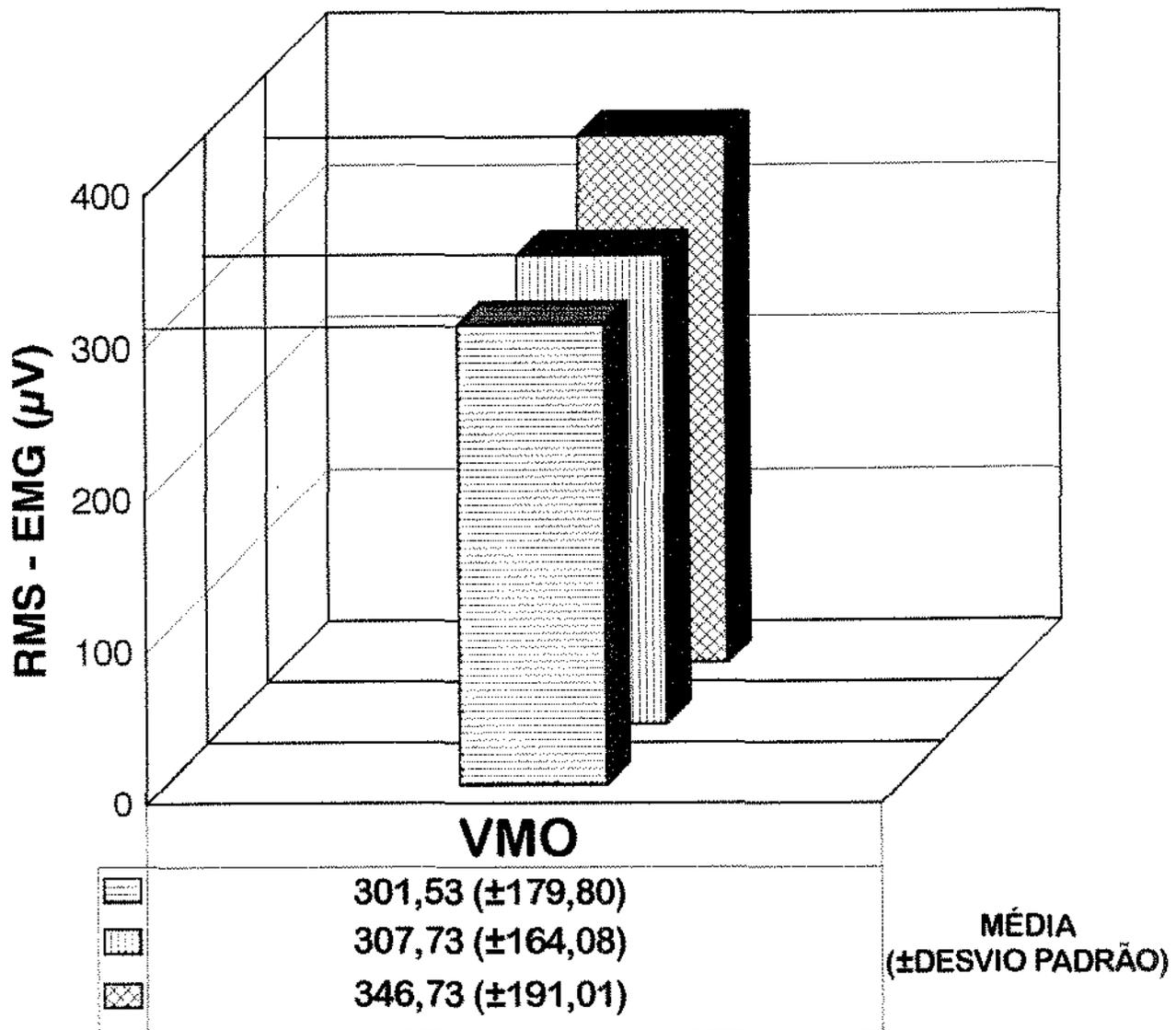


Figura 21 - Médias e desvios padrões da RMS (raiz quadrada da média) em  $\mu\text{V}$  da atividade eletromiográfica do músculo VMO, nos exercícios isométricos de contração máxima de extensão da articulação do joelho flexionada a  $15^\circ$ , com a articulação do quadril em posição neutra (□); aduzida (▨) e a articulação do joelho flexionada a  $50^\circ$  com a articulação do quadril em posição neutra (▩). Não foram encontradas diferenças significativas, ao nível de 5%, na atividade EMG do músculo VMO nos 3 exercícios ( $n=15$ ).

## **2 EFEITO DOS EXERCÍCIOS ISOTÔNICO LIVRE E ISOMÉTRICO DE CONTRAÇÃO MÁXIMA DE ADUÇÃO DA ARTICULAÇÃO DO QUADRIL (ADUÇÃO DA COXA) NAS POSIÇÕES SENTADO E DECÚBITO LATERAL**

Não foram observadas diferenças significativas ao nível de 5%, entre as atividades eletromiográficas do músculo vasto medial oblíquo nos exercícios isométricos de contração máxima de adução da articulação do quadril, com a articulação do joelho em extensão total, nas posições sentado e em decúbito lateral.

Por outro lado, a diferença da atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo nos dois exercícios isométricos de contração máxima, foi estatisticamente significativa em relação ao exercício isotônico livre de adução da articulação do quadril, com a articulação do joelho em extensão total em decúbito lateral (Figura 22).

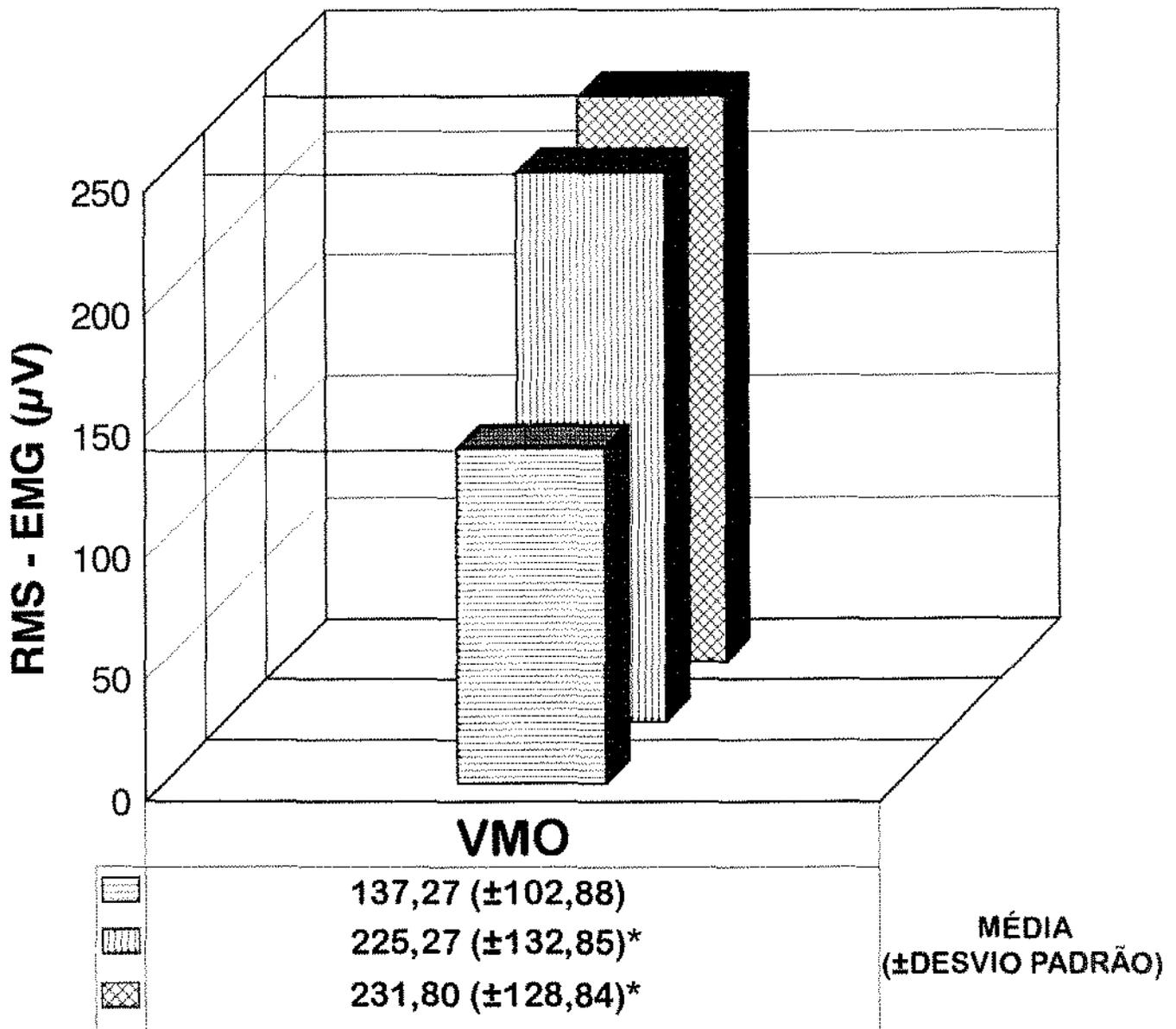


Figura 22 - Médias e desvios padrões da RMS (raiz quadrada da média) em  $\mu\text{V}$  da atividade eletromiográfica do músculo VMO, nos exercícios isotônico livre (▨) e isométrico de contração máxima de adução da articulação do quadril com a articulação do joelho em extensão total nas posições sentado (▩) e em decúbito lateral (▧). Foram encontradas diferenças significativas (\*), ao nível de 5%, na atividade EMG do músculo VMO entre os exercícios isométrico de contração máxima nas posições sentado e em decúbito lateral e o de adução isotônica livre em decúbito lateral. Entre os dois exercícios de contração isométrica máxima, a diferença observada não foi estatisticamente significativa ( $n=15$ ).

### 3 EFEITO DOS EXERCÍCIOS DE SUBIR E DESCER UM DEGRAU

A atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo no exercício de subir um degrau foi ao nível de 5%, significativamente maior do que no exercício de descer um degrau (Figura 23)

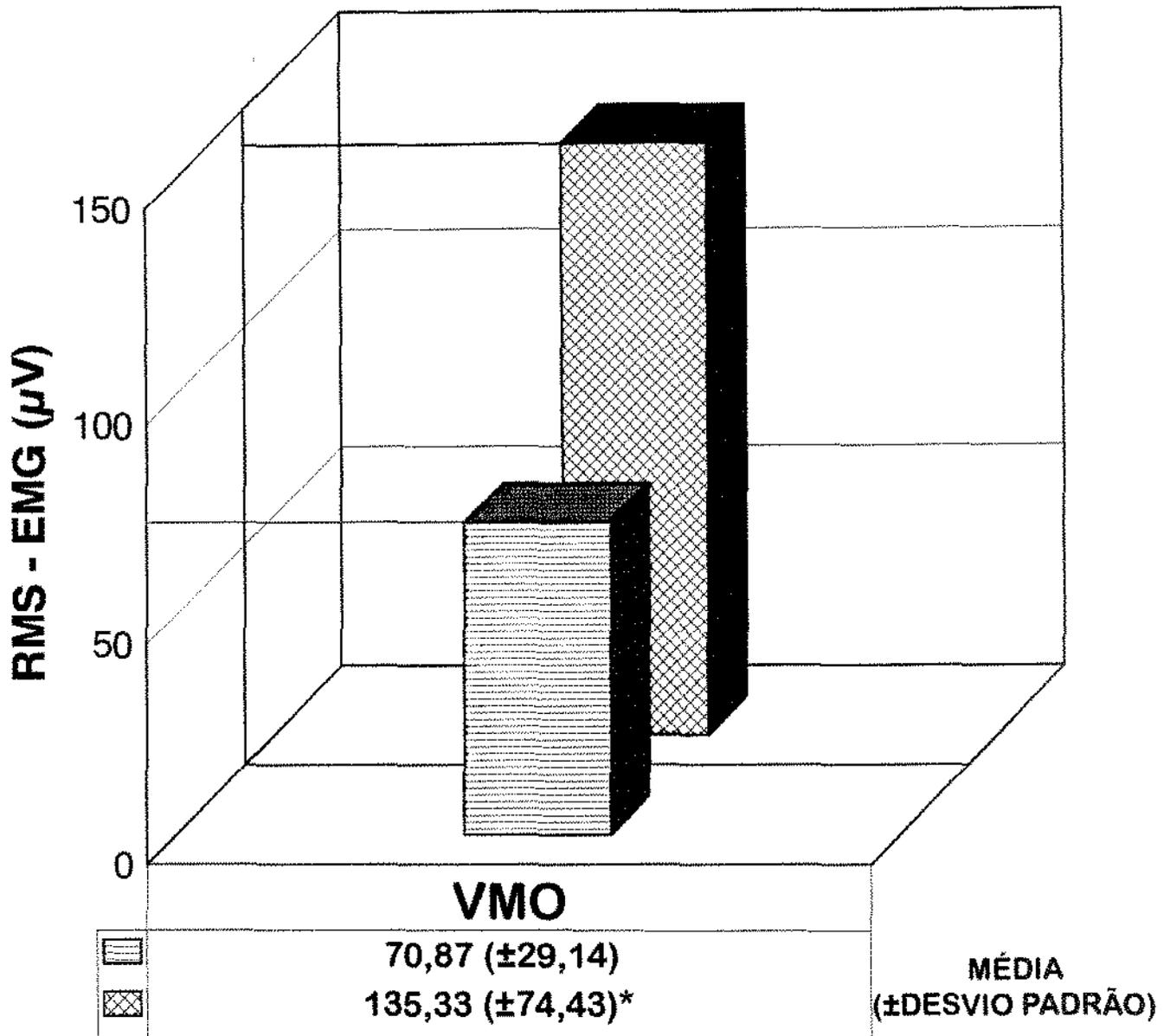


Figura 23 - Médias e desvios padrões da RMS (raiz quadrada da média) em  $\mu\text{V}$  da atividade eletromiográfica do músculo VMO nos exercícios de subir (▧) e descer um degrau (▨). A atividade EMG do músculo VMO no exercício de subir um degrau foi ao nível de 5%, significativamente maior em relação ao exercício de descer um degrau ( $n=15$ ).

As figuras 24, 25 e 26 representam as atividades eletromiográficas (EMG) do músculo vasto medial oblíquo (VMO) de um voluntário nos exercícios isométricos de contração máxima de extensão da articulação do joelho na posição sentado.

Figura 24 - EMG do músculo VMO com  $833 \mu\text{V}$  de RMS (raiz quadrada da média) durante contração isométrica máxima de extensão da articulação do joelho, flexionada a 15 graus com a articulação do quadril em posição neutra.

Figura 25 - EMG do músculo VMO com 625  $\mu\text{V}$  de RMS durante contração isométrica máxima de extensão da articulação do joelho flexionada a 15 graus, com a articulação do quadril aduzida.

Figura 26 - EMG do músculo VMO com 416  $\mu\text{V}$  de RMS durante contração isométrica máxima de extensão da articulação do joelho, flexionada a 50 graus com a articulação do quadril em posição neutra.

As figuras 27, 28 e 29 representam as atividades eletromiográficas (EMG) do músculo VMO de um voluntário nos exercícios de adução da articulação do quadril, nas posições sentado e decúbito lateral

Figura 27 - EMG do músculo vasto medial oblíquo (VMO) com  $406 \mu V$  de RMS (raiz quadrada da média) durante adução isométrica máxima da articulação do quadril com a articulação do joelho em extensão total na posição sentado.

Figura 28 - EMG do músculo VMO com 458  $\mu\text{V}$  de RMS durante adução isométrica máxima da articulação do quadril com a articulação do joelho em extensão total em decúbito lateral.

Figura 29 - EMG do músculo VMO com 327  $\mu\text{V}$  de RMS durante adução isotônica da articulação do quadril com a articulação do joelho em extensão total em decúbito lateral.

As figuras 30 e 31 representam as atividades eletromiográficas (EMG) do músculo vasto medial oblíquo (VMO) de um voluntário nos exercícios de subir e descer um degrau.

Figura 30 - EMG do músculo vasto medial oblíquo (VMO) com  $120 \mu\text{V}$  de RMS (raiz quadrada da média ) durante o exercício de subir um degrau.

Figura 31 - EMG do músculo VMO com 72  $\mu\text{V}$  de RMS durante o exercício de descer um degrau.

As tabelas 1, 2 e 3 (Apêndice) apresentam os resultados da análise de variância (ANOVA) dos dados das figuras 21, 22 e 23.

As tabelas 4, 5 e 6 (Apêndice) mostram as médias dos valores de RMS (em  $\mu\text{V}$ ), obtidas em duas contrações do músculo vasto medial oblíquo (VMO) em exercícios isométricos de contração máxima de extensão da articulação do joelho; exercícios isotônico livre e isométrico de contração máxima de adução da articulação do quadril e exercícios de subir e descer um degrau.

## **DISCUSSÃO**

## **DISCUSSÃO**

Serão feitos, inicialmente, alguns comentários sobre a eletromiografia e sua importância como instrumento dos métodos terapêuticos, além de alguns aspectos clínicos e tratamento das alterações da articulação fêmoro-patelar. Posteriormente serão discutidos os efeitos dos exercícios isométricos de contração máxima de extensão da articulação do joelho na posição sentado; isotônico livre e isométrico de contração máxima de adução da articulação do quadril nas posições sentado e decúbito lateral e, de subir e descer um degrau.

### **1 CONSIDERAÇÕES SOBRE ELETROMIOGRAFIA E SUA IMPORTÂNCIA NA AVALIAÇÃO DE MEDIDAS TERAPÊUTICAS.**

Nossos resultados mostraram que o uso da eletromiografia constitui um método efetivo para avaliar as indicações terapêuticas, da participação do músculo vasto medial oblíquo no tratamento conservador das alterações da articulação fêmoro-patelar, uma vez que alguns exercícios propostos confirmaram nossas expectativas, enquanto outros não.

Está bem documentado na literatura, que a eletromiografia é um instrumento importante para estudar não só a função muscular normal, como também, suas mais variadas disfunções. Assim, SODERBERG & COOK (1984) e PORTNEY (1993) revelaram que os terapeutas lançam mão da eletromiografia para avaliar os exercícios, onde uma atividade muscular específica pode ser facilitada ou inibida. Desta forma é possível determinar se os objetivos terapêuticos propostos estão sendo alcançados. Além disso, a eletromiografia pode ser usada em estudos cinesiológicos e até como método de avaliação cirúrgica corretiva das mais

variadas lesões, como por exemplo, a transposição de tendão ou de realinhamento patelar (MARIANI & CARUSO, 1979). Para KNIGHT, MARTIN & LONDEREE (1979), a eletromiografia avalia a técnica de reabilitação da articulação do joelho, principalmente em relação a ação do músculo vasto medial oblíquo. Da mesma forma, MOLLER et alii (1986) evidenciaram que a eletromiografia é um método que possibilita avaliar a eficiência de exercícios isométricos do músculo quadríceps da coxa, prescritas para pacientes com alterações na articulação fêmoro-patelar.

Embora a relação entre eletromiografia e força seja ainda debatida, é sabido que a primeira (EMG) registra individualmente a atividade dos músculos, enquanto que, a força medida em uma articulação representa a integração dos agonistas, antagonistas e sinergistas (PORTNEY, 1993). Não foi nossa intenção, neste trabalho, estabelecer uma relação de força e atividade eletromiográfica, uma vez que, não foi utilizado nenhum dispositivo para mensurar força muscular. Segundo PORTNEY (1993), não se pode esperar que os dados eletromiográficos, forneçam informação direta sobre a força de um músculo isolado. No entanto, BASMAJIAN & De LUCA (1985) ressaltaram que utilizando contrações isométricas, a amplitude do sinal eletromiográfico aumenta na função quadrática da força gerada pelo músculo, quando as unidades motoras são ativadas isoladamente. SODERBERG et alii (1987) e HANTEN & SCHULTHIES (1990) reconheceram que não está bem claro a perfeita relação entre eletromiografia e tensão, mas consideraram que a análise eletromiográfica é uma medida apropriada para se avaliar a intensidade relativa da atividade muscular produzida em exercícios comumente recomendados na fisioterapia. Embora ainda exista controvérsia sobre a relação eletromiografia e força, acredita-se que conhecendo a ação muscular, evidenciada pela eletromiografia, em determinados exercícios terapêuticos de qualquer doença, já oferece subsídios para os fisioterapeutas utilizarem desta

informação para investigar em que condições pode se melhorar a capacidade funcional do músculo, e possivelmente aumentar sua força.

De acordo com LIEB & PERRY (1971), tem sido demonstrado a existência de uma relação quantitativa entre a produção da atividade eletromiográfica e força, no esforço isométrico máximo de extensão da articulação do joelho, e que esta relação não ocorre no exercício isotônico. Já KNIGHT, MARTIN & LONDEREE (1979) evidenciaram que, se a velocidade do movimento for mantida constante, há uma relação linear direta, entre eletromiografia e tensões isométrica e isotônica. Por outro lado, segundo STOKES & YOUNG (1984), a atividade do músculo quadríceps da coxa durante a contração isométrica voluntária máxima, pode ser medida pelo sinal eletromiográfico utilizando eletrodos de superfície, sendo o nível de ativação o resultado do número de unidades motoras recrutadas e sua taxa de disparo. No entanto, esses Autores acrescentaram que, embora a mudança nesses fatores (taxa de disparo e aumento da unidade motora) possa alterar a força de contração, a contração isométrica voluntária máxima não é uma medida de força muscular.

## **2 ASPECTOS CLÍNICOS E TRATAMENTO DAS ALTERAÇÕES DA ARTICULAÇÃO FÊMORO-PATELAR.**

Sabe-se que qualquer deficiência (dentre outras, atrofia, hipotonia, hipoplasia, distrofia) do músculo vasto medial oblíquo, assim como, o desequilíbrio entre esse músculo e o músculo vasto lateral, constituem alguns dos fatores etiológicos das alterações da articulação fêmoro-patelar (LIEB & PERRY, 1968; BOSE, KANAGASUNTHERAM & OSMAN, 1980; INSALL, 1982; McCONNELL, 1986 e LEHMKUHL & SMITH, 1989). Assim, a atrofia do músculo vasto medial

oblíquo, de acordo com FOX (1975), é a segunda causa mais freqüente da condromalácea patelar. RIEGLER (1988) encontrou, em 33 das 42 articulações fêmoro-patelar subluxadas, o músculo vasto medial oblíquo distrófico. A displasia do músculo vasto medial oblíquo associada à contratura do músculo vasto lateral, produz um desvio lateral da patela (CROSS & WALDROP, 1985). Qualquer alteração, congênita ou traumática, no equilíbrio entre os músculos vasto medial oblíquo e o vasto lateral, segundo MARIANI & CARUSO (1979), afetam a articulação fêmoro-patelar e que, a displasia do músculo vasto medial é um evento secundário de alterações estáticas do mecanismo extensor, como o aumento do ângulo Q, patela alta, tibia valga proximal. Segundo esses Autores, a insuficiência do músculo vasto medial oblíquo tende a agravar essas alterações estáticas, criando um ciclo vicioso.

Desta forma, parece consenso entre os Autores, a importância do músculo vasto medial oblíquo como base do tratamento conservador das alterações da articulação fêmoro-patelar, uma vez que o mesmo é um dos principais fatores etiológicos envolvidos nestas alterações.

Entretanto, o tratamento das alterações da articulação fêmoro-patelar permanece controvertido. Muitos Autores preferem o tratamento conservador ao cirúrgico (LeVEAU & ROGERS, 1980; INSALL, 1982; DEVEREAUX et alii, 1986 SHEON, MOSKOWITZ & GOLDBERG, 1989; RUFFIN & KININGHAM, 1993 e DAVIDSON, 1993). Autores como PALUMBO (1981) e CROSBY & INSALL (1976) acreditam que o tratamento conservador proporciona melhor resultado a longo prazo, prevenindo alterações progressivas e irreversíveis de tecidos mole e ósseo, como o deslocamento patelar e a osteoartrite. OUTERBRIDGE & DUNLOP (1975) acrescentaram que uma das razões para a escolha do tratamento conservador destas alterações é porque as células cartilaginosas têm a capacidade de

reparação e regeneração, principalmente nas fases iniciais da lesão. Já DEHAVEN, DOLAN & MAYER (1980) relataram que o sucesso da terapia conservadora tem correlação direta com o aumento do equilíbrio da musculatura da coxa, especialmente a recuperação funcional do músculo vasto medial oblíquo. O tratamento cirúrgico, por outro lado, é indicado para pacientes que não respondem bem a reabilitação do músculo vasto medial oblíquo (PALUMBO, 1981); quando existe falha no tratamento conservador (PAULOS et alii, 1980 e HILYARD, 1990) ou ainda que apresentam semiologia persistente, que pode ser caracterizada por apresentar mais de 50 % de lesão macroscópica na cartilagem articular (INSALL, 1979 e BENTLEY, 1985). SCUDERI (1992) acrescentou que não se corrige todas as alterações fêmoro-patelar por meio de um único procedimento, mas devem ser considerados aspectos como fator etiológico, idade do paciente, condições da superfície articular.

Desta forma, a recuperação do músculo vasto medial oblíquo é de suma importância no tratamento conservador das alterações da articulação fêmoro-patelar, e um número cada vez maior de estudiosos (FOX, 1975; LEVINE, 1979; INSALL, 1982; McCONNELL, 1986; HANTEN & SCHULTHIES, 1990; SOUZA & GROSS, 1991 e KARST & JEWETT, 1993) tem investigado as mais variadas formas de se recuperar seletivamente este músculo, através de trabalhos eletromiográficos, cinesiológicos, clínicos e biomecânicos.

Apesar de não se ter realizado este trabalho em pacientes portadores de alterações da articulação fêmoro-patelar, acredita-se que o tratamento conservador deve preceder o cirúrgico, nas condições já mencionadas anteriormente, porque provavelmente vai possibilitar uma reeducação muscular de uma forma geral, e enfatizando determinados músculos e conseqüentemente diminuir o período de recuperação pós-operatório.

### **3 EFEITO DO EXERCÍCIO ISOMÉTRICO DE CONTRAÇÃO MÁXIMA DE EXTENSÃO DA ARTICULAÇÃO DO JOELHO (EXTENSÃO DA PERNA) NA POSIÇÃO SENTADO**

Os exercícios isométricos de contração máxima de extensão têm sido recomendados para recuperar a função de todo o músculo quadríceps da coxa, e em especial, seu componente vasto medial oblíquo. No entanto, não está bem estabelecido ainda, em que ângulo de flexão da articulação do joelho o referido músculo teria maior atividade eletromiográfica e que poderia ajudar no tratamento conservador das alterações da articulação fêmoro-patelar.

#### **3.1 EXTENSÃO DA ARTICULAÇÃO DO JOELHO (EXTENSÃO DA PERNA) NOS ÂNGULOS DE 15 E 50 GRAUS COM A ARTICULAÇÃO DO QUADRIL EM POSIÇÃO NEUTRA.**

Os resultados mostraram que não houve diferença na atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo nos ângulos de 15 e 50 graus com a articulação do quadril na posição neutra, ou seja, o ângulo de flexão do joelho não influenciou significativamente na atividade eletromiográfica do referido músculo. Tal resultado é confirmado por pesquisa de LIEB & PERRY (1971) e MOLLER et alii (1986), os quais verificaram que a atividade do músculo vasto medial oblíquo no exercício isométrico de extensão da articulação do joelho foi a mesma nos ângulos de 15 e 45 graus. Estes dados são também semelhantes aos descritos por MONTEIRO PEDRO & VITTI (1989), que evidenciaram nos exercícios isotônicos livres da articulação do joelho partindo de 15 e 45 graus de flexão, tanto na posição sentado como em decúbito dorsal, que a atividade eletromiográfica do músculo em questão apresentou o mesmo padrão de contração desde o início até o

término do movimento. Já ZAPPALA, TAFFEL & SCUDERI (1992) revelaram que trabalhos eletromiográficos têm mostrado que o músculo vasto medial oblíquo parece ser mais ativo nos últimos graus de extensão da articulação do joelho. No entanto, os Autores não comentaram se essa maior atividade é significativa em relação aos outros ângulos. Apesar das condições experimentais e os enfoques terem sido diferentes, os resultados desta pesquisa e a dos Autores abaixo citados apresentam certa similaridade, revelando que o músculo vasto medial não altera sua atividade eletromiográfica, quando se varia o ângulo de flexão da articulação do joelho. ELORANTA & KOMI (1980) evidenciaram que a atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo foi a mesma nos vários ângulos de flexão estudados, durante contração isotônica resistida concêntrica, enquanto que, HALLEN & LINDAHL (1967) não encontraram diferença na atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo nos ângulos de 45 e 90 graus de flexão da articulação do joelho durante exercícios isométricos de contração máxima. SNYDER & FORWARD (1972) constataram que a atividade eletromiográfica do músculo vasto medial foi maior nos últimos 50 graus de extensão isotônica livre da articulação do joelho.

Dados diferentes dos obtidos neste trabalho em relação ao aspecto ângulo, foram encontrados por STRATFORD (1982), que verificou maior atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo no ângulo de 30 graus, quando comparado ao ângulo de zero graus. Entretanto, sua amostra foi em pacientes portadores de derrame articular. SOUZA & GROSS (1991) evidenciaram maior atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo em relação ao músculo vasto lateral no ângulo de 90 graus de flexão durante a contração isométrica, quando comparada com a do ângulo de 15 graus. Os Autores não avaliaram a atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo nos diferentes ângulos

estudados. ANDRIACCHI et alii (1984) encontraram maior atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo no ângulo de 10 graus e a mesma diminuiu quando o ângulo foi alterado para 40 graus (isométrico).

Os dados desta pesquisa revelaram que apesar da diferença não ser significativa (dentro das condições experimentais utilizadas), o músculo vasto medial oblíquo mostrou maior atividade eletromiográfica no ângulo de 15 graus, em relação ao de 50 graus. Este resultado está concorde com os achados de WHEATLEY & JAHNKE (1951); BASMAJIAN (1970); MARIANI & CARUSO (1979); LeVEAU & ROGERS (1980); REYNOLDS et alii (1983); BASMAJIAN & De LUCA (1985) e MOLLER et alii (1986), que evidenciaram maior atividade eletromiográfica no final do movimento de extensão da articulação do joelho, sem especificar a partir de que ângulo, no músculo quadríceps da coxa como um todo (vasto medial fibras longas e oblíquas, vasto intermédio, vasto lateral e reto da coxa) e que isto ocorre porque nesta posição o músculo quadríceps da coxa trabalha em uma maior desvantagem mecânica e fisiológica.

Da mesma forma, BREWERTON (1954/1955) observou que à medida que se aproxima da extensão total, os componentes do músculo quadríceps da coxa são mecanicamente menos eficientes, ao mesmo tempo em que a ação da gravidade exerce forte influência, e por isso, o músculo quadríceps da coxa precisa contrair fortemente somente durante os últimos graus de extensão. LIEB & PERRY (1968) demonstraram que para completar os últimos 15 graus de extensão da articulação do joelho, o músculo quadríceps da coxa precisa aumentar sua força em 60 %. SPEAKMAN & WEISBERG (1977) verificaram que o músculo vasto medial trabalhou em todo arco de movimento, mas sua maior atividade elétrica registrada foi nos últimos graus de extensão, juntamente com os outros componentes do músculo quadríceps da coxa, e que isso ocorreu porque o músculo trabalha em

uma maior desvantagem mecânica e fisiológica. MARIANI & CARUSO (1979) registraram que durante a extensão final do joelho em pacientes com subluxação patelar, a atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo diminuiu quando comparada com a do músculo vasto lateral, e que nos indivíduos normais, a atividade eletromiográfica nos últimos graus de extensão dos referidos músculos foram semelhantes. Este resultado, segundo os Autores, está relacionado a fatores mecânicos e fisiológicos. Já HALLEN & LINDAHL (1967) evidenciaram que o músculo vasto medial não tem função específica de completar a extensão da articulação do joelho, e que as deficiências na extensão podem ser devidas a fatores como: 1) o músculo quadríceps da coxa possui menor alavanca nos últimos 10 graus de extensão; 2) de acordo com as leis fisiológicas, o poder muscular diminui a medida que o músculo se encurta, ou seja, a força diminui a medida que se aproxima do encurtamento.

LEHMKUHL & SMITH (1989) revelaram que os dois principais aspectos que constituem o fator de desvantagem mecânico-fisiológica são: o braço de alavanca (distância entre a inserção e o eixo articular) e o comprimento do músculo no momento da contração, podendo ocorrer uma perda da tensão das fibras musculares, e desta forma, a força muscular tem que ser compensada através de um maior recrutamento de unidades motoras. POPOCK (1963) e SANTANA (1988) evidenciaram que o maior potencial de ação pode ser obtido quando o músculo é contraído em menor comprimento muscular, ou seja, quanto menor o comprimento muscular maior a atividade eletromiográfica.

Outra possível explicação para a diferença na atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo observada entre os dois ângulos não ter sido significativa, parece estar relacionada ao fato de que, o efeito do ângulo de flexão da articulação do joelho, do qual depende a resposta muscular

(ANDRIACCHI et alii, 1984), não interferiu de forma acentuada na atividade do músculo vasto medial porque é possível que a constituição e a disposição das fibras não promoveram grandes alterações na relação comprimento tensão, porque quanto menor a distância entre a inserção muscular e o eixo articular, maior a desvantagem mecânica e maior a atividade eletromiográfica, e isso parece ocorrer a partir dos 50 graus, mais evidenciado nos últimos 15 graus.

Observando-se a revisão da literatura, constatou-se que a maioria dos trabalhos eletromiográficos, cinesiológicos ou biomecânicos não analisaram o músculo vasto medial oblíquo isoladamente, mas quase sempre associado aos outros componentes do músculo quadríceps da coxa, principalmente o músculo vasto lateral. Portanto, não foi possível estabelecer uma comparação mais direta entre os resultados do presente trabalho e os de outros Autores. Entretanto, é importante salientar, que a atividade eletromiográfica do músculo vasto lateral precisa ser estudada, para verificar se nestes exercícios, o referido músculo apresenta atividade diferente daquela do músculo vasto medial oblíquo, que é o componente do músculo quadríceps da coxa que se opõe à sua ação. O objetivo do tratamento é que se recupere seletivamente a função do músculo vasto medial oblíquo e inibir ou diminuir a ação do músculo vasto lateral, uma vez que anular é basicamente impossível.

### 3.2 EXTENSÃO DA ARTICULAÇÃO DO JOELHO (EXTENSÃO DA PERNA) NO ÂNGULO DE 15 GRAUS COM A ARTICULAÇÃO DO QUADRIL (COXA) EM ADUÇÃO

Vários Autores têm sugerido a execução do exercício de extensão da articulação do joelho, simultaneamente com o de adução isométrico da articulação do quadril (SNYDER & FORWARD, 1972; SMIDT, 1973 e ANDRIACCHI et

alii,1984). HILYARD (1990) comentando sobre o programa de reeducação muscular do vasto medial oblíquo em pacientes com alterações da articulação fêmoro-patelar, revelou que o paciente deve ser ensinado a contrair isometricamente o músculo vasto medial oblíquo em graus de flexão da articulação do joelho progressivamente maiores e realizar simultaneamente contração isométrica dos músculos Adutores da articulação do quadril, inicialmente na posição sentado, mas tão logo seja possível, em pé.

SNYDER & FORWARD (1972) revelaram que os fisioterapeutas têm comumente usado programas de exercícios onde o movimento da articulação do joelho se restringe ao plano sagital (sem adução, abdução, rotação medial ou lateral). Baseado nestes Autores, levantou-se a hipótese de que o uso de movimentos no plano diagonal pudessem aumentar a atividade dos músculos motor primário e sinergistas. Entretanto, não foi encontrada diferença significativa na atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo entre os exercícios de extensão da articulação do joelho, no ângulo de 15 graus, estando a articulação do quadril em adução (plano diagonal) e os exercícios de extensão nos ângulos de 15 e 50 graus, com a articulação do quadril em posição neutra (plano sagital). É possível que isto tenha ocorrido porque apenas posicionar o membro em adução, sem produzir contração simultânea, não tenha interferido na atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo. Este dado, apesar das diferenças metodológicas, está de acordo com o resultado de SNYDER & FORWARD (1972), que através de estudo eletromiográfico do músculo quadríceps da coxa, inclusive seu componente vasto medial oblíquo, nos movimentos de flexo-extensão do membro inferior nos planos sagital e diagonal, observaram que durante a extensão isotônica livre da articulação do joelho, a atividade de todos os músculos foi menor no plano diagonal do que no plano sagital. No entanto, os

Autores não avaliaram isoladamente a atividade do músculo vasto medial nos dois planos.

Por outro lado, ANDRIACCHI et alii (1984) verificaram eletromiograficamente, que todo músculo quadríceps da coxa, inclusive seu componente vasto medial oblíquo, mostrou tendência a aumentar a atividade eletromiográfica quando o movimento isométrico de adução da articulação do quadril foi realizado concomitantemente com o de extensão da articulação do joelho flexionada e na posição sentado. Não foram realizados neste trabalho, simultaneamente, os exercícios supracitados e nem foi investigado a atividade eletromiográfica dos músculos Adutores, e portanto, não se pode comparar este resultado com o de outros trabalhos. Entretanto, há concordância com HANTEN & SCHULTHIES (1990), que acreditam que os músculos adutores, de onde o músculo vasto medial oblíquo se origina, oferecem suporte para o mesmo se contrair mais efetivamente. Essa observação é compartilhada por SNYDER & FORWARD (1972), que evidenciaram que o grupo muscular adutor da articulação do quadril foi o único que se mostrou mais ativo durante a extensão da articulação do joelho, no plano diagonal quando comparado ao plano sagital. Além disso, é possível que, se tivesse sido realizado o exercício de extensão associado à contração isométrica dos músculos Adutores, provavelmente obteria-se resultado semelhante ao de ANDRIACCHI et alii (1984).

Serão feitos a seguir alguns comentários a respeito da metodologia aplicada para a realização destes três exercícios. Existe na prática da Fisioterapia, uma forte preocupação em relação ao posicionamento do paciente para a execução dos exercícios terapêuticos. A postura, deve ser adequada para assegurar que não esteja ocorrendo substituições ou ações indesejadas de outros músculos ou grupos musculares.

No presente estudo, posicionou-se o voluntário sentado, segurando os dois lados da mesa de exercício e utilizando dois cintos (um pélvico e outro torácico) por se acreditar também, como HANTEN & SCHULTHIES (1990) e BANDY & HANTEN (1993), que essa conduta ofereça ou proporciona uma melhor fixação ou estabilização corporal. Esta preocupação é compartilhada por alguns Autores, como CURRIER (1977), que afirmou ter alguns pesquisadores conseguido maior força muscular quando permitem que o voluntário segure as bordas laterais da mesa. Já LIEB & PERRY (1971) escolheram a posição sentado porque, segundo Eles, essa é a posição usada para examinar e exercitar o músculo quadríceps da coxa. Os Autores utilizaram a mesa do quadríceps modificada, cujo encosto foi ajustado firmemente contra a pelve. Um cinto pélvico foi colocado na coxa, com o intuito de manter o voluntário na posição correta, inibindo a ação dos flexores da coxa.

Outro elemento importante da metodologia utilizada nesta pesquisa, foi a escolha do ângulo de 90 graus de flexão do tronco no qual os exercícios de extensão foram realizados. A literatura não oferece informações conclusivas sobre em que ângulo de flexão do tronco pode-se obter força máxima de extensão da articulação do joelho. CURRIER (1977) relatou que esse ângulo tem variado de 90/100 e 120 graus. Outros Autores como KNIGHT, MARTIN & LONDEREE (1979), HANTEN & SHULTHIES (1990) e DRAPE (1990) realizaram exercícios de extensão da articulação do joelho com o voluntário sentado e o tronco flexionado a 80 e a 70 graus, respectivamente. Já BANDY & HANTEN (1993) executaram no ângulo de 110 graus. Neste trabalho optou-se pelo ângulo de 90 graus, baseados nos relatos de DEUTSCH & LIN (1978), os quais constataram que se o fortalecimento geral do músculo quadríceps da coxa é desejado, o ângulo de flexão do tronco não é crítico, e os exercícios de extensão poderiam ser realizados com o

mesmo flexionado tanto a 90 quanto a 135 graus. Entretanto, acrescentaram que, se o fortalecimento dos músculos vastos tiver maior importância, o ângulo de 90 graus deve ser o escolhido. Os Autores observaram que no ângulo de 90 graus de flexão do tronco a atividade dos músculos vasto medial e vasto lateral duplicou.

Pelo exposto pode-se observar que, eletromiograficamente, o fator ângulo de flexão da articulação do joelho nos planos diagonal e sagital, para se executar exercícios isométricos de contração máxima da articulação do joelho, não interferiu significativamente na atividade do músculo vasto medial oblíquo em indivíduos normais. Por outro lado, apesar dos resultados não mostrarem diferenças significativas na atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo entre os três exercícios realizados, aspectos clinicamente importantes, além da metodologia aplicada, como: escolha do tipo contração (isométrica ou isotônica), áreas de contato da articulação fêmoro-patelar e torque de extensão da articulação do joelho, podem ser fatores determinantes na escolha dos exercícios propostos, em relação ao ângulo, para pacientes portadores de alterações da articulação fêmoro-patelar.

#### ESCOLHA DO TIPO DE CONTRAÇÃO.

Para eleger um método de fortalecimento muscular estático ou dinâmico, é preciso determinar a causa da fraqueza muscular e os fatores de riscos associados (GERBER, 1990). Acredita-se que sinais como crepitação, derrame articular, aderência de tecidos moles (como cápsula, tendões, ligamentos) e o sintoma dor são elementos indicativos na escolha do tipo de contração a realizar nos exercícios de fortalecimento dos músculos extensores da articulação do joelho em pacientes com alterações da articulação fêmoro-patelar.

Parece consenso entre os Autores que o exercício isotônico resistido de extensão da articulação do joelho apresenta maior eficácia do que o isométrico para se obter contração em pacientes com alterações na articulação fêmoro-patelar. Por outro lado, os Autores não desconhecem que nestas alterações da articulação deve-se limitar o arco de movimento de extensão da articulação do joelho. De acordo com BENTLEY, DOWD & ORTH (1983) e KNIGHT, MARTIN & LONDEREE (1979), os exercícios isométricos são menos efetivos que os dinâmicos de resistência progressiva. PEVSNER, JOHNSON & BLAZINA (1979) evidenciaram que o tratamento conservador das alterações da articulação fêmoro patelar é realizado basicamente através de exercícios isométricos e isotônicos resistidos de extensão da articulação do joelho, partindo de 90 graus de flexão. Essa técnica, segundo os Autores, aumenta a função muscular, mas pode lesar a superfície articular. No entanto, acrescentaram que qualquer sinal de crepitação tibio-femoral ou fêmoro-patelar, é um fator contra-indicado para se executar exercícios isotônicos de extensão da articulação do joelho, partindo de qualquer ângulo de flexão. TEPPERMAN et alii (1986) revelaram que quando os exercícios isotônicos do músculo quadríceps da coxa não forem possíveis de se realizar, ou estão contra-indicados, os exercícios isométricos com o paciente em decúbito dorsal com a perna apoiada na horizontal devem ser usados para fortalecer o músculo quadríceps da coxa, que pode ser facilitado pela contração simultânea dos dorso-flexores ou dos flexores plantares. Os exercícios de extensão da articulação do joelho não devem ser resistidos ativamente, através de todo arco de movimento, porque normalmente eles agravam os sintomas (DEHAVEN, DOLAN & MAYER, 1980; INSALL, 1982).

Da mesma forma, PAULOS et alii (1980) e SORRELLS (1982) relataram que os exercícios isotônicos resistidos de extensão da articulação do

joelho realizados em todo arco de movimento são contra indicados em doenças como a condromalácea patelar, onde grandes deslocamentos patelares e a carga são indesejáveis, devendo-se limitar o exercício apenas aos últimos 30 graus de extensão. Os exercícios isotônicos de extensão da articulação do joelho realizados nos últimos 20 ou 30 graus em cadeia cinética aberta, segundo WOODALL & WELSH (1990) e ZAPPALA, TAFFEL & SCUDERI (1992), não provocam dor nos pacientes porque a força compressiva neste arco de movimento deve ser mínima. REILLY & MARTENS (1972) evidenciaram que pacientes portadores de alterações na articulação fêmoro-patelar, tratados conservadoramente com exercícios isotônicos resistidos, a partir de 90 graus, referem dor retropatelar, enquanto que os exercícios de SLR e os isotônicos resistidos, limitados nos últimos 20 graus, não provocam dor e as forças compressivas na referida articulação diminuem de 30 a 0 graus. FOX (1975) corrobora com esta afirmação pois verificou que os exercícios de extensão realizados nos últimos 30 graus não aumentam a área de contato patelar, permitindo a execução do exercício sem dor, da mesma forma que não agravam o processo degenerativo na condromalácea patelar. DEHAVEN, DOLAN & MAYER (1980) sugeriram a execução dos exercícios isotônicos resistidos apenas nos últimos 15 graus de extensão da articulação do joelho, ou simplesmente nos últimos graus (HUNGERFORD & LENNOX, 1983).

Já STRATFORD (1982) verificou que à medida que o joelho se aproxima da extensão total na presença de derrame articular, a pressão intra-articular aumenta, causando inibição reflexa do músculo quadríceps da coxa. Neste caso, o Autor sugeriu que o tratamento para pacientes com derrame articular deva ser realizado com exercícios de extensão com o joelho fletido a 30 graus, e não isométrico com zero graus de flexão. Os exercícios isométricos, de acordo com MANGINE (1988), são indicados por causar mínima compressão articular, e a

crepitação é limitada, uma vez que não existe movimento articular e a tensão muscular pode ser aumentada tanto quanto possível, usando a dor como referência.

Por outro lado, a observação clínica revela que em alguns casos (dependendo do paciente, e do tipo de alteração) até mesmo os exercícios isométricos ou os isotônicos de resistência realizados nos últimos graus provocam dor. Este aspecto tem sido verificado, também, por alguns Autores como KETTELKAMP (1981), quando revelou que os programas específicos de exercícios para alterações da articulação fêmoro-patelar variam muito e por isso, pode ser necessário individualizar os exercícios de acordo com cada paciente. Os exercícios do músculo quadríceps da coxa podem ser isométricos para evitar um aumento acentuado da carga na articulação fêmoro-patelar, o qual ocorre quando os exercícios são realizados isotonicamente a partir de 90 graus de flexão. Os exercícios isotônicos de extensão da articulação do joelho realizados nos últimos 30 graus podem ser usados para alguns pacientes, desde que os mesmos não se encontrem com sintomatologia dolorosa. Da mesma forma, FISHER (1986) evidenciou que os exercícios isotônicos resistidos de extensão, mesmo realizados em um pequeno arco de movimento (últimos 30 graus, por exemplo), podem ser prejudiciais para pacientes com dor fêmoro-patelar. Já MOLLER et alii (1987) constataram que em pacientes portadores de alterações da articulação fêmoro-patelar, os exercícios de resistência progressiva são freqüentemente seguidos por dor e são prejudiciais, à medida que a cartilagem articular é estressada, podendo causar maiores danos.

## ÁREA DE CONTATO OU COMPRESSÃO E FORÇA DE REAÇÃO DA ARTICULAÇÃO FÊMORO-PATELAR.

Outro aspecto importante a ser considerado na escolha do ângulo de flexão da articulação do joelho durante a realização dos exercícios isométricos (ou isotônicos) é a área de contato (ou compressão) articular e a força de reação da articulação fêmoro-patelar. ZAPPALA, TAFFEL & SCUDERI (1992) relataram que as forças compressivas do fêmur são absorvidas pela patela e são transformadas em forças de tensão no músculo quadríceps da coxa e tendão patelar. LEHMKUHL & SMITH (1989) acrescentaram que biomecanicamente, pode-se considerar que a patela age como uma polia quando recebe forças do músculo quadríceps da coxa e do tendão patelar.

Vários estudos têm sido desenvolvidos para investigar qual o melhor ângulo de flexão da articulação do joelho em exercícios isométricos de contração máxima de extensão para desenvolver força muscular (WILD JR., FRANKLIN & WOODS, 1982), uma vez que, segundo MURPHEY, BLANTON & BIGGS (1971), a posição do joelho é a maior determinante da atividade do músculo quadríceps da coxa. No entanto, é preciso estabelecer, uma relação entre o ângulo de flexão do joelho, a estabilidade óssea e a força de reação da articulação fêmoro-patelar.

Alguns Autores acreditam que os exercícios realizados com o joelho fletido ou o mais fletido possível são melhores do que os executados com discreta flexão, porque quanto mais fletido maior a estabilidade óssea. Assim, LEHMKUHL & SMITH (1989) evidenciaram que a função da patela, como parte do mecanismo extensor, é aumentar a ação do músculo quadríceps da coxa, restringir e distribuir as forças sobre o fêmur. A vantagem da alavanca produzida pela patela muda dentro da amplitude de movimento de extensão da articulação do joelho. Portanto,

quando esta articulação está completamente fletida, a patela situa-se na fossa intercondilar. O músculo quadríceps da coxa está neste ponto alongado, e tem uma posição vantajosa com relação ao comprimento-tensão. Por outro lado, conforme a articulação do joelho é estendida, a patela move-se para fora da fossa intercondilar, para atingir um braço de alavanca máximo em aproximadamente 45 graus de flexão. Esse fato é compartilhado por ANTICH & BREWSTER (1986), os quais sugeriram que os exercícios de extensão deveriam ser realizados em um ângulo maior de flexão da articulação do joelho, porque provoca menos dor e aumenta a estabilidade óssea, uma vez que a patela se encaixa na fossa intercondilar, e que na ausência de congruência óssea, a estabilidade medial da patela depende do controle dinâmico do músculo vasto medial oblíquo. Da mesma forma, HUNGERFORD & LENNOX (1983) revelaram que em cadeia cinética aberta, o estresse de contato (em  $\text{Kg/cm}^2$ ) na articulação fêmoro-patelar, é maior no ângulo de 55 graus de flexão, até a extensão total, enquanto que, o menor estresse de contato é com o joelho fletido de 55 até 75 graus, ou seja, quanto maior o grau de flexão da articulação do joelho, menor o estresse de contato fêmoro-patelar, porque nesse arco (ângulo) existe maior estabilidade óssea. Já SOUZA & GROSS (1991) concluíram que é inapropriado escolher o ângulo de extensão final como protocolo padronizado de reabilitação para pacientes com alterações da articulação fêmoro-patelar. Segundo estes pesquisadores hipotetizaram que talvez a extensão isométrica produzida a 90 graus, onde a força de reação fêmoro-patelar é maximizada e a de deslizamento é minimizada, ajuda não somente no aumento da atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo comparado ao músculo vasto lateral, mas também na difusão, útil para a reparação da cartilagem articular retropatelar. WOODALL & WELSH (1990) acrescentaram que não se deve impor ao paciente com alterações da articulação fêmoro-patelar, o mesmo tipo de

exercício ou o mesmo ângulo de flexão da articulação do joelho para realizar exercícios isométricos de contração máxima.

BOSE, KANAGASUNTHERAM & OSMAN (1980) relataram que a superfície articular patelar no côndilo lateral do fêmur é rasa, por isso proporciona uma certa estabilidade, especialmente quando o joelho está flexionado. Entretanto, quando o joelho está estendido, ou próximo a extensão total, a maior parte da patela está acima da face articular do fêmur, onde oferece pouca estabilidade, especialmente nos últimos 30 graus de extensão, e os Autores concluíram que o músculo vasto medial oblíquo é o elemento mais importante para estabilizar a patela nos últimos 30 graus de extensão.

Por outro lado, outros pesquisadores defendem a idéia de que os exercícios de extensão isométricos ou isotônicos devem ser realizados com o joelho menos flexionado possível, evitando assim, dor e aumento da força de reação da articulação fêmoro-patelar. SMIDT (1973) calculou a força de reação fêmoro-patelar em contrações isométricas máximas em 0,8 vezes o peso corporal quando o joelho estava fletido a 15 graus. A força aumentou para 2,6 do peso do corpo quando o joelho estava fletido a 90 graus. OUTERBRIDGE & DUNLOP (1975) observaram que a 30 graus de flexão, a compressão na articulação fêmoro-patelar é igual a uma vez o peso corporal ao passo que, a 60 graus de flexão, essa força aumenta para 4 vezes o peso corporal. Os Autores mostraram que quanto maior o ângulo de flexão da articulação do joelho maior é a força de reação da articulação fêmoro-patelar. De 20 a 50 graus de flexão, a força é menor que 100 Kg. REILLY & MARTENS (1972) calcularam durante a marcha em superfície plana, as forças de reação articular como sendo metade ou menos do peso corporal. Já STEINKAMP et alii (1993) evidenciaram que os exercícios isométricos de extensão da articulação

do joelho executados de 0 a 30 graus de flexão, a força de reação da articulação fêmoro-patelar é pequena, porque a área de contato é menor.

PEVSNER, JOHNSON & BLAZINA (1979) revelaram que a irregularidade anatômica, a excessiva força compressiva e o desequilíbrio muscular contribuem para o processo degenerativo fisiológico da superfície da cartilagem patelar. Se a patela não estiver em alinhamento correto, para minimizar a força de contato, o tratamento conservador pode causar um grande dano na cartilagem da articulação fêmoro-patelar. Além disso, os Autores acrescentaram que a resistência na articulação fêmoro-patelar de qualquer ângulo é muito estressante, independentemente de como essa é aplicada isotônica ou isocineticamente, não recomendando portanto que os pacientes realizem exercícios de extensão com a articulação do joelho fletida a mais de 45 graus. Seguindo esse raciocínio, NISELL & ERICSON (1992) sugeriram que pacientes com dor patelar devem evitar exercícios isométricos máximos com a articulação do joelho fletida mais do que 90 graus. WILD JR.; FRANKLIN & WOODS (1982) evidenciaram que os exercícios de extensão realizados com a articulação do joelho flexionada aumentam as forças compressivas nas superfícies patelar e femoral, agravando a dor, e que a fraqueza generalizada do músculo quadríceps da coxa é freqüentemente secundária à dor que inicia o ciclo vicioso da articulação fêmoro-patelar: dor, fraqueza do músculo quadríceps da coxa, aumento do estresse articular, que volta a provocar dor.

As forças que podem ser criadas pelo músculo quadríceps da coxa também produzem forças de compressão entre a patela e o fêmur. Quando a articulação do joelho está em extensão, a força de reação fêmoro-patelar é pequena, pois as forças do tendão e do ligamento estão em linha reta, enquanto que o joelho fletido, a força resultante torna-se maior e pode facilmente exceder a força do músculo (LEHMKUHL & SMITH, 1989). Segundo PAAR, BERNETT &

HUYER (1985), um quadríceps forte possibilita um melhor posicionamento da patela na fossa intercondilar, enquanto que a congruência da articulação fêmoro-patelar aumenta a nutrição da cartilagem.

#### TORQUE

Além dos fatores já mencionados anteriormente, o torque de extensão (através do qual mede-se a força de um músculo, e onde existe uma interação entre os agonistas, antagonistas e sinergistas) também oferece subsídios para nortear a escolha de qual ângulo de flexão da articulação do joelho utilizar, para a realização dos exercícios de extensão em pacientes com alterações da articulação fêmoro-patelar, uma vez que a força muscular máxima depende da posição da articulação, e o torque muscular varia conforme o ângulo da articulação (WILLIAMS & STUTZMAN, 1959; MURPHEY, BLANTON & BIGGS, 1971; MURRAY et alii, 1980 e LEHMKUHL & SMITH, 1989).

Está bem documentado na literatura que o maior torque de extensão (isométrico ou isotônico) da articulação do joelho ocorre entre os ângulos de 45 a 75 graus. BOHANNON, GAJDOSIK & LeVEAU (1986) encontraram maior torque entre os ângulos de 45 e 60 graus; Van EIJDEN et alii (1987), DRAPER (1990), MURRAY et alii (1980) no ângulo de 60 graus e NISELL & ERICSON (1992) entre os ângulos de 65 a 75 graus. A possível explicação para esses achados parece estar relacionada a fatores fisiológicos como comprimento-tensão e os mecânicos, comprimento do braço de força (MURRAY et alii, 1980). Da mesma forma, LEHMKUHL & SMITH (1989) comentando sobre comprimento-tensão, revelaram que na maioria dos grupos musculares, o comprimento-tensão é predominante e o maior torque ocorre quando os músculos estão alongados. Esse dado também foi

verificado por KNAPIK et alii (1983), os quais enfatizaram que o excessivo encurtamento muscular diminui o torque isométrico. Portanto, durante a extensão da articulação do joelho, o músculo quadríceps da coxa parece perder a vantagem mecânico-fisiológica (pelo encurtamento dos músculos e alteração do braço de força) diminuindo com isso, o torque por ele produzido e aumentando a atividade eletromiográfica. Observa-se então, que a medida em que o torque aumenta, a atividade eletromiográfica diminui e isso ocorre quando o músculo está mais alongado.

Finalizando esse segmento de discussão, verifica-se nos dados deste trabalho, apesar da diferença não ser significativa, que o músculo vasto medial apresentou maior atividade eletromiográfica no ângulo de 15 graus, quando comparado ao de 50 graus, estando a articulação do quadril em posição neutra, e que neste ângulo ou nesta faixa de movimento, a área de contato, ou a compressão na articulação fêmoro-patelar, é mínima ou inexistente (OUTERBRIDGE, 1961; INSALL, 1986; e SWENSON, HOUGH & McKEAG, 1987). A zero graus de flexão da articulação do joelho, ou em extensão total, a força de reação da articulação fêmoro-patelar aproxima-se de zero (ZAPPALA, TAFFEL & SCUDERI, 1992) e a crepitação, se existir, é mínima pelo não contato articular. Por outro lado, os exercícios isométricos realizados a 45 graus devem ser evitados porque existe neste ângulo a principal zona artrítica da patela principalmente se houver dor ou qualquer patologia específica (WOODALL & WELSH, 1990).

É importante salientar que, se o objetivo é aumentar a força do músculo quadríceps da coxa como um todo (não só o músculo vasto medial oblíquo), os músculos isquiotibiais e alguns músculos sinergistas, o ângulo de 50 graus, parece ser o mais indicado. No entanto, esta sugestão deve ser confirmada através de outros estudos, inclusive eletromiográfico, analisando os outros

componentes do músculo quadríceps da coxa, principalmente o músculo vasto lateral nos exercícios pesquisados neste trabalho em indivíduos clinicamente normais e nos com alteração na articulação fêmoro-patelar, pois neste ângulo, parece existir maior congruência óssea, maior contato articular e aumento da força de reação fêmoro-patelar. Por outro lado, se o interesse é isolar a ação do músculo vasto medial oblíquo, possivelmente o ângulo de 15 graus traga mais benefício para a sua recuperação. No entanto, se a atividade do músculo vasto lateral for semelhante (na fase inicial do tratamento), não existe um trabalho individualizado ou seletivo do músculo vasto medial oblíquo, mesmo assim não há compressão articular, o risco de crepitação é menor, e eventualmente, a dor pode estar presente. A 20 graus de flexão da articulação do joelho, segundo BOURNE et alii (1988) e WOODALL & WELSH (1990), a patela está encaixada ou inicia sua centralização na fossa intercondilar e esta posição é a de maior estabilidade.

Como pode-se observar, vários são os fatores que podem influenciar na escolha dos exercícios isométricos de extensão da articulação do joelho. Como não foi encontrada diferença na atividade do músculo vasto medial oblíquo, a escolha do ângulo deverá ser realizada através das condições biológicas individuais do paciente, dos aspectos clínicos, radiológicos e outros.

#### **4 EFEITO DOS EXERCÍCIOS ISOTÔNICO LIVRE E ISOMÉTRICO DE CONTRAÇÃO MÁXIMA DE ADUÇÃO DA ARTICULAÇÃO DO QUADRIL (ADUÇÃO DA COXA) NAS POSIÇÕES SENTADO E DECÚBITO LATERAL**

A base do tratamento conservador das alterações da articulação fêmoro-patelar é a recuperação da função do músculo vasto medial oblíquo (DOUCETTE & GOBLE, 1992). Os exercícios de adução da articulação do quadril

têm sido sugeridos como parte deste tratamento, dado a íntima relação do músculo vasto medial oblíquo com os tendões dos músculos adutor magno e parte do adutor longo (BOSE, KANAGASUNTHERAM & OSMAN, 1980; McCONNELL, 1986; ZAPPALA, TAFFEL & SCUDERI, 1992; KARST & JEWETT, 1993). Associar o exercício de adução da articulação do quadril enquanto se executa o exercício de extensão da articulação do joelho, facilita a contração e o poder de recuperação do músculo vasto medial oblíquo nas fases iniciais da reabilitação das alterações da articulação fêmoro-patelar (BOSE, KANAGASUNTHERAM & OSMAN, 1980; REYNOLDS et alii, 1983). Além disso, clinicamente tem sido observado, que os pacientes com desvio lateral de patela realizam mais facilmente os exercícios de "endurecimento" (QS) do músculo quadríceps da coxa quando executam antes, os exercícios de adução da articulação do quadril (BREWSTER, MOYNES & JOBE, 1983). Este fato gera tensão muscular, coloca o referido músculo em melhor vantagem mecânica, resultando na diminuição do desvio lateral da patela (ANTICH & BREWSTER, 1986). Associar exercícios de adução da articulação do quadril, enquanto se realiza a extensão da articulação do joelho, pode facilitar a atividade do músculo vasto medial oblíquo durante os estágios iniciais de reabilitação das alterações da articulação fêmoro-patelar (McCONNELL, 1986 e HILYARD, 1990).

Os resultados deste trabalho mostraram que a atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo durante o exercício isométrico de contração máxima de adução da articulação do quadril, com a articulação do joelho em extensão total, na posição sentado, não foi significativamente maior do que a do mesmo exercício realizado em decúbito lateral. Os resultados evidenciaram também, que a diferença na atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo nos dois exercícios isométricos foi estatisticamente significante em relação

ao exercício isotônico livre de adução da articulação do quadril, estando a articulação do joelho em extensão total.

A maioria dos trabalhos consultados, comparou a atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo com a do músculo vasto lateral, durante a realização dos exercícios de adução da articulação do quadril. Neste trabalho estudou-se apenas o comportamento do músculo vasto medial oblíquo variando as posições e o tipo de contração. Desta forma, o único trabalho pesquisado que pode ser comparado de uma maneira mais direta a este é o de WHEATLEY & JAHNKE (1951), que observaram atividade eletromiográfica no músculo vasto medial durante a execução do exercício de adução da articulação do joelho em extensão total, o que confirma os resultados encontrados.

Nos exercícios isométricos de contração máxima na posição sentado e decúbito lateral, a resistência manual foi aplicada no terço inferior da perna (maior braço de alavanca), conseqüentemente o voluntário contraiu fortemente (isometricamente) o músculo quadríceps da coxa, e executou o exercício de adução da articulação do quadril, sem isolar o componente extensor do exercício.

Em relação aos outros trabalhos consultados na literatura, as divergências nos resultados se devem às diferenças metodológicas. HANTEN & SCHULTHIES (1990) encontraram atividade eletromiográfica significativamente maior no músculo vasto medial em comparação a do vasto lateral, durante o exercício isométrico de contração máxima de adução da articulação do quadril com a articulação do joelho flexionada a 50 graus. O exercício foi realizado na posição sentado, a resistência foi colocada na interlinha articular do joelho e o voluntário não realizou extensão da articulação do joelho, apenas a adução da articulação do quadril. Por outro lado, KARST & JEWETT (1993) não observaram diferença estatisticamente significativa entre os músculos vasto medial oblíquo, vasto medial

longo e o vasto lateral, durante a execução do exercício isométrico de contração máxima de adução da articulação do quadril. Neste experimento, o voluntário foi posicionado em decúbito dorsal e levantou a perna estendida (SLR) combinada com a adução do quadril. É possível que a diferença nos resultados destes trabalhos supra-citados se deve basicamente a diminuição do componente extensor da articulação do joelho. Em outras palavras, a realização dos exercícios de adução da articulação do quadril com a articulação do joelho flexionada, isola o componente extensor, executando apenas o movimento de adução.

A escolha da realização destes exercícios com a articulação do joelho em extensão total, sem no entanto ter-se realizado o exercício de SLR, deu-se basicamente por acreditar-se, como KARST & JEWETT (1993), que na prática clínica os referidos exercícios têm sido bastante executados e além disso, nesta posição, evita-se ou reduz-se o risco de provocar ou aumentar a irritação na articulação fêmoro-patelar. Por outro lado, McCONNELL (1993) enfatizou que para recrutar preferencialmente o músculo vasto medial oblíquo, os exercícios de adução da articulação do quadril devem ser realizados com a articulação do joelho flexionada e não estendida. A Autora acrescentou, que a posição da articulação do joelho parece ser um ponto fundamental quando se utiliza os exercícios de adução da articulação do quadril, para aumentar ou contrair seletivamente o músculo vasto medial oblíquo. Já ZAPPALA, TAFFEL & SCUDERI (1992) revelaram que para contrair o grupo adutor da articulação do quadril, basta realizar o exercício SLR em decúbito lateral, que eles denominaram de SLR de adução. No entanto, evidenciaram que os exercícios de adução da articulação do quadril também podem e devem ser executados apertando uma bola entre os joelhos, nas posições sentado, em pé e em decúbito dorsal.

Importante salientar que optou-se neste trabalho, por uma amostra de indivíduos normais, por acreditar-se que este deva ser o primeiro passo para avaliar a eficácia de determinada técnica de tratamento, e que esses resultados devam ser analisados, posteriormente, em pacientes portadores de alterações da articulação fêmoro-patelar. Os resultados indicaram que não houve diferença significativa na atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo nos dois exercícios isométricos de adução da articulação do quadril. Ou seja, os exercícios isométricos de adução podem ser realizados tanto na posição sentado como decúbito lateral e a escolha de qual posição indicar estaria relacionada com as características clínicas, radiológicas e biológicas do paciente. Assim, se o paciente apresentar um comprometimento na articulação do quadril, ou da coluna vertebral lombar, como por exemplo, diminuição da amplitude de movimento, provocada por dor ou retrações musculares, que impeça a realização do exercício na posição sentado, o mesmo poderá ser realizado em decúbito lateral.

Um aspecto importante a ser considerado, é que fatores como idade, sinais clínicos e fase do tratamento em que o paciente se encontra, parecem influenciar na escolha da posição e do tipo de contração a se utilizar. Assim, em uma fase inicial do tratamento, ou mesmo no início de cada sessão, os exercícios de adução da articulação do quadril deveriam ser realizados isotonicamente, uma vez que foram encontradas diferenças significativas entre esse exercício e os dois isométricos de contração máxima, tanto na posição sentado como em decúbito lateral, e num segundo momento, isometricamente. Esse resultado parece estar relacionado ao fato de que os exercícios isométricos requerem um maior recrutamento e ativação de unidades motoras quando comparadas com os exercícios isotônicos (DUCHATEAU & HAINAUT, 1984).

Concorda-se assim como HANTEN & SCHULTHIES (1990), que defendem a teoria de que o músculo vasto medial oblíquo forte originando-se de um adutor fraco, apenas traciona o tendão dos adutores em direção à patela. Por outro lado, o grupo adutor forte proporciona ao músculo vasto medial oblíquo maior vantagem mecânica para o mesmo contrair-se. Os músculos adutores da articulação do quadril apresentam grande atividade quando se realiza a extensão resistida da articulação do joelho (BASMAJIAN & De LUCA, 1985). Os exercícios de adução são usados para efetivar a ação do músculo vasto medial oblíquo em relação ao músculo vasto lateral (HODGES & RICHARDSON, 1993).

Os resultados deste trabalho sugerem que os exercícios de adução da articulação do quadril poderiam ser realizados isométrica ou isotonicamente em pacientes com alterações da articulação fêmoro-patelar, variando-se as posições. Importante ressaltar, que tanto o exercício isotônico quanto o isométrico não provocam dor. Além disso, a tensão pode ser controlada, iniciando a contração em menor tempo e aumentando gradativamente o período da mesma.

## **5 EFEITO DOS EXERCÍCIOS DE SUBIR E DESCER UM DEGRAU**

O tratamento de várias patologias da articulação do joelho (tais como ligamentoplastia, meniscectomia, e outras), inclusive as da articulação fêmoro-patelar, freqüentemente inclui os exercícios de subir e descer um ou mais degraus, nos planos anterior, posterior ou lateral (MALONE, BLACKBURN & WALLACE, 1980; BREWSTER, MOYNES & JOBE, 1983; BRASK, LUEKE & SODERBERG, 1984; MANGINE, 1988; HILYARD, 1990; SHELBOURNE & NITZ, 1990; DOUCETTE & GOBLE, 1992 e REYNOLDS, WORRELL & PERRIN 1992).

No tratamento conservador das alterações da articulação fêmoro-patelar, os referidos exercícios estão indicados entre as fases intermediária e avançada,. (PEVSNER, JOHNSON & BLAZINA, 1979; PAULOS, 1980; ANTICH & BREWSTER,1986; McCONNELL,1986; SHELBOURNE & NITZ, 1990), com aumento da força muscular e a diminuição da dor (DEHAVEN, DOLAN & MAYER, 1979).

Importante salientar, que os exercícios em cadeia cinética fechada (que se caracterizam por apresentar o segmento distal do membro inferior fixo, enquanto que o proximal se move) de subir ou descer degraus, aproximam-se dos padrões de movimentos funcionais (contrações isométricas, concêntricas, excêntricas), e não só fortalecem a musculatura do membro inferior, diminuindo a dor na região anterior da articulação do joelho, como também proporcionam maior resistência, desenvolvem propriocepção (MAFFULLI, 1993), e permitem ao paciente readquirir esquema corporal, aumentar a estabilidade e a segurança no seu joelho (BREWSTER, MOYNES & JOBE, 1983 e SHELBOURNE & NITZ, 1990). A vantagem dos exercícios de se levantar de uma cadeira ou subir um degrau, é segundo HIRSCHBERG (1958), a de promover simultaneamente força, coordenação e amplitude de movimento. Além disso, os referidos exercícios permitem ao paciente acostumar-se gradativamente com o peso corporal para uma posição correta e manutenção do equilíbrio. Eles constituem o exercício de resistência progressiva efetivos, porque as contrações musculares precisam de um padrão reflexo de extensão, que é obtido pela facilidade proprioceptiva. As funções de suporte de peso, ou cadeia cinética fechada, são muito importantes nas atividades como subir escadas, apoiar-se sobre um membro, levantar-se de uma cadeira. Nestas atividades, os músculos da extremidade inferior são solicitados a realizar contrações potentes sobre o membro fixo; assim como as forças de

compressão são mínimas porque o grau de flexão da articulação do joelho é pequeno (ZAPPALA, TAFFEL & SCUDERI, 1992).

Os dados desta pesquisa revelaram que a atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo no exercício de subir um degrau (trabalho muscular concêntrico) foi significativamente maior do que no exercício de descer um degrau (trabalho muscular excêntrico). Estes resultados são confirmados pelos trabalhos de DUARTE CINTRA & FURLANI (1981); TATA et alii (1983); BRASK, LUEKE & SODERBERG (1984) e SOUZA & GROSS (1991). Uma possível explicação para este resultado parece estar relacionado, ao fato de que ao se comparar o trabalho concêntrico com o excêntrico evidencia-se que a contração excêntrica requer um número menor de unidades motoras, e conseqüentemente, a atividade eletromiográfica é menor ou mais baixa, embora a força exercida seja a mesma (KELLEY, 1971). Seguindo essa linha de raciocínio, LUNNEN, YACK & LeVEAU (1981) relataram que a diminuição da atividade eletromiográfica, quando os músculos são alongados, baseia-se no fato dos componentes elásticos serem colocados em estiramento, produzindo um aumento de força. Desta forma, para que a força muscular permaneça constante, é necessário que a força exercida pelos elementos contrácteis seja diminuída, podendo necessitar de menor demanda de unidades motoras. Da mesma maneira, BENNETT & STAUBER (1986) relataram que os músculos são menos ativos durante os exercícios excêntricos quando comparados com os concêntricos, pois no trabalho excêntrico um número menor de unidades motoras é requerido.

Como a maioria dos trabalhos consultados na literatura não estudou a atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo isoladamente, mas quase sempre com os outros componentes do músculo quadríceps da coxa, não foi possível uma comparação mais direta com esta pesquisa. Entretanto, apesar das

condições experimentais e o enfoque terem sido diferentes, os resultados deste trabalho e dos Autores abaixo citados, apresentam certa similaridade. DUARTE CINTRA & FURLANI (1981) investigaram a atividade eletromiográfica do músculo quadríceps da coxa nos movimentos de sentar-se e levantar-se da posição sentado. Os Autores observaram que todos os componentes do músculo quadríceps da coxa apresentaram maior grau de atividade no trabalho muscular concêntrico (levantar-se) do que no excêntrico (sentar-se) e acrescentaram que é bem conhecido o fato da contração concêntrica apresentar maior atividade do que a excêntrica, o que corrobora com BASMAJIAN & De LUCA (1985), que relataram ser o trabalho concêntrico maior que o excêntrico. No entanto, os Autores não justificaram porque isto ocorreu.

TATA et alii (1983) evidenciaram que a atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo foi maior tanto no exercício de subir como descer degrau de 23 centímetros de altura, seguida pelas atividades dos músculos vasto medial longo, vasto lateral e reto da coxa. A atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo aumentou cerca de 100 % subindo o degrau, e de 78 % descendo o degrau, que concordam com os resultados deste trabalho. Segundo estes Autores, o maior aumento da atividade eletromiográfica no movimento de subir, em relação ao de descer o degrau, pode ter ocorrido em razão da ação aceleradora da gravidade para descer o degrau, e um tempo maior suportando o peso do corpo para subir o degrau devido a resistência gravitacional. Além disso, Eles constataram que a atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo ocorreu primeiro e foi o de maior amplitude, o que provavelmente está relacionado com a ação estabilizadora deste músculo na patela e no joelho, prevenindo o deslocamento lateral da patela. BRASK, LUEKE & SODERBERG (1984) demonstraram que a atividade eletromiográfica do músculo vasto medial durante

trabalho muscular concêntrico de subir lateralmente um degrau foi significativamente maior do que no trabalho excêntrico. Os Autores relataram ainda, que a contração excêntrica requer menor atividade eletromiográfica pela habilidade do músculo usar componentes elásticos, mas acreditam que a tensão requerida foi provavelmente similar nas duas contrações, porém a amplitude do sinal eletromiográfico são menores no trabalho excêntrico.

BREWSTER, MOYNES & JOBE (1983) evidenciaram, através de pesquisas e observações clínicas, que o músculo gera mais força durante contração excêntrica do que na concêntrica, produzindo menor atividade eletromiográfica, o que aparentemente está em acordo com SODERBERG & COOK (1984), os quais relataram que quanto maior o torque (momento de uma força) menor a atividade eletromiográfica. A tensão muscular é desenvolvida tanto pelo alongamento como pelo encurtamento de suas fibras. No entanto, a contração excêntrica parece desenvolver maior tensão que concêntrica (KELLEY, 1971).

Um fator importante a salientar, na metodologia empregada nesta pesquisa, é o posicionamento do voluntário para executar os exercícios de subir e descer um degrau. Neste trabalho optou-se por posicionar o voluntário de costas, ou seja, com o calcanhar voltado para o degrau como sugerido por BREWSTER, MOYNES & JOBE (1983) e seguindo o protocolo de tratamento das alterações da articulação fêmoro-patelar de McCONNELL (1986), onde o paciente realizou o exercício com o membro lesado apoiado no degrau, enquanto o contra-lateral subia e descia o degrau realizando um trabalho muscular concêntrico e excêntrico, com o paciente posicionado de costas para o degrau. Além disso, BRUCINI et alii (1981) evidenciaram que a inclinação posterior do corpo aumentou a atividade eletromiográfica do músculo vasto medial, enquanto a inclinação anterior diminuiu. Entretanto, mais estudos são necessários nesse sentido, uma vez que no primeiro

momento, não se teve a intenção de comparar a atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo com o voluntário posicionado de frente e de costas para o degrau, assim como a literatura consultada não forneceu dados sobre o assunto.

Cumprе lembrar que, nas atividades como levantar-se da posição sentado, subir escadas, correr e pular, existe uma combinação do movimento de extensão da articulação do quadril com a extensão da articulação do joelho. Os músculos isquiotibiais agem como extensores da articulação do quadril, enquanto o músculo quadríceps da coxa estende a articulação do joelho, e isto alonga, de certa forma, os músculos isquiotibiais (uma vez que uma força máxima destes músculos extensores é produzida) freqüentemente estão retraídos em pacientes portadores de alterações da articulação fêmoro-patelar. Da mesma forma, ter posicionado o voluntário com o ante pé (parte distal) no degrau significou que o músculo gastrocnêmio de uma posição inicial encurtada, apresentou no final do movimento concêntrico de subir degrau, um alongamento passivo, o que clinicamente é relevante, uma vez que a exemplo dos músculos isquiotibiais estão normalmente retraídos em pacientes portadores de alterações da articulação fêmoro-patelar (McCONNELL, 1986; BOURNE et alii, 1988; WOODALL & WELSH, 1990; ZAPPALA, TAFFEL & SCUDERI, 1992 e RUFFIN & KININGHAM, 1993). Isto ocorre porque nesse exercício, há uma combinação do movimento de extensão da articulação do joelho, realizado pelo músculo quadríceps da coxa, com o movimento de flexão plantar da articulação do tÍbio-társica, realizado pelos músculos gastrocnêmios. Desta forma, quando o músculo quadríceps da coxa realiza a extensão da articulação do joelho, o músculo gastrocnêmio torna-se alongado.

Em relação a altura do degrau, a literatura não especifica qual o ideal para se realizar os exercícios de subir e descer degrau (BRASK, LUEKE & SODERBERG (1984). Entretanto, os Autores acrescentaram que a altura do degrau serve para controlar a magnitude da contração do músculo quadríceps da coxa, ou seja, quanto maior a altura, maior a atividade. Evidenciaram que a atividade eletromiográfica do músculo vasto medial foi significativamente maior no degrau de 19,2 centímetros do que no de 9,6 centímetros, porque o degrau mais alto aumentou o nível de tensão e a atividade eletromiográfica resultante. BREWERTON (1954/1955) utilizou, no exercício de subir, as alturas de 14,6 e 29,2 centímetros. Ele verificou que a atividade eletromiográfica dos músculos vasto medial e vasto lateral duplicou quando realizaram o exercício na altura de 29,2 centímetros em relação à de 14,6 centímetros. SOUZA & GROSS (1991) usaram degrau de 25,4 centímetros e TATA et alii (1983) de 23 centímetros. Esses dois Autores, no entanto, não justificaram o porquê destas alturas. Sobre esse assunto, BREWSTER, MOYNES & JOBE (1983) revelaram que a altura do degrau não deve exceder, na flexão do joelho, um ângulo maior do que 60 graus, dada a íntima relação desta com a força de reação da articulação fêmoro-patelar. Já PAULOS et alii (1980) evidenciaram que a altura do degrau deve ser ajustada de acordo com a tolerância do paciente em relação à dor.

Como comentado anteriormente, a altura do degrau possui uma relação direta com a força de reação da articulação fêmoro-patelar. Neste trabalho, apesar de não se ter medido o ângulo de flexão da articulação do joelho do voluntário, que está intimamente relacionada à estatura (comprimento do membro inferior) do voluntário optou-se por trabalhar no degrau de 17 centímetros porque acredita-se, como ZAPPALA, TAFFEL & SCUDERI (1992), que nesta altura, o grau de flexão da articulação do joelho não é tão grande, e conseqüentemente, a força

de reação da articulação fêmoro-patelar também não. Da mesma forma, HUNGERFORD & LENNOX (1983) demonstraram através de análise biomecânica, que os exercícios em cadeia cinética fechada, o menor estresse de contato na articulação fêmoro patelar (em Kg cm<sup>2</sup>) ocorreu entre 30 e 60 graus de flexão da articulação do joelho. Além disso, o maior torque de extensão parece ocorrer entre os ângulos de 50 e 60 graus ( LEHMKUHL & SMITH, 1989). Isso sugere que altura do degrau deve variar de acordo com a altura ou comprimento do membro inferior do paciente, de tal sorte que não aumente a força de reação da articulação fêmoro-patelar como também a área de contato articular.

Está bem documentado na literatura, que a força de reação da articulação fêmoro patelar é estimada 1,5 vezes o peso corporal durante a marcha, enquanto que para subir e descer escadas esse número aumenta para cerca de 3 vezes o peso corporal, e durante o agachamento para 5 vezes (REILLY & MARTENS, 1972; PAULOS et alii, 1980; ZAPPALA, 1992). Por outro lado, sabe-se também que as atividades como sentar-se, levantar-se de uma cadeira, permanecer em pé, caminhar, subir e descer degraus fazem parte da vida diária, e são denominadas de atividades funcionais. Portanto, essas atividades devem ser treinadas, em fase específica do tratamento, em pacientes portadores de alterações da articulação fêmoro-patelar ( DEHAVEN, DOLAN E MAYER, 1979; PEVSNER, JOHNSON & BLAZINA, 1979; BREWSTER, MOYNES & JOBE, 1983; McCONNELL, 1986; DOUCETTE & GOBLE, 1992). PAULOS et alii (1980) preconizaram para a fase intermediária do tratamento das alterações da articulação fêmoro-patelar, exercícios de extensão da articulação do joelho realizados nos últimos graus e com resistência progressiva, e exercícios de subir e descer lateralmente um degrau. Já BREWSTER, MOYNES & JOBE (1983) evidenciaram que em pacientes com ligamentoplastia ou menissectomizados, os exercícios

concêntrico e excêntrico de subir e descer degraus devem ser iniciados oito semanas após a cirurgia, uma vez que o músculo quadríceps da coxa participa ativamente das atividades da vida diária. HILYARD (1990) enfatizou, uma vez que o paciente dominou as contrações isométricas do músculo vasto medial oblíquo, deve ser iniciado um trabalho isotônico, e este poderia ser realizado em cadeia cinética fechada, num primeiro momento com carga parcial e, posteriormente com carga total. A Autora revelou ainda, que muitas estruturas envolvidas no alinhamento patelar têm uma função dinâmica (estabilizadores dinâmicos) e são freqüentemente ativadas quando o paciente está com carga total. HAFFAJEE, MORITZ & SUANTESSONG (1972) acrescentaram que as atividades da vida diária ocorrem em posição semi fletida da articulação do joelho (cerca de 50 graus), como no subir e descer escadas.

Apesar de não se ter trabalhado com pacientes portadores de alterações da articulação fêmoro-patelar, de acordo com a sintomatologia dolorosa do paciente, os exercícios de descer um degrau poderiam preceder os de subir um degrau no início da sessão de tratamento. Este procedimento está de acordo com os de ANTICH & BREWSTER (1986), que evidenciaram aumento na intensidade da dor durante trabalho muscular concêntrico em relação ao excêntrico. De qualquer forma, os exercícios de subir e descer um degrau parecem recuperar a função do músculo vasto medial oblíquo. No entanto, novos estudos são necessários relacionando a estatura do voluntário, a altura do degrau, e conseqüentemente, o ângulo de flexão da articulação do joelho, ou seja, controlar a altura do degrau e a estatura do voluntário de forma que o ângulo de flexão da articulação do joelho seja o mesmo.

Antes de finalizar a discussão, seguem-se alguns comentários acerca dos aspectos da metodologia geral aplicada neste trabalho

#### Tipo e colocação dos eletrodos.

Em relação ao tipo e colocação dos eletrodos, a literatura evidencia vários trabalhos eletromiográficos realizados com eletrodos de superfície (MURPHEY, BLANTON & BIGGS, 1971; SNYDER & FORWARD, 1972; HAFFAJEE, MORITZ & SUANTESSONG 1972; DEUTSCH & LIN, 1978; KNIGHT, MARTIN & LONDEREE, 1979; ELORANTA & KOMI, 1980; WILD JR., FRANKLIN & WOODS, 1982; STRATFORD, 1982; SODERBERG & COOK, 1983; TATA et alii 1983; STOCKS & YOUNG, 1984). Decidiu-se pelos eletrodos de superfície, já que não provocam dor (WHEATLEY & JAHNKE, 1951 e BREWERTON, 1954/ 1955), medo ou qualquer tipo de desconforto ao voluntário, além de ser um método confiável para se obter registro eletromiográfico (PHILIPSON & LARSSON, 1988). Outros pesquisadores como HOUTZ & FISCHER (1959) e ALLINGTON et alii (1966), utilizaram eletrodos de superfície e de agulha e observaram um resultado similar. Por outro lado, HANTEN & SCHULTHIES (1990) escolheram os de agulha porque evidenciaram que os mesmos são mais seletivos para detectar a atividade eletromiográfica, e que os de superfície analisam a atividade de uma forma mais abrangente, que está em desacordo com McINTYRE & ROBERTSON (1992), quando revelaram que os eletrodos de superfície são capazes de captar seletivamente a atividade eletromiográfica dos músculos.

Já em relação a colocação dos eletrodos, apesar de SODERBERG & COOK (1983) relatarem que embora exista consenso de que o tamanho, a distância e a orientação topográfica dos eletrodos possam influenciar o registro eletromiográfico, não há métodos descritos para a localização dos eletrodos de superfície. BASMAJIAN & De LUCA (1985) revelaram que os eletrodos de superfície devem ser colocados na área mediana do músculo, entre o ponto motor e

o tendão e não na borda, evitando-se assim, o risco de linha cruzada. Neste trabalho, optou-se por fixar os eletrodos de superfície no músculo vasto medial oblíquo a 5 centímetros acima da margem supra medial da patela, baseado em trabalho de MONTEIRO PEDRO & VITTI (1989). Além disso, Autores como TEPPERMAN et alii (1986) e HANTER & SCHULTHIES (1990), inseriram os eletrodos a 4 e 5 centímetros respectivamente, acima da margem supra medial da patela. Já KNIGHT, MARTIN & LONDEREE (1979) colocaram no ventre muscular do vasto medial oblíquo, sem no entanto, especificarem a distância de qualquer ponto anatômico de referência.

#### Período de contração e comando verbal

Outros dois elementos importantes da metodologia empregados nos exercícios isométricos foram o período de contração e o comando verbal. O voluntário foi orientado a manter a contração por 5 segundos. Esse período de contração foi escolhido porque tem sido bastante utilizado na prática clínica, não causando fadiga muscular ou qualquer desconforto para o paciente, e também por trabalhos realizados por LIEB & PERRY (1971), HAFFAJEE, MORITZ & SUANTESSONG (1972), CURRIER (1977), DEHAVEN, DOLAN & MAYER, (1979); MURRAY et alii, (1980); MOLLER et alii (1986) e SOUZA & GROSS (1991). Da mesma forma, a utilização do comando verbal tem sido relatada na literatura nos exercícios isométricos de contração máxima (LIEB & PERRY, 1971; PEVSNER, JOHNSON & BLAZINA, 1979; TEPPERMAN et alii, 1986; DRAPER, 1990; REYNOLDS, WORRELL & PERRIN, 1992 e BANDY & HANTEN, 1993). A observação assistemática das respostas dos voluntários a esse tipo de comando

verbal, sugere a possibilidade deste ter funcionado como um agente estimulador da atividade muscular máxima.

Para finalizar essa discussão, considere-se os aspectos gerais do presente estudo: não foi intenção comparar a atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo entre os exercícios, pois considera-se que os mesmos estão indicados em diferentes fases do tratamento. Entretanto, considerando a existência destas fases no tratamento conservador e os resultados obtidos, sugere-se que os exercícios isométricos de contração máxima de extensão da articulação do joelho, assim como os de adução isotônica e isométrica de contração máxima da articulação do quadril, poderiam ser realizados na fase inicial do tratamento, uma vez que teoricamente, os referidos exercícios não provocam dor, pode-se controlar a intensidade (ou período) de contração, e por serem realizados tanto nos últimos graus (15 graus), como com a articulação do joelho em extensão total, onde não há contato articular, a força de reação da articulação fêmoro-patelar é pequena e a crepitação, se existir, pode ser limitada. Além disso, a atividade eletromiográfica é maior neste ângulo, em relação ao de 50 graus, embora a diferença não tenha sido significativa. Por outro lado, fatores como objetivo do tratamento conservador, quadro clínico do paciente (semiologia, área de contato articular e força de reação da articulação fêmoro-patelar), além de exames complementares (Raios X, tomografia computadorizada, ultra-sonografia e ressonância magnética) são determinantes na escolha do ângulo de flexão da articulação do joelho para se realizar os exercícios isométricos de contração máxima de extensão. Posteriormente, no final do tratamento os exercícios em cadeia cinética fechada de subir e descer um degrau poderiam ser iniciados, porque nesta fase o músculo vasto medial oblíquo provavelmente já recuperou sua função.

Importante salientar, que a amostra utilizada nesta pesquisa foi de indivíduos normais, e que novos estudos são necessários para se verificar não só a influência destes exercícios em pacientes portadores de alterações da articulação fêmoro-patelar, como também a atividade eletromiográfica do músculo vasto lateral, comparada com a do vasto medial oblíquo. Se o músculo vasto lateral apresentar uma atividade maior que a do músculo vasto medial oblíquo, estes tipos de exercícios, aparentemente, não adicionarão grandes benefícios, uma vez que a força do músculo vasto medial oblíquo deve-se opor a do músculo vasto lateral. Desta forma é importante encontrar um tratamento que enfatize o fortalecimento do músculo vasto medial a um nível igual ou maior do que os outros componentes do músculos quadríceps da coxa.

**CONCLUSÕES**

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho, dentro das condições experimentais utilizadas, permitem concluir que:

Não existiu diferença significativa entre a atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo nos exercícios isométricos de contração máxima de extensão da articulação do joelho, flexionada a 15 e a 50 graus, com a articulação do quadril em posição neutra ou aduzida a 15 graus.

Nos exercícios de adução da articulação do quadril com a articulação do joelho em extensão total, a atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo foi significativamente maior nos dois exercícios isométricos de contração máxima (na posição sentado e em decúbito lateral) quando comparada com a do exercício isotônico livre em decúbito lateral. Entre os dois exercícios isométricos de contração máxima, a diferença encontrada não foi significativa.

A atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo, no exercício de subir um degrau foi, significativamente maior do que na de descer um degrau.

Os exercícios isométricos de contração máxima de adução da articulação do quadril, com a articulação do joelho em extensão total, poderiam ser realizados para se recuperar a função do músculo vasto medial oblíquo, na fase inicial do tratamento das alterações da articulação fêmoro-patelar, porque os

músculos adutores parecem efetivar a contração do músculo vasto medial oblíquo ou ainda oferecem melhores condições para o referido músculo se contrair.

A escolha da posição sentado ou decúbito lateral para realizar-se os exercícios isométricos de contração máxima de adução da articulação do quadril poderia ser determinada pelas condições biológicas individuais dos pacientes, já que não foi encontrada diferença estatisticamente significativa na contração do músculo vasto medial oblíquo nestas posições.

O músculo vasto medial oblíquo pode ser fortalecido através de exercícios de subir e descer um degrau, podendo ser usado na sua recuperação, inicialmente com trabalho excêntrico e, posteriormente, concêntrico.

**RESUMO**

## RESUMO

A proposta deste trabalho foi analisar eletromiograficamente a participação do músculo vasto medial oblíquo em exercícios, comumente recomendados na fisioterapia, principalmente em pacientes com alterações na articulação fêmoro-patelar: isométricos de contração máxima de extensão da articulação do joelho na posição sentado, variando o ângulo de flexão em 15 e 50 graus e a posição da articulação do quadril em neutra e em adução de 15 graus; isotônico livre e isométrico de contração máxima de adução da articulação do quadril, com a articulação do joelho em extensão total, nas posições sentado e decúbito lateral; subir e descer um degrau. Foram estudados 15 voluntários adultos normais, utilizando um eletromiógrafo de 8 canais e mini eletrodos de superfície tipo BECKMAN. O método estatístico empregado foi a análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey. Os resultados evidenciaram que a atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo nos exercícios de contração máxima da articulação do joelho flexionada a 15 graus não diferenciou significativamente do mesmo exercício realizado com a articulação do joelho a 50 graus, assim como no realizado a 15 graus de flexão da articulação do joelho, com a articulação do quadril aduzida a 15 graus. Em relação aos exercícios de adução, a atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo foi significativamente maior nos dois exercícios isométricos de contração máxima quando comparada à do isotônico livre em decúbito lateral. Por outro lado, a diferença na atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo, entre os dois exercícios isométricos de contração máxima, não foi significativa. Os dados desta pesquisa mostraram ainda, que a atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo nos exercícios de subir um degrau foi significativamente maior do que nos de descer um degrau. Estes resultados sugerem que nos traumas e doenças da

articulação do joelho, principalmente na fase inicial do tratamento das alterações da articulação fêmoro-patelar, os exercícios de extensão da articulação do joelho para recuperar a função do músculo vasto medial oblíquo, poderiam ser realizados isometricamente no ângulo de 15 graus de flexão, uma vez que neste ângulo, o referido músculo teria uma participação mais efetiva. Os achados permitem sugerir ainda, que nos estágios preliminares do tratamento conservador das alterações da articulação fêmoro-patelar, os exercícios de adução da articulação do quadril com a articulação do joelho em extensão poderiam ser executados isométrica ou isotonicamente, nas posições sentado ou decúbito lateral, dependendo das condições biológicas de cada paciente. Além disso, os dados mostraram que os exercícios de subir e descer um degrau, normalmente recomendados na fase final do tratamento, poderiam recuperar a função do músculo vasto medial oblíquo, especialmente o de subir um degrau cujo trabalho é concêntrico.

## **SUMMARY**

## **SUMMARY**

The purpose of this study was to analyse electromyographically the activity of the vastus medialis oblique during exercises which are usually advised in physical therapy, mainly to those with patellofemoral dysfunction. Using an 8 channels Nicolet electromyograph and Beckman surface mini electrodes, the electrical activity was recorded during exercises as follows: maximal isometric contraction of the joint extension at sitting position at 15° and 50° at flexion, with hip joint position at neutral and 15° of adduction; free isotonic and maximal isometric contraction of hip adduction with knee extension at sitting and decubitus lateralis positions; step on and step down exercises. Fifteen volunteers without prior knee pathology were employed at this study. The data were statistically calculated employing analysis of variance (ANOVA) and Tukey test. The results showed that there was no significant difference among exercises carried out with maximal isometric contractions of the knee joint extension at 15° or 50°, as well at 15° of knee flexion followed by 15° of the hip adduction joint. Concerning the adduction exercises the electromyographic activity of the vastus medialis oblique muscle, was significant higher in both exercises of maximal contraction when compared with free isotonic at decubitus lateralis. On the other hand, there was no significant difference of the electromyographic activity of the vastus medialis oblique muscle between the two exercises of maximal isometric contractions. It was observed a more significant difference of electromyographic activity of the vastus medialis obliquos muscle in the exercise of step in the step down. The results suggest that in the knee trauma and knee pathology, mainly at prior stages of patellofemoral joint dysfunction, the exercise of knee joint extension can be performed, in order to recover the total function of the vastus medialis obliquos muscle, isometrically with the knee joint inflected at 15° once at this angle, this muscle would have a major participation. The

results observed, allows to suggest that at prior stages of treatment of patellofemoral dysfunction, the exercise of knee joint could be performed isometric or isotonicaly, at sitting and decubitus lateralis position, depending on the biological conditions of each patient. Besides, the data show that exercises of step on and step down, usually advised at the final stage of the treatment, would recover the vastus medialis oblique muscle function, specially in step on, where the work is concentric.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS \*

- ADLER, N.; PERRY, J.; KENT, B.; ROBERTSON, K. Electromyography of the vastus medialis oblique and vasti in normal subjects during gait. *Electromyogr. Clin. Neurophysiol.*, 23: 643-9, 1983.
- ALLINGTON, R.O.; BAXTER, M.L.; KOEPKE, G.H.; CRISTOPHER, R.P. Strengthening techniques of the quadriceps muscles: an electromyographic evaluation. *Phys. Ther.*, 46: 1173-6, 1966.
- ANDRIACCHI, T.P.; ANDERSON, G.B.J.; ORTENGREN, R.; MIKOSZ, R.P. A study of factors influencing muscle activity about the knee joint. *J. Orthop. Res.*, 1: 266-75, 1984.
- ANTICH, T.J. & BREWSTER, C.E. Modification of quadriceps tensoris muscle exercises during knee rehabilitation. *Phys. Ther.*, 66: 1246-51, 1986.
- ARNOLD, P.G. & PRUNES-CARRILLO, F. Vastus medialis muscle flap for functional closure of the exposed knee joint. *Plast. Reconstr. Surg.*, 68: 69-72, 1981.
- BANDY, W.D. & HANTEN, W.D. Changes in torque and electromyographic activity of the quadriceps femoris muscles following isometric training. *Phys. Ther.*, 73: 455-67, 1993.
- BASMAJIAN, J. Re-education of vastus medialis: A misconception. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 51: 245-7, 1970.

---

\* De acordo com NB-66; da Associação Brasileira de Normas e Técnicas, 1978. Abreviaturas de periódicos segundo *World List of Scientific Periodicals*.

- BASMAJIAN, J.V. & De LUCA, C.J. Muscle alive: their function revealed by electromyography. 5. ed. Baltimore, Williams & Wilkins, 1985. 561 p.
- BENNETT, J.G. & STAUBER, W.T. Evaluation and treatment of anterior knee pain using eccentric exercise. Med. Sci. Sport Exerc., 18: 526-30, 1986.
- BENTLEY, G.; DOWD, G.; ORTH, M.C.H. Current concepts of etiology and treatment of chondromalacia patellae. Clin. Orthop., 189: 209-28, 1983.
- BENTLEY, G. Articular cartilage changes in chondromalacia patellae. J. Bone Jt. Surg., 67: 769-74, 1985.
- BIGOS, S.J. & McBRIDE, G.G. The isolated lateral reticular release in the treatment of patellofemoral disorders. Clin. Orthop., 186: 75-80, 1984.
- BOHANNON, R.W. Effect of electrical stimulation to the vastus medialis muscle in a patient with chronically dislocating patellae. A case report. Phys. Ther., 63: 1445-7, 1983.
- BOHANNON, R.W.; GAJDOSIK, R.L.; LeVEAU, B.F. Isokinetic knee flexion and extension torque in the upright sitting and semireclined sitting positions. Phys. Ther., 66: 1083-6, July, 1986.
- BOSE, K.; KANAGASUNTHERAM, R.; OSMAN, M.B.H. Vastus medialis oblique: an anatomic and physiologic study. Orthopedics; 3: 880-3, 1980.
- BOUCHER, J.P.; KING, M.A.; LEFEBURE, R.; PEPIN, A. Quadriceps femoris muscle activity in patellofemoral pain syndrome. Am. J. Sports Med., 20: 527-32, 1992.

- BOURNE, M.H.; HAZEL, W.A.; SCOTT, S.G.; SIM, F.H. Anterior knee pain. Mayo Clin. Proc., 63: 482-91, 1988.
- BRASK, B.; LUEKE, R.H.; SODERBERG, G.L. Electromyographic analyzing of selected muscles during the lateral step-up exercise. Phys. Ther., 64: 324-9, 1984.
- BREWERTON, D.A. The function of the vastus medialis muscle. Ann. Phys. Med., 2: 164-8, 1954/1955.
- BREWSTER, C.E.; MOYNES, D.R.; JOBE, F.W. Rehabilitation for anterior cruciate reconstruction. J. Orthop. Sports Phys. Ther., 5: 121-6, 1983.
- BRUCINI, M.; DURANTI, R.; GALLETTI, R.; PANTALEO, T.; ZUCCHI, P.L. Pain thresholds and electromyographic features of periarticular muscles in patients with osteoarthritis of the knee. Pain, 10: 57-66, 1981.
- CAMPBELL, D.E. & GLENN, W. Rehabilitation of the flexor and knee extensor muscle strength in patients with meniscectomies, ligaments repairs, and chondromalacia. Phys. Ther., 62: 10-5, 1982.
- CARLSÖÖ, S. The static muscle load in different work positions: an electromyographic study. Ergonomics, 4: 193-210, 1961.
- COOK, T.M.; ZIMMERMANN, C.L.; LUX, K.M.; NEUBRAND, M.; NICHOLSON, T.D. EMG comparison of lateral step-up and stepping machine exercise. J. Orthop. Sports Phys. Ther., 16: 108-13, 1992.
- CROSBY, E. B. & INSALL, J. Recurrent dislocation of the patella: relation treatment to osteoarthritis. Am. J. Bone Jt. Surg., 58: 9-13, 1976.

- CROSS, M.J. & WALDROP, J. The patella index as a guide to the understanding and diagnosis of patello-femoral instability. Clin. Orthop. Rel. Res., 110: 174-6, 1985.
- CURRIER, D. P. Positioning for knee strengthening exercises. Phys. Ther., 57: 148-52, 1977.
- DAVIDSON, K. Patellofemoral pain syndrome. Am. Fam. Physician, 48: 1254-62, 1993.
- DEHAVEN, K.E.; DOLAN, W.A.; MAYER. P.J. Chondromalacia patellae in athletes: clinical presentation and conservative management. Am. J. Sports Med., 7: 5-11, 1979.
- DEHAVEN, K.E.; DOLAN, W.A.; MAYER. P.J. Chondromalacia patellae and the painful knee. Am. J. Physician, 21: 117-24, 1980.
- DEUTSCH, H.D. & LIN, D.C. Quadriceps kinesiology (EMG) with varying hip joint flexion and resistance. Archs. Phys. Med. Rehabil., 59: 231-6, 1978.
- DEVEREAUX, M.D.; PAAR, G.R.; LACHMANN, S.M.; PAGE THOMAS, D.P.; HAZLEMAN, B.L. Thermographic diagnosis in athletes with patellofemoral arthralgia. J. Bone Jt. Surg., 68: 42-4, 1986.
- DOUCETTE, S.A. & GOBLE, M. The effect of exercise on patellar tracking in lateral patellar compression syndrome. Am. J. Sports Med., 20: 434-40, 1992.
- DRAPER, V. Electromyographic biofeedback and recovery of quadriceps femoris muscle function following anterior cruciate ligament reconstruction. Phys. Ther., 70: 11-7, 1990.

- DUARTE CINTRA, A.I. & FURLANI, J. Electromyographic study of quadriceps femoris in man. Electromyogr. Clin. Neurophysiol., 21: 539-54, 1981.
- DUCHATEAU, J. & HAINAUT, K. Isometric or dynamic training: differential effects on mechanical properties of a human muscle. J. Appl. Physiol., 56: 296-301, 1984.
- ELORANTA, V. Coordination of the thigh muscles in static leg extensions (extension). Electromyogr. Clin. Neurophysiol., 29: 227-33, 1989.
- ELORANTA, V. & KOMI, P.V. Function of the quadriceps femoris muscle under maximal concentric and eccentric contractions. Electromyogr. Clin. Neurophysiol., 20: 159-74, 1980.
- ELORANTA, V. & KOMI, P.V. Function of the quadriceps femoris muscle under the full range of forces and differing contraction velocities of concentric work. Electromyogr. Clin. Neurophysiol., 21: 419-31, 1981
- ENG, J.J. & PIERRYNOWSKI, M.R. Evaluation of soft foot orthotics in the treatment of patello femoral pain syndrome. Phys. Ther., 73: 62-70, 1993.
- FICAT, R.P.; PHILIPPE, J.; HUNGERFORD, D.S. Chondromalacia patellae: a system of classification. Clin. Ortop., 144: 55-6, 1979.
- FISHER, R.L. Conservative treatment of patello femoral pain. Orthop. Clin. N. Am., 17: 269-72, 1986.
- FOX, T.A. Displasia of the quadriceps mechanism, hypoplasia of the vastus medialis muscle as a related to the hypermobile patella syndrome. Surg. Clin. N. Am., 55: 199-226, 1975.

- FRANCIS, R.S. & SCOTT, D.E. Hypertrophy of the vastus medialis in knee extension. Phys. Ther., 54: 1066-70, 1974.
- FUJIWARA, M. & BASMAJIAN, J.V. Electromyographic study of two joint muscles. Am. J. Phys. Med., 54: 234-42, 1975.
- GERBER, L.H. Exercise and arthritis. Bull Rheumatis, 39: 1-9, 1990.
- GOODFELLOW, J.; HUNGERFORD, D.S.; ZINDEL, M. Patello femoral joint mechanisms and pathology. J. Bone Jt. Surg., 58: 287-90, 1976.
- GREENFIELL, M.A. & SCOTT, W.N. Arthroscopic evaluation and treatment of the patellofemoral joint. Orthop. Clin. N. Am., 23: 578-600, 1992.
- GRUBER, M.A. The conservative treatment of chondromalacia patellae. Orthop. Clin. N. Am., 10: 105-15, 1979.
- HAFFAJEE, D.; MORITZ, V.; SUANTESSONG, G. Isometric knee extension strength as a function of joint angle muscle length and motor unit activity. Acta Orthop. Scand., 43: 138-47, 1972.
- HALLEN, L.G. & LINDAHL, O. Muscle function in knee extension. An EMG study. Acta Orthop. Scand., 38: 434-44, 1967.
- HANTEN, W.P. & SCHULTHIES, S.S. Exercise effect on electromyographic activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis muscles. Phys. Ther., 7: 561-5, 1990.
- HANTER, S.C.; MARASCALVO, R.; HUGHSTON, J.C. Disruption of vastus medialis oblique with medical knee ligament injuries. Am. J. Sports Med., 11: 427-31, 1983.

- HEBERT, L.J.; De SERRES, S.J.; ARSENAULT, A.B. Co contraction of the elbow muscles during combined tasks of pronation-flexion and supination-flexion. Electromyogr. Clin. Neurophysiol., 31: 483-8, 1991.
- HILYARD, A. Recent developments in the management of patellofemoral pain: the McConnell program. Physiotherapy, 76: 559-65, 1990.
- HIRSCHBERG, G. The use of stand-up and step-up exercise in rehabilitation. Clin. Orthop., 12: 30-46, 1958.
- HODGES, P.W. & RICHARDSON, C.A. The influence of isometric hip adduction on quadriceps femoralis activity. Scand. J. Rehabil. Med., 25: 57-62, 1993.
- HOUTZ, S.J.; LEBOW, M.J.; BEYER, F.R. Effect of posture on strength of the flexor and extensor muscles. J. App. Physiol., 11: 475-80, 1957.
- HOUTZ, S.J. & FISCHER, F.I. An analysis of muscle action and joint excursion during exercise on a stationary bicycle. J. Bone Jt. Surg., 41: 123-31, 1959.
- HOWELL, D. In: ANTICH, T.J. & BREWSTER, C.E. Modification of quadriceps tensoris muscle exercises during knee rehabilitation. Phys. Ther., 66: 1246-51, 1986.
- HUNGERFORD, D.S. & BARRY, M. Biomechanics of the patellofemoral joint. Clin. Orthop., 144: 9-15, 1979.
- HUNGERFORD, D.S. & LENNOX, D. Rehabilitation of the knee in disorders of the patellofemoral joint: relevant biomechanics. Orthop. Clin. N. Am., 14: 397-402, 1983.

- INSALL, J.; FALVO, K., WISE, D.W. Chondromalacia patellae - a perspective study. Am. J. Bone Jt. Surg., 58: 1-8, 1976.
- INSALL, J. Chondromalacia patellae: patellar malalignment syndrome. Orthop. Clin. N. Am., 10: 117-27, 1979.
- INSALL, J. Current concepts review patella pain. J. Bone Jt. Surg., 64: 147-52, 1982.
- INSALL, J. Transtornos de la rodilla. In: Surgery of the knee. Trad Pablo Roval. Buenos Aires, Ed. Medica Pan Americana, 1986. 477 p.
- KANNUS, P.A. Long patellar tendon: radiographic sign of patellofemoral pain syndrome - a prospective study. Radiology, 185: 859-63, 1992.
- KANNUS, P.; NATRI, A.; NIITYAMÄKI; JÄRVINEN, M. Effect of intra-articular glycosamino glycan polysulfate treatment on patellofemoral pain syndrome. A prospective, randomized double-blind trial comparing glucosa minoglycan poliysulfate with placebo and quadriceps muscle exercises. Arthritis Rheum., 35: 1053-9, 1992.
- KARST, G.M. & JEWETT, P.D. Electromyographic analysis of exercises proposed to differential activation of medial and lateral quadriceps femorais muscle components. Phys. Ther., 73: 286-99, 1993.
- KELLEY, D.L.; (1971) Apud SANTANA, M.F. Estudo eletromiográfico dos mm biceps femuris, (caput longun), semitendinous e semimembranosus nos movimentos de flexão e extensão da perna em mesa flexora. Piracicaba, FOP-UNICAMP, 1988: 87 p. (Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Biologia e Patologia Buco-Dental, Área de Anatomia).

- KETTELKAMP, D.B. Current concepts review management of patellar malalignment. J. Bone Jt. Surg., 63: 1344-8, 1981.
- KIESSELBACH, A. (1954-55) Apud MACHADO DE SOUSA, O. & VITTI, M. Estudo eletromiográfico do músculo addutor longus e addutor magnus no homem. Revta Hosp. Clín. Fac. Med. Univ. S. Paulo, 22: 385-94, 1967.
- KNAPIK, J.J.; WRIGHT, J.E.; MAWDSLAY, R.H.; BRAUN, J. Isometric, isotonic, and isokinetic torque variations in four muscle groups through a range of joint motion. Phys. Ther., 63: 938-47, 1983.
- KNIGHT, K.Z.; MARTIN, J.A.; LONDEREE, B.R. EMG comparison of quadriceps femoris activity during knee extension and straight leg raises. Am. J. Phys. Med., 58: 57-67, 1979.
- LAURIN, C.A.; LEVESQUE, H.P.; DEUSSAULT, R.; LABELLE, H.; PEIDES, J.P. The abnormal lateral patellofemoral angle. Am. J. Bone Jt. Surg., 60: 55-60, 1978.
- LEHMKUHL, L D. & SMITH, L.K. Cinesiologia clinica de Brunnstrom. 4. ed. São Paulo, Manole, 1989. 466p.
- LENNINGTON, K.R. & YANCHULEFF, T.T. The use of isokinetics in the treatment of chondromalacia patellae: a case report. J. Orthop. Sports Phys. Ther., 4: 176-8, 1983.
- LeVEAU, B. F. & ROGERS, C. Selective training of the vastus medialis muscle using EMG biofeedback. Phys. Ther., 60(11): 1410-4, 1980.
- LEVINE, J. Chondromalacia patella. PhysicianSports Med., 7: 41-9, 1979.

- LIEB, F.J. & PERRY, J. Quadriceps function. An anatomical and mechanical study using amputated limbs. J. Bone Jt. Surg., 50: 1535-48, 1968.
- LIEB, F.J. & PERRY, J. Quadriceps function. An electromyographic study under isometric conditions. Am. J. Bone Jt. Surg., 53: 749-58, 1971.
- LUNNEN, J.D. YACK, J.; LeVEAU, B.F. Relationship between muscle length, muscle activity, and torque of the hamstring muscle. Phys. Ther., 61:190-5, 1981.
- MACHADO DE SOUSA, O. & VITTI, M. Estudo eletromiográfico do músculo adductor longus e adductor magnus no homem. Revta Hosp. Clin. Fac. Med. Univ. S. Paulo, 22: 385-94, 1967.
- MAFFULLI, N. In: ENG, J.J. & PIERRYNOWSKI, M.R. Evaluation of soft foot orthotics in the treatment of patello femoral pain syndrome. Phys. Ther., 73: 62-70, 1993.
- MALONE, T.; BLACKBURN, T.A.; WALLACE, L.A. Knee rehabilitation. Phys. Ther., 60: 1602-10, 1980.
- MANGINE, R. E. Physical therapy of the knee. New York, Churchill Livingstone, 1988. 250p.
- MARIANI, P.P. & CARUSO, I. An electromyographic investigation of sub luxation of the patella. J. Bone Jt. Surg., 61: 169-71, 1979.
- MARKS, TR. Quadriceps strength training for osteo-arthritis of the knee: a literature review and analysis. Physiotherapy, 79: 13-8, 1993.

- McCONNELL, J. The management of chondromalacia patellae: a long-term solution. Aust. J. Physioth., 32: 215-23, 1986.
- McCONNELL, J. In: KARST, G.M. & JEWETT, P.D. Electromyographic analysis of exercises proposed to differential activation of medial and lateral quadriceps femoralis muscle components. Phys. Ther., 73: 286-99, 1993.
- McINTYRE, D.L. & ROBERTSON, G.E. Quadriceps muscle activity in women runners with and without patellofemoral pain syndrome. Archs. Phys. Med. Rehabil., 73: 10-4, 1992.
- MINOR, S.D. In: SOUZA, D.R. & GROSS, M.T. Comparison of vastus medialis obliques: vastus lateralis muscle integrated electromyographic ratios between healthy subjects and patients with patello femoral pain. Phys. Ther., 71: 310-20, 1991.
- MOLLER, B.N.; KREBS, B.; TIDEMAND-DAL, C.; AARIS, K. Isometric contractions in the patellofemoral pain syndrome. An electromyographic study. Archs. Orthop. Trauma Surg., 105: 25-7, 1986.
- MOLLER, B.N.; JURIK, A.G.; TIDEMAND, DAL, C.; KREBS, B.; AARIS, K. The quadriceps function in patellofemoral disorders: a radiographic and electromyographic study. Orthop. Trauma Surg., 106: 195-8, 1987.
- MONTEIRO PEDRO, V. & VITTI, M. Estudo eletromiográfico do músculo vasto medial oblíquo na extensão do joelho nas posições sentado e em decúbito dorsal. In: SEMINÁRIO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA, 2, UNICAMP, 1989. p. 121. Anais.de 1989.

- MONTEIRO PEDRO, V.; NOVAES, P.D.; SILVA, E. FOP-UNICAMP, 1992  
(Comunicação Pessoal).
- MURPHEY, D.L.; BLANTON, P.L.; BIGGS, N.L. Electromyographic investigation of the knee in normal adults. Am. J. Phys. Med., 5: 80-90, 1971.
- MURRAY, M.P.; GARDNER, G.M.; MOLLINGER, L.A.; SEPIC, S.B. Strength of isometric and isokinetic contraction - knee muscles of men aged 20 to 86. Phys. Ther., 60: 412-9, 1980.
- NEWMANN, D.A.; COOK, T.M.; SHOLTY, R.L.; SOBUSH, D.C. An electromyographic analysis of hip abductor muscle activity when subjects are carrying loads in one or both hands. Phys. Ther., 72: 207-17, 1991.
- NISSELL, R. & ERICSON, M. Patellar forces during isokinetic knee extension. Clin. Biomed., 7: 104-8, 1992.
- OSBORNE, A.H. & FULFORD, P.C. Lateral release of chondromalacia patellae. J. Bone Jt. Surg., 64: 202-5, 1982.
- OUTERBRIDGE, R.E. (1961) Apud PEVSNER, D.N.; JOHNSON, J.R.G.; BLAZINA, M.E. The patellofemoral joint and its implications in the rehabilitation of the knee. Phys. Ther., 59: 869-74, 1979.
- OUTERBRIDGE, R.E. & DUNLOP, J. The problem of chondromalacia patellae. Clin. Orthop. Rel. Res., 110: 177, 1975.
- PAAR, O.; BERNETT, P.; HUYER, C. Experiences with patellar chondropathy: ethiology, diagnosis, and therapy. Int. J. Sports Med., 6: 308-13, 1985.

- PALUMBO, P.M.J. Dynamic patellar brace: a new orthosis in the management of patellofemoral disorders. A preliminary report. Am. J. Sports Med., 9: 45-9, 1981.
- PAULOS, L.; RUSCHE, K.; JOHNSON, C. NOYSE, R.F. Patellar malalignment: a treatment rationale. Phys. Ther., 60: 16224, 1980.
- PAVONE, E. & MOFFAT, M. Isometric torque of quadriceps femoris after concentric, eccentric and isometric training. Archs. Phys. Med. Rehabil., 66: 168-70, 1985.
- PEVSNER, D.N.; JOHNSON, J.R.G.; BLAZINA, M.E. The patellofemoral joint and its implications in the rehabilitation of the knee. Phys. Ther., 59: 869-74, 1979.
- PHILIPSON, L. & LARSSON, P.G. The electromyographic signal as a measure of muscular force: a comparison of detection and quantification techniques. Electromyogr. Clin. Neurophysiol., 28: 141-50, 1988.
- POPOCK, G.S. (1963) Apud SODERBERG, G.L.; MINOR, S.D.; ARNOLD, K.; Henry, T.; CHATTERSON; J.K.; POPPE, D.R.; WALL, C. Electromyographic analysis of knee exercises in healthy subjects and in patients with knee pathologies. Phys. Ther., 67: 1691-6, 1987.
- PORTNEY, L. Eletromiografia e testes de velocidade de condução nervosa IN: SULLIZAN, O.; SUSAN, B.; SHMITZ THOMAZ, J. Reabilitação física: avaliação e tratamento. 2. ed. São Paulo, Manole, 1993. Cap. 10, p.183-223
- POTTER, J.P. & KIRBY, R.L. Relationship between electromyographic activity of the vastus lateralis while standing and the extent of bilateral simulated knee flexion contractures. Am. J. Phys. Med. Rehabil., 70: 301-5, 1991.

- REIDER, B.; MARSHALL, J.L.; WARREN, R.F. Clinical characteristics of patellar disorders in young athletes. Am. J. Sports Med., 9: 270-4, 1981.
- REILLY, D.T. & MARTENS, M. Experimental analysis of the quadriceps muscle force and patello-femoral joint reaction force for various activities. Acta Orthop. Scand., 43: 126-37, 1972.
- REYNOLDS, L.; LEVIN, T.A.; MEDEIROS, J.M.; ADLER, N.S.; HALLUM, A. EMG activity of the vastus medialis oblique and the vastus lateralis in their role in patellar alignment. Am. J. Phys. Med., 62: 61-70, 1983.
- REYNOLDS, N.L.; WORRELL, J.W.; PERRIN, D.H. Effect of a lateral step-up exercise protocol on quadriceps isokinetic peak torque values and thigh girth. Phys. Ther., 15: 151-5, 1992.
- RIEGLER, H.F. Recurrent dislocations and subluxations of the patella. Clin. Orthop., 227: 201-9, 1988.
- RODRIQUEZ, A.A.; AGRE, J.C.; KNUDTSON, E.R.; FRANKE, C.T.M.; NG, I.A.V. Acoustic myography compared to electromyography during isometric fatigue and recovery. Muscle & Nerve, 16: 188-92, 1993.
- RODRIQUEZ, A.A. & AGRE, J.C. Electrophysiologic study of the quadriceps muscle during fatigue exercise and recovery: a comparison of symptomatic and asymptomatic post polio patients and controls. Archs. Phys. Med. Rehabil., 72: 993-7, 1991.
- RUFFIN, M.T. & KININGHAM, R.B. Anterior knee pain: the challenge of patellofemoral syndrome. Am. Fam. Phys., 43: 185-94, 1993.

- SANTANA, M.F. Estudo eletromiográfico dos mm biceps, femuris, (caput longum), semitendinosus e semimembranosus nos movimentos de flexão e extensão da perna em mesa flexora. Piracicaba, FOP-UNICAMP, 1988: 87 p. (Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Biologia e Patologia Bucodental, Área de Anatomia).
- SCUDERI, G.R. Surgical treatment of patellar instability. Orthop. Clin. N. Am., 23: 619-30, 1992.
- SCZEPANSKI, T.L.; GROSS, M.T.; DUNCAN, P.N.; CHANDLER, J.M. Effect of contraction type, angular velocity, and arc of motion on VMO: VL EMG ratio. J. Orthop. Sports Phys. Ther., 14: 256-62, 1991.
- SHELBOURNE, K.D. & NITZ, P. Accelerated rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. Am. J. Sports Med., 18: 292-9, 1990.
- SHEON, R.P.; MOSKOWITZ, R.W.; GOLDBERG, V.M. Dor reumática dos tecidos moles: diagnóstico, tratamento e prevenção. 2. ed. Rio de Janeiro, Revinter, 1989. 328 p.
- SKURJA, M.J.; PERRY, J.; GRONLEY, J.; HISLOP, H.J. Quadriceps action in straight leg raise versus isolated knee extension (EMG and tension study). Phys. Ther., 60: 582, 1980.
- SMIDT, G.L. Biomechanical analysis of knee flexion and extension. Biomechanics, 6: 79-92, 1973.
- SNYDER, J.L. & FORWARD, E.M. Comparison of knee flexion and extension in the diagonal and sagittal planes. An EMG study. Phys. Ther., 52: 1255-63, 1972.

- SODERBERG, G.L. & COOK, T.M. An electromyographic analysis of quadriceps femoris muscle setting and straight leg raising. Phys. Ther., 63: 1434-8, 1983.
- SODERBERG, G.L. & COOK, T.M. Electromyography in biomechanics. Phys. Ther., 64: 1813-20, 1984.
- SODERBERG, G.L.; MINOR, S.D.; ARNOLD, K.; Henry, T.; CHATTERSON; J.K.; POPPE, D.R.; WALL, C. Electromyographic analysis of knee exercises in healthy subjects and in patients with knee pathologies. Phys. Ther., 67: 1691-6, 1987.
- SORRELLS, R.B. Go! VMO. J. Ark. Med. Soc., 79: 137-9, 1982.
- SOUZA, D.R. & GROSS, M.T. Comparison of vastus medialis obliques: vastus lateralis muscle integrated electromyographic ratios between healthy subjects and patients with patello femoral pain. Phys. Ther., 71: 310-20, 1991.
- SPEAKMAN, H.G. & WEISBERG, J. The vastus medialis controversy. Physiotherapy, 63: 249-54, 1977.
- STEINKAMP, L.A.; DELLINGHAM, M.F.; MARKEL, M.D.; HILL, J.A.; KAUFMAN, K.R. Biochanical considerations in patellofemoral joint rehabilitation. Am. J. Sports Med., 21: 438-44, 1993.
- STOKES, M. & YOUNG, A. Investigations of quadriceps inhibition: implications for clinical practice. Physiotherapy; 70: 425-8, 1984.
- STRATFORD, P. Electromyography of the quadriceps femoris muscles in subjects with normal and acutely effused knees. Phys. Ther., 62: 79-83, 1982.

- SWENSON, E.J.; HOUGH, O.D.; McKEAG, D.B. Patellofemoral dysfunction. How to treat, when refer patients with problematic knees. Postgrad. Med. Patello Femoral Pain, 82: 125-9, 1987.
- TATA, J.A.; PEAT, M.; GRAHAME, R.E.; CHUANBURY, A.O. The normal peak of electromyographic activity of the quadriceps tensoris muscle in the stair cycle. Anat. Anz., 153: 175-88, 1983.
- TEPPERMAN, P.S.; MAZLIAH, J.; NEWMANN, S.; DELMORE, T. Effect of ankle position on isometric quadriceps strengthening. Am. J. Phys. Med., 65: 69-74, 1986.
- TRIA, A.J.; PALUMBO, R.C.; ALICEA, J.A. Conservative care for patellofemoral pain. Orthop. Clin. N. Am., 23: 545-54, 1992.
- Van EIJDEN, T.M.G.I.; WEIJS, W.A.; KOUWENNHOVEN, E.; VERBRURG, J. Forces acting on the patella during maximal voluntary contraction on the quadriceps tensoris muscle at different knee flexion extensions angles. Acta Anat. 129: 310-4, 1987.
- VIEIRA, S. Introdução à bioestatística, 2 ed., Rio de Janeiro, Ed. Campus Ltda., 1991. 203 p.
- WHEATLEY, M.D. & JAHNKE, W.D. Electromyographic study of superficial thigh and hip muscles in normal individuals. Archs. Phys. Med. Rehabil., 32: 508-15, 1951.
- WILD JR., J.J.; FRANKLIN, T.D.; WOODS, G.W. Patellar pain and quadriceps rehabilitation. An EMG study. Am. J. Sports. Med., 10: 12-5, 1982.

- WILLIAMS, M. & STUTZMAN, L. Strength variation through the range of joint motion. Phys. Ther. Rev., 39: 145-52, 1959.
- WISSINGER, H.A. Chondromalacia patella: a non-operative treatment program. Orthopedics, 5: 315-6, 1982.
- WOODALL, W. & WELSH, J. A biomechanical basis for rehabilitation programs involving the patellofemoral joint. J. Orthop. Sports Phys. Ther., 11: 535-42, 1990.
- ZAPPALA, F.G.; TAFFEL, C.B.; SCUDERI, G.R. Rehabilitation of patellofemoral joint disorders. Orthop. Clin. N. Am., 230: 555-66, 1992.

**APÉNDICE**

## APÊNDICE

### FICHA DE AVALIAÇÃO - SELEÇÃO DOS VOLUNTÁRIOS

Voluntário número:..... Data da avaliação:.....

Nome:..... Idade:..... sexo:.....

Atividade física: S ( ) N ( ) Qual?..... Frequência:.....

História de lesão ou trauma na articulação do joelho: S ( ) N ( )

#### EXAME FÍSICO / ALTERAÇÕES POSTURAIS

Coluna vertebral:..... Qual ?..... O que?.....

Quadril:..... O que?.....

Joelho:..... O que? Varo:..... Valgo:..... Hiperextensão.....

Baioneta:..... Ângulo Q:..... graus

Patela: Hipermóvel:..... Hipomóvel:..... Alta:..... Normal:.....

Lateralizada:..... Medializada:.....

Tornozelo:..... O que? Pronação:..... Supinação:..... subtalar

Pés: Plano:..... Cavo:..... Plano valgo:..... Cavo Varo:.....

Outras alterações:.....

OBS:.....

PROVA DE FORÇA MUSCULAR MANUAL

Quadríceps da coxa - grau.....

Isquiotibiais - grau.....

Adutores - grau:.....

Abdutores - grau:.....

Flexores do quadril - grau:.....

Extensores do quadril - grau:.....

PROVA DE RETRAÇÕES MUSCULARES

Gastrocnêmios:.....

Isquiotibiais:.....

Reto da coxa:.....

Prova de Thomas:.....

Prova de Ober:.....

Outros:.....

.....

Comentários:.....

.....

## TABELAS

Tabela 1 - Análise de variância (ANOVA) com dois critérios de classificação: exercícios e voluntários dos dados da figura 21.

Causas de variação	Grau de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado Médio	Teste
Voluntários	14	1223395,00	87385,36	19,77
Exercícios	2	17628,00	8814,00	1,99
Resíduo	28	123750,67	4419,67	
TOTAL	44	1364773,67		

Estatisticamente significativa ao nível de 5%, quando o valor do teste for maior ou igual a 4,60.

Tabela 2 - Análise de variância (ANOVA) com dois critérios de classificação: exercícios e voluntários dos dados da figura 22

Causas de variação	Grau de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado Médio	Teste
Voluntários	14	494910,47	35350,75	7,46
Exercícios	2	83616,20	41080,10	**8,82
Resíduo	28	132745,80	4740,92	
<b>TOTAL</b>	<b>44</b>	<b>711272,47</b>		

Estatisticamente significativa ao nível de 5%, quando o valor do teste for maior ou igual a 4,60.

Tabela 3 - Análise de variância (ANOVA) com dois critérios de classificação: exercícios e voluntários dos dados da figura 23

Causas de variação	Grau de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado Médio	Teste
Voluntários	14	60776,20	4341,16	2,12
Exercícios	1	31169,63	31169,63	**15,21
Resíduo	14	28688,87	2049,20	
TOTAL	29	120634,70		

Estatisticamente significativa ao nível de 5%, quando o valor do teste for maior ou igual a 4,60.

Tabela 4 - Média de dois valores de RMS (em  $\mu\text{V}$ ) obtida em duas contrações do músculo vasto medial oblíquo (VMO) em exercícios isométricos de contração máxima da articulação do joelho na posição sentado.

Voluntários	EXERCÍCIOS		
	Extensão 15 graus quadril neutro	Extensão 15 graus quadril adução	Extensão 50 graus quadril neutro
01	395	333	179
02	177	147	119
03	72	54	58
04	458	459	385
05	500	437	500
06	398	299	521
07	354	405	458
08	792	625	500
09	458	458	489
10	437	448	385
11	68	56	53
12	232	207	165
13	458	257	422
14	177	194	134
15	225	237	155
<b>Média</b>	<b>346,73</b>	<b>307,73</b>	<b>301,53</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>191,01</b>	<b>164,08</b>	<b>179,80</b>

Tabela 5 - Média de dois valores de RMS (em  $\mu\text{V}$ ), obtida em duas contrações do músculo vasto medial oblíquo (VMO) nos exercícios isotônico livre e isométrico de contração máxima de adução da articulação do quadril com a articulação do joelho em extensão total, nas posições sentado e decúbito lateral.

Voluntários	EXERCÍCIOS		
	Adução isométrica sentada	Adução isométrica decúbito lateral	Adução isotônica decúbito lateral
01	191	196	233
02	131	112	63
03	76	76	43
04	437	426	145
05	142	340	148
06	265	306	274
07	225	151	80
08	479	354	96
09	333	354	289
10	332	233	195
11	46	53	50
12	142	133	43
13	339	437	329
14	140	105	21
15	199	103	50
Média	231,80	225,27	137,27
Desvio Padrão	128,84	132,85	102,88

Tabela 6 - Média de dois valores de RMS (em  $\mu V$ ) obtida em duas contrações do músculo vasto medial oblíquo (VMO) nos exercícios de subir e descer um degrau

Voluntários	EXERCÍCIOS	
	Subir um degrau	Descer um degrau
01	171	95
02	106	108
03	52	30
04	101	64
05	71	48
06	352	124
07	136	31
08	197	32
09	167	80
10	96	89
11	76	49
12	110	89
13	193	93
14	97	64
15	105	67
Média	135,33	70,87
Desvio Padrão	74,43	29,14