

GUILHERME LOTIERSO FEHR

**EFETIVIDADE DOS EXERCÍCIOS EM CADEIA CINÉTICA
ABERTA E CADEIA CINÉTICA FECHADA NO
TRATAMENTO DA SÍNDROME DA DOR
FEMOROPATELAR**

CAMPINAS

2007

GUILHERME LOTIERSO FEHR

**EFETIVIDADE DOS EXERCÍCIOS EM CADEIA CINÉTICA
ABERTA E CADEIA CINÉTICA FECHADA NO
TRATAMENTO DA SÍNDROME DA DOR
FEMOROPATELAR**

*Dissertação de Mestrado apresentada à Pós-Graduação da
Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de
Campinas, para a obtenção do título Mestre em Cirurgia, área de
concentração em Cirurgia Experimental.*

ORIENTADOR: PROF. DR. JOÃO BATISTA DE MIRANDA

CAMPINAS

2007

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS DA UNICAMP**

Bibliotecário: Sandra Lúcia Pereira – CRB-8ª / 6044

F322e Fehr, Guilherme Lotierso
Efetividade dos exercícios em cadeia cinética aberta e cadeia
cinética fechada no tratamento da síndrome da dor femoropatelar /
Guilherme Lotierso Fehr. Campinas, SP : [s.n.], 2007.

Orientador: João Batista de Miranda
Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Ciências Médicas.

1. Joelho. 2. Eletromiografia. 3. Exercícios físicos. 4.
Recuperação de Função Fisiológica. I. Miranda, João Batista de. II.
Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Médicas.
III. Título.

**Título em inglês : Effectiveness of the open closed kinetic chain exercises in
the treatment of the patellofemoral pain syndrome**

Keywords: • Knee

- Electromyography
- Exercise
- Recovery function

Titulação: Mestrado em Cirurgia

Área de concentração: Cirurgia

Banca examinadora: Prof. Dr. João Batista de Miranda

Prof. Dr. Alberto Cliquet Junior

Profa. Dra. Daniela Cristina Leite de Carvalho

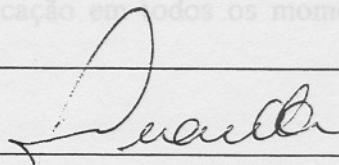
Data da defesa: 30-03-2007

Banca examinadora da Dissertação de Mestrado

Orientador: Prof. Dr. João Batista de Miranda

Membros:

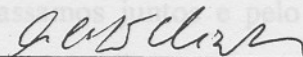
1. Prof. Dr. João Batista de Miranda



2. Profª. Drª. Daniela Cristina Carvalho de Abreu



3. Prof. Dr. Alberto Cliquet Júnior



Curso de Pós-Graduação em Cirurgia da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas.

Data: 30/03/2007

200741969

DEDICATÓRIA

Ao meu filho, Pedro Lucca, que representa o combustível da minha vida e faz com que eu realize todas minhas atividades pessoais e profissionais com alegria, entusiasmo e perseverança, te amo meu filho.

Aos meus pais, Roberto Oswaldo Fehr e Laura Maria Lotierso Fehr, por terem me dado amor, incentivo, apoio e educação em todos os momentos da minha vida.

Aos meus irmãos, Alexandre e Renata, pelos momentos que já passamos juntos e pelo incentivo durante todas as etapas de realização deste trabalho.

Aos meus avós, Jocelina e Osvaldo (*in memoriam*) por solidificaram minha base familiar e por me mostrarem os verdadeiros valores da vida.

A Ana dos Santos, minha segunda mãe, pela demonstração de amor e dedicação em mais de 20 anos de convivência.

Amo todos vocês!

A Deus.

Aos pacientes que tanto nos auxiliam na descoberta dos fundamentos científicos da reabilitação.

Ao Prof. Dr. João Batista de Miranda, pela orientação e apoio em todas as etapas desta pesquisa e pelo incentivo na busca do conhecimento.

Ao Prof. Dr. Alberto Cliquet Júnior, por acreditar neste trabalho e proporcionar sua realização no laboratório de biomecânica e reabilitação do aparelho locomotor da UNICAMP.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para realização deste trabalho.

	PÁG.
RESUMO	<i>xiii</i>
ABSTRACT	<i>xv</i>
1- INTRODUÇÃO	17
2- OBJETIVOS	20
3- REVISÃO DA LITERATURA	22
3.1- Aspectos anatômicos e biomecânicos da articulação femoropatelar..	23
3.2- Síndrome da dor femoropatelar	24
3.2.1- Definição, incidência e etiologia.....	24
3.2.2- Sinais e sintomas clínicos.....	27
3.2.3- Tratamento.....	27
3.3- Exercícios em cadeia cinética aberta (CCA) e cadeia cinética fechada (CCF) e suas implicações na reabilitação da SDFP	28
3.4- Eletromiografia	31
3.4.1- Aspectos gerais.....	31
3.4.2- Análise eletromiográfica dos estabilizadores patelares.....	33
4- MÉTODOS	36
4.1- Tipo de estudo	37
4.2- Amostra	37
4.2.1- Critérios de inclusão.....	38
4.2.2- Critérios de exclusão.....	39

4.3- Instrumentação.....	39
4.3.1- Eletromiógrafo, eletrodos e programa de aquisição de dados.....	39
4.3.2- Eletrogoniômetro.....	41
4.3.3- Escala visual analógica (EVA) e escala funcional.....	41
4.3.4- Demais materiais.....	42
4.4- Procedimentos.....	42
4.4.1- Avaliação física.....	42
4.4.2- Programas de tratamento.....	42
4.4.3- Avaliação da dor e desempenho funcional.....	44
4.4.4- Avaliação eletromiográfica.....	44
4.4.4.1- Preparação da pele e fixação dos eletrodos.....	44
4.4.4.2- Exercícios.....	45
4.5- Processamento do sinal eletromiográfico.....	47
4.5.1- Normalização dos sinais.....	47
4.6- Análise dos dados.....	48
5- RESULTADOS.....	49
6- DISCUSSÃO.....	54
7- CONCLUSÃO.....	62
8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
9- APÊNDICES.....	76

LISTA DE ABREVIATURAS

ADM	Amplitude de Movimento
AFP	Articulação Femoropatelar
Ag/AgCl	Prata/Cloreto de Prata
CCA	Cadeia Cinética Aberta
CCF	Cadeia Cinética Fechada
CIVM	Contração Isométrica Voluntária Máxima
CP	Centro da Patela
EIAS	Espinha Ilíaca Ântero-Superior
EMG	Eletromiografia
EVA	Escala Visual Analógica
FQ	Força do Quadríceps
FP	Força do Tendão Patelar
FRFP	Força de Reação Femoropatelar
IRMC	Índice de Rejeição em Modulação Comum
ISEK	<i>International Society of Electrophysiology and Kinesiology</i>
PAUMs	Potenciais de Ação das Unidades Motoras
QF	Quadríceps Femoral
RF	Reto Femoral
RM	Resistência Máxima
RMS	<i>Root Mean Square</i>
SDFP	Síndrome da Dor Femoropatelar
SENIAM	<i>Surface EMG for a Non-Invasive Assessment of Muscles</i>

TNL	Terminações Nervosas Livres
UM	Unidades Motoras
VI	Vasto Intermédio
VL	Vasto Lateral
VLL	Vasto Lateral Longo
VLO	Vasto Lateral Oblíquo
VM	Vasto Medial
VML	Vasto Medial Longo
VMO	Vasto Medial Oblíquo

	PÁG.
Tabela 1- Grupo I: tratamento com exercícios em CCA Grupo II: tratamento com exercícios em CCF.....	38
Tabela 2- Grupo I: tratamento com exercícios em CCA Grupo II: tratamento com exercícios em CCF.....	43
Tabela 3- Médias e Desvios Padrão (DP) da atividade EMG em RMS (expressa como porcentagem da CIVM) e da razão referentes aos músculos VMO e VL em Contração Concêntrica (CC) e Excêntrica (CE) no exercício de flexo-extensão do joelho em CCA (n=12).....	50
Tabela 4- Médias e Desvios Padrão (DP) da atividade EMG em RMS (expressa como porcentagem da CIVM) e da razão referentes aos músculos VMO e VL em Contração Concêntrica (CC) e Excêntrica (CE) no exercício de semi-agachamento em CCF (n=12).....	51

	PÁG.
Figura 1- Módulo condicionador de sinais (abaixo), microcomputador e programa de aquisição de dados (visualizado na tela).....	40
Figura 2- Eletrodo Passivo Bipolar de Superfície utilizado para coleta dos sinais eletromiográficos.....	40
Figura 3- Eletrogoniômetro de duplo eixo utilizado para mensurar a variação angular do joelho.....	41
Figura 4- Posicionamento do voluntário durante a realização do exercício de agachamento em cadeia cinética fechada (CCF).....	46
Figura 5- Posicionamento do voluntário durante a execução do exercício de extensão da perna em cadeia cinética aberta (CCA).....	47
Figura 6- Comparação da intensidade da dor entre os grupos I (n= 12) e II (n= 12), mensurada pela escala análogo-visual de 10 cm, nos tempos pré e pós-tratamento.....	52
Figura 7- Comparação da capacidade funcional entre os grupos I (n= 12) e II (n= 12), mensurada pela escala de Kujala, nos tempos pré e pós-tratamento.....	53

LISTA DE APÊNDICES

	<i>PÁG.</i>
Apêndice 1- Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa.....	77
Apêndice 2- Termo de Consentimento.....	79
Apêndice 3- Ficha de Avaliação Física.....	81

RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar os efeitos dos exercícios em cadeia cinética aberta (CCA) e cadeia cinética fechada (CCF) no tratamento da síndrome da dor femoropatelar (SDFP). Para tanto, 24 voluntários portadores de SDFP foram aleatoriamente divididos em dois grupos: grupo I (n=12): realizou exercícios em CCA; Grupo II (n=12): realizou exercícios em CCF. Os grupos foram submetidos a oito semanas consecutivas de tratamento, que consistiu de três sessões semanais realizadas em dias alternados. Para análise dos padrões de ativação dos músculos vasto medial oblíquo (VMO) e vasto lateral (VL) os sinais eletromiográficos (EMG) foram adquiridos com eletrodos bipolares de superfície, quantificados pela raiz quadrada da média (*root mean square* – RMS) e normalizados pela contração isométrica voluntária máxima do quadríceps. Por meio de escalas avaliou-se a intensidade da dor e funcionalidade dos voluntários. A análise dos valores da razão VMO/VL nos grupos I e II demonstrou que não houve diferenças significativas entre os tempos pré e pós-tratamento nas fases concêntrica ($p>0,05$) e excêntrica ($p>0,05$) dos exercícios em CCA e CCF. Apesar disso, o músculo VMO apresentou menor taxa de ativação em relação ao VL na fase excêntrica do exercício em CCF. Foram encontrados aumentos significativos na funcionalidade ($p<0,05$) e redução da intensidade da dor ($p<0,05$) entre os tempos pré e pós-tratamento em ambos os grupos, porém, o grupo II mostrou-se superior ao grupo I nestas duas variáveis. Os resultados deste estudo sugerem que, de acordo com as condições experimentais utilizadas, os exercícios em CCA e CCF não provocaram mudanças nos padrões de ativação EMG dos músculos VMO e VL, entretanto, mostraram-se efetivos no tratamento da SDFP e promoveram melhora da funcionalidade e redução da intensidade da dor após oito semanas de intervenção, sendo que os exercícios em CCF foram superiores aos em CCA.

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze the effects of exercises in open kinetic chain (OKC) and closed kinetic chain (CKC) in patellofemoral pain syndrome (PFPS). Therefore, 24 volunteers with PFPS were randomly divided in two groups: group I (n=12): exercised in OKC; group II (n=12): exercised in CKC. The groups were under treatment for eight weeks in a row, having three sessions a week, carried out every other day. In order to assess the activation patterns of vastus medialis oblique (VMO) and vastus lateralis (VL) muscles, the electromyographic signs (EMG) were received by bipolar surface electrodes, quantified by root mean square (RMS) and normalized by the maximum voluntary isometric contraction of the quadriceps. The intensity of the pain and the volunteers' functionality were evaluated by scales. The analysis of the VMO/VL ratio in groups I and II showed that there weren't any significant differences between pre and post treatment periods in the concentric ($p>0.05$) and eccentric ($p>0.05$) phases of the exercises in OKC and CKC. Besides that the VMO muscle showed lower activation rate in relation to VL, in the eccentric phase of CKC exercises. Significant increases in functionality ($p<0.05$) and reduction in pain intensity ($p<0.05$) were found between pre and post treatment periods in both groups, however, group II was superior to group I in both variables. The results of this study suggest that, according to the experimental conditions used, OKC and CKC exercises did not stimulate changes in EMG activation patterns of VMO and VL muscles; nevertheless they were effective in PFPS treatment and promoted the functionality improvement and the reduction of the pain intensity after eight weeks of intervention, but CKC were better than OKC.

1- INTRODUÇÃO

A síndrome da dor femoropatelar (SDFP) é uma das afecções mais comuns na prática ortopédica, acometendo principalmente atletas e adultos jovens (WITVROUW et al., 2000). O termo SDFP é empregado mediante exclusão de dores no joelho provenientes de tendinopatias peripatelaes, plica sinovial, bursites, lesões meniscais, lesões ligamentares, neuromas e outras moléstias com diagnóstico definido (MAFFULLI e TUMIA, 2002).

O sintoma maior é a dor difusa na região anterior do joelho, que se manifesta de forma insidiosa e progride lentamente (POWERS, 1998). É exacerbada durante atividades como subir e descer escadas, agachar e permanecer sentado por tempo prolongado (FREDERICSON e POWERS, 2002).

A etiologia da SDFP permanece desconhecida, entretanto, vários trabalhos relacionam fatores predisponentes à sua origem, como anteversão do colo femoral, pronação subtalar, aumento do ângulo Q, joelho valgo, torção tibial externa e atividades que solicitam movimentos repetitivos de flexão e extensão do joelho (FULKERSON e ARENDT, 2000; JACKSON, 2001; FREDERICSON e POWERS, 2002). Além disso, o desequilíbrio de forças entre os músculos vasto medial oblíquo (VMO) e vasto lateral (VL), principais estabilizadores dinâmicos da patela, é considerado fator preponderante no surgimento dos sintomas. Esse desequilíbrio altera a cinemática patelar e contribui para o aumento das forças de reação e compressão femoropatelaes (OWINGS e GRABINER, 2002).

Os padrões de ativação eletromiográfica (EMG) dos músculos VMO e VL têm sido amplamente investigados por meio da eletromiografia cinesiológica (KARST e JEWETT, 1993). Alguns autores apontam diminuição da atividade EMG do VMO em relação ao VL em indivíduos portadores de SDFP e buscam exercícios que promovam sua ativação seletiva (HANTEN e SHULTIES, 1990; OWINGS e GRABINER, 2002). Há, contudo, grande controvérsia quanto à forma mais indicada para atingir tal objetivo, gerando discussões em relação ao ângulo de flexão do joelho a ser trabalhado, tipo de contração muscular (isométrica ou isotônica), posicionamento da tibia (rotação interna ou rotação externa) e quadril (adução ou neutro); e por fim o tipo de exercício, cadeia cinética

aberta (CCA) ou cadeia cinética fechada (CCF) (FONSECA et al., 2001; LAM e GABRIEL, 2001).

Atualmente existe consenso que, inicialmente, a abordagem terapêutica conservadora através da fisioterapia é o tratamento eletivo para SDFP (LAM e GABRIEL, 2001). O objetivo deste tratamento é devolver estabilidade à articulação femoropatelar contribuindo assim para melhorar sua biomecânica e, conseqüentemente, aliviar a dor dos indivíduos acometidos.

Com a finalidade de recuperar o equilíbrio e função dos músculos extensores do joelho e restituir estabilidade à articulação, os exercícios em CCA e CCF têm sido empregados na maioria dos programas de reabilitação dos distúrbios femoropatelaes. Sabe-se que durante a realização de exercícios em CCA o músculo quadríceps femoral atua de forma isolada, favorecendo o aumento das forças de compressão femoropatelaes e do deslocamento anterior da tibia (ENG e PIERRYNOWSKI, 1993; PRENTICE, 2002). Os exercícios em CCF geram co-contracção muscular e proporcionam maior estabilidade articular, além de reproduzirem movimentos funcionais comumente executados nas atividades de vida diária (WILK et al., 1996; PRENTICE, 2002).

Apesar da crescente predileção aos exercícios em CCF e desuso dos exercícios em CCA no tratamento de indivíduos acometidos pela SDFP, são escassos relatos científicos que demonstram qual método é mais eficaz quando empregado na forma de treinamento muscular.

2- OBJETIVOS

O objetivo deste estudo foi analisar os efeitos dos exercícios em CCA e CCF sobre a intensidade da dor, capacidade funcional e padrões de ativação eletromiográfica dos músculos estabilizadores da patela em indivíduos portadores de SDFP.

3- REVISÃO DA LITERATURA

3.1- Aspectos anatômicos e biomecânicos da articulação femoropatelar

A compreensão das forças estáticas e dinâmicas que atuam sobre a patela para manter o alinhamento femoropatelar durante a variação do arco de movimento do joelho é essencial para adequada avaliação e tratamento de distúrbios envolvendo esta articulação (VOIGHT e WEIDER, 1991).

A articulação femoropatelar (AFP) é do tipo plana modificada (MAGEE, 2002). É constituída pela patela, porção distal e anterior do fêmur, superfícies articulares e estruturas locais de suporte (THOMEÉ et al., 1999).

A patela é o maior osso sesamóide do corpo humano (MANSKE e DAVIES, 2003), e sua principal função é aumentar a vantagem mecânica do músculo quadríceps femoral (WOODAL e WELSH, 1990; THOMEÉ et al., 1999), além de proteger a cartilagem articular da tróclea e dos côndilos femorais (LEE et al., 2003) e distribuir as forças compressivas que atuam sobre o fêmur (FRANKEL e NORDIN, 1984).

Durante o movimento de flexão do joelho, a área de contato entre a superfície posterior da patela e o sulco troclear femoral sofre alterações e torna-se cada vez mais proximal com aumento do ângulo de flexão. Quando o joelho encontra-se em extensão completa, não há contato entre a patela e o sulco troclear. No início da flexão, cerca de 10 a 20°, a região posterior do pólo inferior da patela faz contato com a superfície superior lateral do fêmur. A partir dos 20° de flexão, a faceta lateral da patela entra em contato com a face lateral do sulco troclear femoral. Há aproximadamente 30 a 45°, a patela centraliza-se no sulco troclear e com incremento da flexão, em torno de 90°, a superfície articular posterior do pólo superior da patela entra em contato com o fêmur. Após 90° de flexão do joelho, a área de contato entre patela e fêmur é reduzida e apenas a faceta medial na região posterior da patela entra em contato com o sulco troclear. E finalmente, aos 135° de flexão, a faceta ímpar da patela (*odd facet*) faz contato com a face lateral do côndilo medial do fêmur (LOHMAN e HARP, 2002; MANSKE e DAVIES, 2003).

A cinemática patelar está diretamente relacionada à interação de forças entre seus estabilizadores estáticos e dinâmicos (HARMAN, 2002). Os estabilizadores estáticos da AFP incluem a configuração e congruência das superfícies articulares da patela e do

fêmur, o retináculo extensor, a cápsula articular do joelho, a banda iliotibial (LOHMAN e HARP, 2002), os ligamentos femoropatellares (ELIAS e WHITE, 2004) e a altura e tamanho do côndilo lateral do fêmur, que é maior e projeta-se mais anterior e medialmente do que o côndilo femoral medial, contribuindo para estabilização da patela no sulco troclear (LOHMAN e HARP, 2002). O mecanismo de estabilização dinâmico da AFP é composto pelos músculos sartório, grácil, semitendinoso, semimenbranoso, bíceps femoral, os adutores longo e magno, e o quadríceps femoral (SHENNY et al., 1998; MANSKE e DAVIES, 2003).

O músculo quadríceps femoral (QF) é formado por 4 porções distintas: reto femoral (RF), vasto lateral (VL), vasto intermédio (VI) e vasto medial (VM) (LOHMAN e HARP, 2002). O músculo VM divide-se em dois feixes: feixe longo que apresenta fibras mais verticais com angulação próxima dos 18° em relação ao eixo longitudinal do fêmur e denominado vasto medial longo (VML) e um feixe oblíquo, com fibras dispostas a aproximadamente 55° em relação ao eixo longitudinal do fêmur e denominado vasto medial oblíquo (VMO) (LIEB e PERRY, 1968; MANSKE e DAVIES, 2003). Esse último é considerado o principal estabilizador dinâmico do compartimento medial da patela (GLENN, 1989).

Visto que a AFP é funcionalmente constituída por tecidos moles, acredita-se que o alinhamento mecânico da patela em relação ao fêmur pode ser modificado (LOHMAN e HARP, 2002); assim, qualquer insuficiência ou desequilíbrio de forças entre seus estabilizadores dinâmicos mediais e laterais poderá causar mau alinhamento patelar e contribuir para o surgimento de disfunções nesta articulação (MORRISH e WOLEDGE, 1997).

3.2- Síndrome da dor femoropatelar

3.2.1- Definição, incidência e etiologia

A síndrome da dor femoropatelar (SDFP) é definida como desordem dolorosa da AFP caracterizada por mau alinhamento patelar (THOMEÉ, 1999). É uma das afecções mais comuns presente nas clínicas ortopédicas, acometendo principalmente atletas de ambos os sexos e adultos jovens do sexo feminino (WITVROUW et al., 2000).

O termo SDFP é empregado mediante exclusão de dores no joelho provenientes de tendinopatias peripatellares, plica sinovial, bursites, lesões meniscais, lesões ligamentares, neuromas e outras moléstias com diagnóstico definido (MAFULLI e TUMIA, 2002).

A etiologia da SDFP permanece desconhecida, entretanto, estudos sugerem que a combinação de alterações biomecânicas, neurais e bioquímicas da AFP seja responsável pela origem da dor (DYE, 1998; BIEDERT e KERNEN, 2001). O mau alinhamento patelar tem sido apontado como precursor da sintomatologia dolorosa (FULKERSON, 2003) e dentre os fatores que o predis põem destacam-se as retrações dos músculos QF, gastrocnêmio, isquiotibiais e trato iliotibial, fraqueza da musculatura do quadril, anteversão do colo femoral, pronação subtalar excessiva, aumento do ângulo Q, joelho valgo, torção tibial externa e, principalmente, a insuficiência do músculo VMO (LAPRADE, 1998; JUHN, 1999; WATSON et al., 1999; CROSSLEY et al., 2001; MAFULLI e TUMIA, 2002; CSINTALAN et al., 2002; SHEA et al., 2003; IRELAND, 2003).

Além disso, existem trabalhos que co-relacionam o mau alinhamento patelar às características neuro-sensoriais da AFP e sugerem outros mecanismos que poderiam desencadear a dor (KENNEDY et al., 1982; BIDERT et al., 1992; BIEDERT e KERNEN, 2001). O sistema nociceptivo das articulações é constituído basicamente por terminações nervosas livres (TNL) tipo IVa, responsáveis pela detecção de estímulos dolorosos, mudanças térmicas e pressóricas (KENNEDY et al., 1982; BIDERT et al., 1992). A quantidade de TNL tipo IVa varia entre os componentes da AFP e é mais abundante no tendão quadricipital, ligamento patelar, retináculos medial e lateral da patela, membrana sinovial e gordura de Hoffa (BIEDERT e KERNEN, 2001). O mau alinhamento da patela modifica sua cinemática e favorece o aumento das forças impostas sobre estas estruturas, fazendo com que as TNL que se tornem ativas pela deformação mecânica, dando início à sintomatologia dolorosa (BIEDERT e KERNEN, 2001).

Ainda em relação à sua etiologia, durante anos a dor anterior do joelho esteve associada exclusivamente a condromalacia patelar, afecção caracterizada por mudanças histológicas e morfológicas da cartilagem que recobre a superfície posterior da patela

(BENTLEY, 1970). OUTERBRIDGE (1961) classificou a condromalácia patelar em 4 graus: grau I: amolecimento da cartilagem articular (condromalácia fechada); grau II: fibrilação ou fissura numa área de 0,5 a 1 cm; grau III: fibrilação ou fissura numa área de 1 a 2 cm; e grau IV: fibrilação ou fissura excedendo 2 cm de área e concomitante exposição do osso subcondral. No entanto, sabe-se que a cartilagem articular é desprovida de fibras nervosas (WITONSKI, 1999), assim, não pode ser considerada responsável direta pela causa da dor femoropatelar (SHEA et al, 2003).

FULKERSON (1983) e DUGDALE e BARNETT (1986) relataram que o desgaste cartilaginoso não é um achado freqüente em pacientes jovens com dor no joelho submetidos a artroscopia após tratamento conservador mal sucedido.

DYE et al. (1998) demonstraram que a estimulação direta com instrumento rombo em áreas de avançado desgaste cartilaginoso não provocou dor em paciente submetido a artroscopia sem anestesia intra-articular, sugerindo que esta seria proveniente de outras estruturas ricas em TNL tipo IVa.

Dessa forma, torna-se inadequado o emprego do termo condromalácia patelar para justificar a dor anterior do joelho (STROBEL e STEDFELD, 2000; SHEA et al., 2003). Porém, de acordo com VAN DEN BERG (1999) e GOLDRING (2000) a cartilagem articular pode ter influência indireta no surgimento da dor. Estes autores advogam que na cartilagem articular normal o metabolismo dos condrócitos, responsáveis pela síntese e quebra da matriz cartilaginosa (homeostase), é mediado por citocinas e fatores de crescimento que também exercem papel fundamental no controle de reações inflamatórias.

Segundo VAN DEN BERG (1999) a presença de distúrbios biomecânicos na AFP, já citados anteriormente, pode alterar este metabolismo e dar início às lesões na cartilagem, ocorrendo maior quebra e menor síntese de sua matriz. Além disso, GOLDRING (2000) relatou que o desgaste cartilaginoso, mesmo em sua fase mais precoce, gera reação inflamatória na membrana sinovial e contribui de forma importante para o início da dor.

Em resumo, atualmente acredita-se que mudanças biomecânicas na AFP causam perda da homeostase cartilaginosa, fato que dará início ao desgaste da cartilagem articular que então provocará reação inflamatória na membrana sinovial, rica em TNF, dando início à sintomatologia dolorosa. Desse modo, estudos recentes sugerem que para se ter alívio dos sintomas é necessário recuperar esta homeostase, a fim de interromper a inflamação da sinóvia e, conseqüentemente, diminuir a dor (BIEDERT e KERNEN, 2001). Isto pode ser conseguido, ao menos parcialmente, através de precisa avaliação e correção dos distúrbios biomecânicos da AFP (McCONNELL, 2002; SHEA et al., 2003).

3.2.2- Sinais e sintomas clínicos

O sintoma maior relacionado a SDFP é a dor difusa na região anterior do joelho, que se manifesta de forma insidiosa e progride lentamente (FREDERICSON e POWERS, 2002). É exacerbada durante ou após atividades como subir e descer escadas, agachar, correr, saltar, permanecer sentado por tempo prolongado (sinal do cinema) e levantar-se da posição sentada (THOMEÉ et al., 1995; SHENNY et al., 1998).

Os sinais clínicos clássicos encontrados nos portadores da SDFP incluem retrações dos músculos isquiotibiais e do trato iliotibial, joelho valgo, atrofia e fraqueza do VMO e, eventualmente, derrame articular (ZAPPALA et al., 1992; TIMM, 1998; CSINTALAN et al., 2002).

3.2.3- Tratamento

Atualmente existe consenso que, inicialmente, a abordagem conservadora através da fisioterapia é o tratamento eletivo para SDFP (LAM e GABRIEL, 2001). De acordo com KETTLEKAMP (1981), cerca de 80% dos pacientes com SDFP tratados conservadoramente obtêm resultados satisfatórios. Porém, ainda existe grande controvérsia a respeito da melhor conduta a ser adotada para promover alívio dos sintomas da SDFP (ARROLL et al., 1997), uma vez que a literatura sugere diversos programas de tratamento

que incluem alongamento dos músculos isquiotibiais e da banda iliotibial, fortalecimento do QF com maior ênfase no músculo VMO, bandagens patelares e palmilhamento adaptativo para minimizar a pronação subtalar, mas os resultados destas intervenções não têm sido relatados de forma sistemática, gerando dúvidas em relação à eficácia das mesmas (ENG e PIERRYNOWSKI, 1993; McCONNELL, 1986; BLOND e HANSEN, 1998; JUHN, 1999; FULKERSON, 2002).

O tratamento cirúrgico raramente é indicado devido à dificuldade de localizar com precisão o local e a causa da dor, fatores que contribuem para maus resultados quando este procedimento é instituído (STROBEL, 2000).

3.3- Exercícios em Cadeia Cinética Aberta (CCA) e Cadeia Cinética Fechada (CCF) e suas implicações na reabilitação da SDFP

O termo cadeia cinética é oriundo da engenharia mecânica e surgiu em meados da década de 50, denominado inicialmente de sistema de ligação, e desde então vem sendo aplicado à biomecânica (PALMITER, 1993).

STEINDLER (1955) propôs que, no corpo humano, as articulações conectam uma série de segmentos rígidos e observou que nos membros inferiores, quando o pé estava apoiado ou sofrendo resistência, o recrutamento muscular e o movimento articular eram diferentes daqueles observados quando o pé podia mover-se sem restrição. Então, classificou dois tipos de exercício: quando o segmento distal da extremidade inferior está estabilizado ou fixo, como no caso do pé apoiado no solo sustentando peso, diz-se que o exercício está sendo realizado em CCF. Inversamente, quando o segmento distal está móvel e não sofre qualquer resistência externa durante a realização do exercício este é chamado de CCA.

Ao longo dos últimos anos, cresceu consideravelmente o número de estudos empregando exercícios em CCA e CCF na reabilitação de disfunções da articulação do joelho (PALMITER, 1991). Tal fato pode ser atribuído à importância do fortalecimento do QF nas afecções femoropatelares, onde o objetivo principal é re-equilibrar as forças do

aparelho extensor e restabelecer a cinemática patelar normal (POWERS, 1998). Dessa forma, compreender as forças atuantes na articulação femoropatelar e conhecer as vantagens e desvantagens desses exercícios são essenciais para elaboração de programas de tratamento seguros e eficientes (ESCAMILLA, 1998).

Existem três forças que agem na patela durante atividades dinâmicas: 1) força do quadríceps (FQ), 2) força do tendão patelar (FP) e 3) força de reação femoropatelar (FRFP) (LUTZ et al., 1993; NORDIN e FRANKEL, 2003). A FRFP é igual e oposta à força resultante da força quadricipital (FQ) e força do tendão patelar (FP) (NORDIN e FRANKEL, 2003). Esta força gera estresse (que é a força de compressão dividida pela área de contato femoropatelar) na cartilagem articular da patela e do fêmur e pode contribuir para degeneração e disfunções na AFP (ESCAMILLA, 2001).

A FQ e a área de contato femoropatelar mudam de acordo com o ângulo de flexão do joelho e isto tem implicações significativas na prescrição de exercícios em CCA e CCF. De acordo com STEIMKAMP et al. (1993), durante a execução de exercícios em CCA devem ser evitados os últimos graus de extensão do joelho, já que nesta angulação há menor contato articular, porém as forças compressivas são distribuídas sobre uma pequena área, aumentando o estresse femoropatelar. Quanto aos exercícios em CCF os autores sugerem que sejam evitados ângulos acima dos 45 graus de flexão do joelho, pois apesar de maior estabilidade articular com incremento da flexão há também aumento das forças compressivas e maior estresse femoropatelar.

Os exercícios em CCA e CCF oferecem vantagens e desvantagens no processo de reabilitação (PRENTICE, 2001). Exercícios em CCA têm como características o aumento das forças de aceleração, contração de apenas um músculo ou grupo muscular específico, aumento da translação anterior da tíbia (força de cisalhamento), ganho de força muscular em curtos períodos de treinamento e carência de movimentos funcionais (LEPART e HENRY, 1998; WITVROUW et al., 2000). Já os exercícios em CCF envolvem várias articulações na execução do movimento, proporcionam maior estabilidade articular e, por gerarem co-contracção muscular, aumentam a estabilidade articular e controlam a translação anterior da tíbia (McGINTY et al., 2001; CABRAL e MONTEIRO-PEDRO,

2003). Além disso, reproduzem movimentos funcionais comumente executados nas atividades de vida diária (WILK et al., 1996).

Atualmente há crescente predileção aos exercícios em CCF e desuso de exercícios em CCA no tratamento de indivíduos acometidos pela SDFP, entretanto, são escassos relatos científicos que demonstram qual método é mais eficaz quando empregado como treinamento muscular. Além do mais, existem controvérsias quanto à forma de aplicação desses exercícios, isotônicos ou isométricos, concêntricos ou excêntricos.

BENNETT e STAUBER (1986) inicialmente avaliaram 41 indivíduos com SDFP e identificaram redução no torque extensor do joelho durante a fase excêntrica do exercício em CCA. Assim, aplicaram programa de tratamento utilizando apenas exercícios em CCA realizados no dinamômetro isocinético e evidenciaram que, em média após quatro semanas, os indivíduos tiveram redução da dor, restabeleceram o torque extensor e retornaram às atividades desportivas.

STIENE et al. (1996) avaliaram os efeitos dos exercícios em CCA e CCF em 23 indivíduos com disfunção femoropatelar e relataram que, após oito semanas de tratamento, ambos os exercícios promoveram aumento do pico de torque extensor do joelho, mas apenas os em CCF mostraram-se eficazes na recuperação funcional.

THOMEÉ et al. (1997) estudaram os efeitos de exercícios isométricos e exercícios excêntricos em CCA sobre a intensidade da dor em 40 mulheres com SDFP. Foi utilizada a escala visual analógica (EVA) para análise da dor antes, e após três e 12 meses de tratamento. A análise intergrupos não demonstrou diferença estatística significativa na redução da dor após os períodos de tratamento citados. Entretanto, 85% dos indivíduos estudados apresentaram redução da intensidade da dor e estavam participando de atividades esportivas após 12 meses de tratamento.

BLACKBURN e MORRISEY (1998) avaliaram os efeitos do treinamento em CCA e CCF sobre a força muscular dos membros inferiores e desempenho no salto vertical. Os autores evidenciaram que ambos os exercícios aumentaram a força muscular do quadríceps, mas apenas os exercícios em CCF melhoraram o desempenho nas atividades envolvendo salto vertical.

WITVROUW et al. (2000) submeteram 60 indivíduos portadores de SDFP a cinco semanas de tratamento utilizando exercícios em CCA ou CCF e observaram aumento do pico de torque dos músculos QF e isquiotibiais, redução da dor e ganho funcional em ambos os grupos estudados.

WITVROUW et al. (2003), utilizando a mesma metodologia do estudo citado anteriormente, relataram excelentes resultados referentes à dor e recuperação funcional após tratamento de indivíduos com dor femoropatelar. Porém, não observaram qualquer efeito desse tratamento sobre o tempo de resposta reflexa dos músculos VMO e VL.

Segundo WITVROUW et al. (2004), não há diferenças entre programas de reabilitação em CCA ou CCF quando comparados os resultados em longo prazo. A avaliação dos indivíduos após cinco anos do término do tratamento em CCA ou CCF mostrou que os dois grupos obtiveram e mantiveram bons resultados funcionais.

3.4. Eletromiografia

3.4.1- Aspectos gerais

Os exames eletromiográficos têm sido aplicados a mais de 40 anos, e proporcionam um objetivo e preciso meio de avaliação, determinando as características elétricas de um músculo ou grupo muscular específico (PORTNEY e ROY, 2004). Segundo estes autores, a EMG é, essencialmente, o estudo da atividade da unidade motora (UM). Para BASMAJIAN e De LUCA (1985), é o estudo da função muscular através da análise do sinal elétrico que emana do músculo. As UMs se compõem de uma célula situada no corno anterior da medula espinhal, um axônio, suas junções neuromusculares, e todas as fibras musculares inervadas por este axônio. O axônio conduz um impulso para todas as suas fibras musculares, fazendo com que sofram despolarização de modo relativamente simultâneo. A despolarização produz atividade elétrica que se manifesta como potenciais de ação das unidades motoras (PAUMs), que por sua vez são graficamente registrados como eletromiograma. Este representa a somatória dos PAUMs ocorridas durante a contração muscular, a qual foi captada em determinado local onde o eletrodo estava localizado (LEHMAN e MACGILL, 1999).

Atualmente, a EMG de superfície tem sido utilizada tanto em aplicações clínicas quanto em pesquisas, por prover avaliação neuromuscular não invasiva e monitoramento de diversas variáveis em campos distintos como ciências do esporte, neurofisiologia e reabilitação (RAINOLD et al., 2004). Análises da ativação muscular são utilizadas para avaliar coordenação motora (BENETTI, 2001; SUTERLAND, 2001), manifestações de fadiga muscular (MERLETTI et al., 1990), características de estimulação das unidades motoras (NELSON et al., 1984) e identificação de doenças neuromusculares específicas (ZWARTS et al., 2000). No âmbito da fisioterapia ortopédica, os terapeutas estão mais envolvidos na observação dos padrões de resposta muscular frente ao tipo de exercício, contração muscular e angulação das articulações durante a execução de tarefas específicas (SODERBERG, 1987). Algumas aplicações compreendem a avaliação da eficácia de determinados exercícios em facilitar ou inibir a atividade muscular, podendo, então, verificar se as metas terapêuticas estão sendo alcançadas (MAITLAND et al., 1999). Dessa forma, diante da crescente necessidade de validação dos procedimentos terapêuticos, a EMG representa um meio objetivo de documentação científica (PORTNEY, 1993).

Entretanto, embora existam entidades como a ISEK (*International Society of Electrophysiology and Kinesiology*) e a SENIAM (*Surface EMG for a Non-Invasive Assessment of Muscles*), as quais desenvolveram normas para padronização das coletas eletromiográficas, De LUCA (1997) alerta que a EMG permite inúmeras aplicações úteis e importantes, mas também apresenta limitações que devem ser compreendidas, consideradas e eventualmente removidas.

HERMENS (2000) revisou 144 artigos envolvendo EMG e demonstrou que a maioria desses trabalhos apresenta grande variabilidade metodológica, principalmente em relação ao posicionamento, tamanho e configuração dos eletrodos e também à forma de processamento do sinal eletromiográfico.

MERLETTI et al. (2001) afirmam que é extremamente fácil obter sinais elétricos dos músculos, mas a falta de padronização metodológica pode gerar resultados e conclusões inverossímeis. Dessa forma, os autores concluem que a eletromiografia é uma ferramenta muito fácil de ser utilizada e, conseqüentemente, fácil de ser abusada.

3.4.2- Análise eletromiográfica dos estabilizadores patelares

Como mencionado anteriormente, embora a causa da SDFP seja multifatorial, o mau alinhamento da patela tem sido proposto como fator determinante para o início da sintomatologia dolorosa (MORRISH & WOLEDGE, 1997). Uma explicação para esse mau alinhamento é o desequilíbrio na ativação do músculo VMO em relação ao VL, que pode ser causado pela redução da capacidade da VMO em gerar força (COWAN et al., 2001; CHRISTOU, 2004).

Segundo GRABINER et al. (1994), o músculo VMO apresenta-se atrofiado na maioria dos portadores de disfunções femoropatulares, por isso, são necessários programas de exercícios que visem o fortalecimento seletivo deste músculo. Assim, é possível restabelecer o equilíbrio de forças entre os estabilizadores mediais e laterais que atuam sobre a patela, melhorando sua cinemática e proporcionando melhora da dor anterior do joelho.

Neste contexto, a EMG tem sido empregada na tentativa de estabelecer o padrão de ativação dos músculos vastos em portadores da SDFP e indivíduos normais, com interesse em investigar se a diminuição da atividade do VMO em relação ao VL é realmente um indicativo de alteração da cinemática patelar e, conseqüentemente, precursora da dor femoropatelar (POWERS, 2000).

Não foram encontrados na literatura trabalhos que avaliassem o efeito de programas de treinamento muscular sobre a amplitude de atividade elétrica do músculo VMO e VL, mais especificamente da relação VMO:VL, em portadores da SDFP. Portanto, serão relacionados os trabalhos que, apesar das diferenças metodológicas, utilizaram a EMG como instrumento de avaliação e investigam os padrões de ativação dos estabilizadores patelares.

SOUZA e GROSS (1991) estudaram a integral do sinal elétrico por meio da relação VMO:VL em duas situações: exercícios isotônicos de subida e descida de um degrau (25,4cm) e exercícios isométricos máximo e submáximo. Foram estudados três grupos divididos da seguinte forma: grupo 1 - formado por indivíduos normais;

grupo 2 – formado por indivíduos com SDFP unilateral em que se estudou o joelho acometido e grupo 3 – formado pelos mesmos indivíduos do grupo 2 estudando-se o membro contra-lateral ao afetado. Diferenças na relação VMO:VL foram observadas somente na comparação dos dados não-normalizados; nesta situação a relação VMO:VL foi maior no grupo 1 que nos demais grupos e ainda, foi maior durante os exercícios no degrau quando comparado aos exercícios isométricos. Estes resultados sugerem que no que no exercício de subida de degrau o músculo VMO é seletivamente ativado. Quando os dados foram normalizados pela CIVM, as diferenças entre os grupos desapareceram, porém as diferenças quanto às modalidades de exercícios permaneceram.

BOUCHER et al. (1992) estudaram a atividade eletromiográfica dos músculos VMO e VL em exercícios de contração isométrica voluntária máxima (CIVM) em CCA a 90, 30 e 15 graus de flexão da articulação do joelho de 18 voluntários que foram divididos em dois grupos: grupo assintomático que apresentava ângulo Q normal (média de 8,5 graus) e grupo sintomático com diagnóstico de SDFP e ângulo Q elevado (média de 21 graus). Os autores não encontraram diferenças significativas na ativação desses músculos entre os grupos e ângulos estudados.

CERNY (1995), também avaliou a relação VMO:VL em 21 indivíduos normais e 10 portadores de SDFP em uma série de exercícios em CCA e CCF. Os resultados não revelaram diferenças na relação VMO:VL entre os grupos ou entre as diferentes atividades. Os autores sugerem que os exercícios não foram efetivos no recrutamento seletivo do músculo VMO.

Analisando atividades funcionais, POWERS et al. (1996) observaram menor atividade dos músculos VMO, VML, VL e VI em portadores de SDFP quando comparados a indivíduos normais durante exercícios de caminhada e com inclinação de 12 graus. Estas diferenças não foram observadas durante o exercício de subida de degrau em CCF.

SHENNY et al. (1998), analisaram a relação entre o pico de atividade elétrica VMO:VL em 15 indivíduos normais e 13 portadores de SDFP durante exercícios de subida e descida de escada. Os resultados não evidenciaram diferenças na relação VMO:VL para o pico de atividade elétrica quando comparados os dois grupos estudados, porém, a relação

foi menor na fase excêntrica de suspensão de peso quando comparada com a fase concêntrica. Para os autores, a redução da atividade elétrica do VMO na fase excêntrica poderia resultar em deslocamento anormal da patela e conseqüente desenvolvimento da dor anterior do joelho.

TASKIRAN et al. (1998) avaliaram a atividade elétrica dos músculos VMO e VL em três grupos de indivíduos: grupo normal (1), grupo de portadores de dor femoropatelar (2) e grupo de portadores de instabilidade patelar (3). Foram analisadas as situações de contração do quadríceps a 0, 15, 30 e 45 graus de flexão do joelho em CCF e os dados eletromiográficos não foram normalizados. Em todos os ângulos de flexão foi observada relação VMO:VL equilibrada no grupo 1, nos outros grupos a atividade do VL foi maior que a do VMO.

POWERS (2000) avaliou a influência do músculo VMO e VL na cinemática patelar, em 33 mulheres com diagnóstico de SDFP e 12 normais, durante contrações isométricas do quadríceps. O autor não encontrou diferenças significativas na relação VMO:VL quando comparou os dois grupos, sugerindo que a diminuição da atividade elétrica do VMO não é o único fator determinante para o surgimento de sintomas dolorosos na AFP.

TANG et al. (2001) analisaram a atividade elétrica dos músculos VMO e VL de 10 indivíduos com SDFP e 10 normais durante contrações concêntricas e excêntricas em CCA, e amplitude do joelho variando de 0 a 90 graus. Os dados eletromiográficos foram coletados e analisados nos ângulos de 15, 30, 45, 60, 75 e 90 graus de flexão do joelho. A relação VMO: VL foi maior que 1 em todos os ângulos estudados nos dois grupos, tanto em contração concêntrica quanto excêntrica.

BEVILAQUA-GROSSI et al. (2004) analisaram o comportamento dos estabilizadores patelares em 21 indivíduos saudáveis durante a CIVM de extensão do joelho a 15 e 90 graus de flexão. Os resultados revelaram que os músculos vasto lateral longo (VLL) e vasto lateral oblíquo (VLO) apresentam diferença significativa no padrão de recrutamento. O músculo VMO desempenhou juntamente com o VLO um papel recíproco e sincrônico na estabilização patelar e apresentou maior ativação em relação ao VLL no exercício isométrico de extensão do joelho a 90 graus.

4- MÉTODOS

4.1- Tipo de estudo

O presente estudo foi um ensaio clínico prospectivo e randomizado.

4.2- Amostra

Participaram do estudo 24 voluntários (17 mulheres e 7 homens) portadores de SDFP, na faixa etária de 18 a 27 anos, não atletas e que não praticavam atividade física mais que duas vezes por semana. Para caracterização da amostra e inclusão ou exclusão dos voluntários no estudo, cada um deles passou por uma avaliação ortopédica (Apêndice 1) no laboratório de biomecânica e reabilitação do aparelho locomotor da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

O estudo foi conduzido segundo a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e obteve aprovação do comitê de ética em pesquisa com seres humanos da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP (Apêndice 1). Cada voluntário foi informado sobre os objetivos e metodologia do estudo por meio de exposição oral realizada individualmente, e todos assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice 2) também aprovado por este comitê.

Os voluntários foram aleatoriamente distribuídos em dois grupos denominados Grupo I (n = 12) que realizou exercícios em CCA, e Grupo II (n = 12) que realizou exercícios em CCF. As médias e desvios padrões das variáveis antropométricas dos grupos são detalhadas na Tabela 1.

Tabela 1- Grupo I: tratamento com exercícios em CCA; Grupo II: tratamento com exercícios em CCF.

Dados antropométricos dos grupos I e II					
	Grupo I (N= 12)		Grupo II (N= 12)		P
	Média	D. P.	Média	D. P.	
Idade	22,5	± 2,94	23,83	±2,62	0,23
Peso	67,0	±5,51	68,4	±4,46	0,77
Altura	167,0	±3,81	168,2	±3,56	0,39
IMC	24,01	±1,71	24,23	±1,94	0,54

4.2.1- Critérios de inclusão

Foram incluídos no estudo indivíduos que apresentaram dor no joelho de início insidioso a mais de dois meses, nível de dor maior que três e menor que oito na EVA e os que relataram dor em duas ou mais das seguintes situações:

- Subir escadas
- Descer escadas
- Agachar
- Ajoelhar
- Correr
- Permanecer sentado por tempo prolongado com os joelhos flexionados

4.2.2- Critérios de exclusão

Foram excluídos do estudo indivíduos que apresentaram dor na região anterior do joelho proveniente de:

- Osteoartrite femoropatelar
- Síndrome da hiperpressão lateral da patela
- Bursites peri-patellares
- Tendinites peri-patellares
- Instabilidade femoropatelar
- Lesões ligamentares
- Lesões meniscais
- Osteocondrite femoral
- Osteonecrose femoral
- Outras doenças inflamatórias ou infecciosas do joelho

Também foram excluídos aqueles que já haviam realizado tratamento fisioterapêutico para o joelho sintomático ou com história de cirurgia prévia no joelho.

4.3- Instrumentação

4.3.1- Eletromiógrafo, programa de aquisição de dados e eletrodos

A atividade elétrica dos músculos foi obtida por meio de um eletromiógrafo Myosystem 2000 (Noraxon, Scottsdale, Arizona) de oito canais (Figura 1A). O mesmo apresenta Índice de Rejeição por Modulação Comum (IRMC) de 114 dB, impedância de entrada entre 20M Ω e 1 G Ω e largura de faixa entre 16 e 500 Hz. Os sinais

eletromiográficos foram coletados a uma frequência de 1000 Hz através do programa de aquisição de dados MyoResearch versão 2.10 (Noraxon, Scottsdale, Arizona) (Figura 1B).



Figura 1- Módulo condicionador de sinais (abaixo), microcomputador e programa de aquisição de dados (visualizado na tela).

Para captação da atividade elétrica dos músculos foram utilizados eletrodos passivos bipolares de superfície constituídos por duas superfícies circulares de Ag/AgCl com 10 mm de diâmetro e distância entre os sítios de detecção igual a 20 mm (Duo-Trode, Myotronics Inc.) (Figura 2).



Figura 2- Eletrodo Passivo Bipolar de Superfície utilizado para coleta dos sinais eletromiográficos.

4.3.2- Eletrogoniômetro

A fim de mensurar a variação angular do joelho durante a realização dos exercícios foi utilizado um eletrogoniômetro de duplo eixo NorAngle (Noraxon, Scottsdale, Arizona) (Figura 3) acoplado ao módulo condicionador de sinais eletromiográficos. Para sua fixação utilizaram-se duas hastes plásticas que foram posicionadas nas regiões lateral da coxa (haste superior) e lateral da perna (haste inferior) dos voluntários (ARAÚJO e AMADIO, 1996).



Figura 3- Eletrogoniômetro de duplo eixo utilizado para mensurar a variação angular do joelho.

4.3.3. Escala visual analógica (EVA) e escala funcional

A dor é o principal sintoma relacionado a SDFP, e um dos métodos mais utilizados para avaliá-la é a EVA. A EVA é apresentada através de uma linha horizontal de 10 cm, onde as extremidades definem o mínimo (sem dor) e o máximo (maior dor) da percepção da dor. A marcação na linha é feita pelo paciente para indicar a intensidade da dor e esta é convertida num valor numérico para análises futuras (BENNELL et al., 2000).

Juntamente com a EVA, outros questionários como a escala funcional de Kujala et al. (1993) têm sido empregados na tentativa de avaliar as habilidades dos indivíduos em executar determinadas tarefas funcionais, e assim dar respaldo para avaliação dos resultados de determinados tratamentos para SDFP (WEITZEL e RICHMOND, 2002). Esta escala possui valor máximo de 100 pontos, obtidos através de 13 questões que avaliam situações como subir e descer escadas, agachar e correr.

4.3.4- Demais materiais

- Metrônomo (Tama), regulado para efetuar 30 toques por minuto e auxiliar os voluntários a controlar a velocidade de execução dos exercícios.
- Goniômetro universal
- Lápis dermatográfico
- Álcool 70%
- Algodão
- Lâmina para tricotomia
- Fita métrica

4.4- Procedimentos

4.4.1- Avaliação física

Os sujeitos que apresentaram dor anterior no joelho e preencheram os critérios de inclusão foram convidados a participar do estudo. Em data previamente agendada compareceram ao departamento de Ortopedia e Traumatologia da UNICAMP e foram avaliados pelo mesmo Ortopedista.

A avaliação física consistiu de testes de flexibilidade, funcionais e clínicos específicos para a articulação do joelho (Apêndice 3). Ao final do programa de tratamento todos os voluntários foram avaliados pelo mesmo ortopedista responsável pela avaliação inicial, que não conheceu a qual protocolo de exercícios cada um foi submetido.

4.4.2- Programas de tratamento

Os programas de tratamento consistiram de três sessões de fisioterapia semanais durante oito semanas, realizadas em dias alternados. A Tabela 2 apresenta os exercícios que fizeram parte dos programas para os grupos I e II. Para realização dos exercícios

isométricos em CCA e CCF foram efetuadas quatro séries de 10 repetições e cada repetição sustentada por oito segundos seguida de um minuto de descanso. Para os exercícios isotônicos em CCF (pressão das pernas a 45 graus) e CCA (mesa flexo-extensora), inicialmente foi avaliada qual a repetição máxima (RM) do quadríceps femoral (QF) de cada participante e então efetuadas três séries de 10 repetições sendo a primeira série com 20%, segunda com 40% e terceira com 60% da RM (PRENTICE, 2001).

Os exercícios em CCA foram realizados com amplitude de movimento (ADM) do joelho compreendida entre 90 e 50 graus de flexão (considerando zero grau a extensão completa do joelho). Para os exercícios em CCF a ADM do joelho foi de zero a 50 graus de flexão (considerando zero grau a extensão completa do joelho) (STEINKAMP et al., 1993; ESCAMILLA et al., 1998)

Com intuito de avaliar isoladamente os efeitos do treinamento muscular, os voluntários foram instruídos a não realizarem atividades envolvendo exercícios de flexibilidade ao longo do período de tratamento (CYRINO et al., 2004).

Tabela 2- Grupo I: tratamento com exercícios em CCA; Grupo II: tratamento com exercícios em CCF.

Protocolos de tratamento para os grupos I e II	
Grupo I (N= 12)	Grupo II (N= 12)
Isométrico de quadríceps com joelho a 90° *	Isométrico de quadríceps com joelho a 20° **
Isométrico de quadríceps com joelho a 70° *	Isométrico de quadríceps com joelho a 40° **
Isométrico de quadríceps com joelho a 50° *	Semi-agachamento (0 a 50 graus)
Mesa flexo-extensora (90 a 50 graus)	Pressão das pernas (0 a 50 graus)

* exercícios realizados na mesa flexo-extensora ** exercícios realizados no aparelho de pressão das pernas a 45 graus.

4.4.3- Avaliação da dor e capacidade funcional

Com escopo de mensurar a intensidade da dor em repouso e durante atividades funcionais foram aplicadas respectivamente a EVA e escala de Kujala, já citadas anteriormente.

As avaliações foram realizadas antes e após o período de oito semanas de tratamento.

4.4.4- Avaliação eletromiográfica

Antes do início da avaliação eletromiográfica cada voluntário foi orientado sobre os procedimentos do estudo e familiarizados com os exercícios a serem realizados e com os comandos verbais aplicados durante a coleta dos dados. A avaliação foi realizada antes a após o período de oito semanas de tratamento.

Previamente à realização dos exercícios os voluntários realizaram 1 minuto de alongamento para os músculos: quadríceps femoral, isquiotibiais e tríceps sural, todos supervisionados pelo fisioterapeuta.

4.4.4.1- Preparação da pele e colocação dos eletrodos

A pele dos voluntários foi devidamente preparada para colocação dos eletrodos, sendo realizada tricotomia, limpeza com álcool 70% e leve abrasão com uma lixa fina para diminuir sua impedância (PORTNEY, 1993; SODERBERG e KNUTSON, 2000).

Após preparação da pele, foi traçada uma linha unindo a espinha ilíaca ântero-superior (EIAS) ao centro da patela (CP). Esta serviu como referência para medida dos ângulos de inclinação dos eletrodos (BEVILAQUA-GROSSI et al., 2004).

Os eletrodos sobre os músculos VMO e VL foram fixados sobre o ventre muscular, paralelamente às suas fibras (CALLAHAN, 2001), e orientados a 55 e 15 graus em relação ao eixo longitudinal do fêmur, respectivamente (LIEB e PERRY, 1968;

LAPRADE, 1998). Um eletrodo de referência (terra) foi fixado na tuberosidade da tíbia a fim de diminuir possíveis interferências (STENSDOTTER, 2003).

Para reproduzir a mesma posição dos eletrodos na avaliação eletromiográfica realizada após o programa de tratamento foram aferidas a distância e angulação entre os mesmos e o centro da patela (ALBERTINI et al., 2001). Dessa forma, os valores obtidos inicialmente para cada voluntário foram anotados e repetidos na avaliação final.

4.4.4.2- Exercícios

Para o grupo submetido ao protocolo em CCF as coletas foram realizadas durante o exercício de agachamento, em sua fase excêntrica (descida) e em fase concêntrica (subida). Partindo da posição ereta os voluntários executaram cinco repetições do movimento de agachar e levantar, sendo concedido um minuto de descanso entre cada repetição. A ADM do joelho esteve compreendida de zero a 50 graus de flexão (Figura 4).

O posicionamento dos pés durante as coletas foi mantido tendo como referência a distância dos ombros do indivíduo, permitindo assim maior conforto para realização do exercício. A distância dos ombros foi mensurada a partir da a borda lateral do acrômio direito até a borda lateral do acrômio esquerdo de cada indivíduo (NINOS et al., 1997).

Durante a execução do exercício os voluntários foram orientados a cruzarem os braços sobre o tórax e manterem a cabeça ereta e correto alinhamento dos pés, joelhos e tronco.



Figura 4- Posicionamento do voluntário durante a realização do exercício de agachamento em cadeia cinética fechada (CCF).

No grupo submetido ao protocolo em CCA as coletas foram realizadas numa cadeira extensora. Os voluntários permaneceram sentados, coluna lombar e torácica apoiadas, quadris e joelhos flexionados a noventa graus. A seguir, realizaram cinco repetições do movimento de extensão (fase concêntrica) e flexão do joelho (fase excêntrica), sendo concedido também um minuto de descanso entre cada uma delas. A carga utilizada durante o exercício foi de 40% da RM e a ADM do joelho compreendida entre 90 e 50 graus de flexão (Figura 5).

Durante a execução do exercício os voluntários foram orientados a cruzarem os braços sobre o tórax e manterem a cabeça ereta e correto alinhamento dos pés, joelhos e tronco.

O controle da variação angular do joelho durante os exercícios foi realizado com um eletrogoniômetro.

A velocidade de execução de todos os exercícios foi controlada por meio de um metrônomo, ajustado para efetuar trinta toques por minuto.



Figura 5- Posicionamento do voluntário durante a execução do exercício de extensão da perna em cadeia cinética aberta (CCA).

4.5- Processamento do sinal eletromiográfico

Todo processamento dos sinais eletromiográficos foi realizado pelo programa Myoresearch versão 2.0. Os sinais foram quantificados em *Root Mean Square* – RMS (Raiz Quadrada da Média) e expressos em microvolts - μV .

4.5.1- Normalização dos sinais EMG

Quando é necessária comparação da atividade EMG entre indivíduos, músculos e sessões de tratamento, os sinais elétricos devem ser normalizados a fim de diminuir a variabilidade inerente dos procedimentos eletromiográficos (PORTNEY, 1993). Estudos sugerem a normalização do sinal pela CIVM (TURKER, 1993). Para tanto, é preciso determinado exercício que promova CIVM dos músculos estudados e então ser obtido o valor médio da raiz quadrada da média (*root mean square* – RMS) deste exercício, que representará a máxima atividade elétrica que estes músculos podem gerar (BASMAJIAN e

DeLUCA, 1985). Assim, as médias dos valores em RMS dos demais exercícios são quantificadas como porcentagem deste valor. Neste estudo utilizou-se para normalização dos dados a CIVM de extensão do joelho, posicionado a 90 graus de flexão, e tibia em posição neutra. As coletas da CIVM foram feitas em uma mesa flexo-extensora e cada contração teve duração de quatro segundos.

4.6- Análise estatística

Para comparações intergrupos dos valores obtidos nas escalas de Kujala e EVA nos tempos pré e pós-tratamento, assim como verificar a homogeneidade dos grupos, utilizou-se o teste de Mann-Whitney. No que concerne à análise intragrupos da razão VMO/VL, escala de Kujala e EVA entre os tempos pré e pós-tratamento, foi utilizado o teste de Wilcoxon para amostras relacionadas. O nível de significância adotado para os testes estatísticos foi de 5%.

5- RESULTADOS

Verificam-se na Tabela 3 os valores das médias e desvios padrão da atividade EMG normalizada dos músculos VMO e VL, assim como da razão VMO/VL referentes ao grupo I durante as fases concêntrica e excêntrica do exercício de flexo-extensão do joelho (CCA). Não houve diferenças estatisticamente significativas na razão VMO/VL entre os tempos pré e pós-tratamento na fase concêntrica ($p= 0,79$) e fase excêntrica ($p= 0,85$) do exercício.

Tabela 3- Médias e Desvios Padrão (DP) da atividade EMG em RMS (expressa como porcentagem da CIVM) e da razão referentes aos músculos VMO e VL em Contração Concêntrica (CC) e Excêntrica (CE) no exercício de flexo-extensão do joelho em CCA (n=12).

Atividade EMG normalizada dos músculos VMO e VL em Contração Concêntrica (CC) e Excêntrica (CE) nos tempos pré e pós-tratamento referentes ao Grupo I					
Grupo I (N= 12)					
	Média		D. P.		P
	Pré	Pós	Pré	Pós	
VMO CC	51,57	53,31	$\pm 8,47$	$\pm 8,83$	-
VL CC	55,18	56,67	$\pm 8,26$	$\pm 8,24$	-
VMO/VL CC	0,93	0,94	$\pm 0,06$	$\pm 0,07$	0,79
VMO CE	33,33	35,32	$\pm 8,25$	$\pm 9,26$	-
VL CE	35,65	38,04	$\pm 8,55$	$\pm 8,71$	-
VMO/VL CE	0,93	0,92	$\pm 0,03$	$\pm 0,07$	0,85

Em relação ao grupo II, a tabela 4 mostra as médias e desvios padrão da atividade EMG normalizada dos músculos VMO e VL, bem como da razão VMO/VL nas fases concêntrica e excêntrica do exercício de semi-agachamento (CCF). Estes dados mostram que não houve diferenças significativas nos valores da razão VMO/VL nas fases concêntrica ($p= 0,56$) e excêntrica ($p= 0,26$) do exercício após o tratamento.

Tabela 4- Médias e Desvios Padrão (DP) da atividade EMG em RMS (expressa como porcentagem da CIVM) e da razão referentes aos músculos VMO e VL em Contração Concêntrica (CC) e Excêntrica (CE) no exercício de semi-agachamento em CCF (n=12).

Atividade EMG normalizada dos músculos VMO e VL em Contração Concêntrica (CC) e Excêntrica (CE) nos tempos pré e pós-tratamento referentes ao Grupo II					
Grupo II (N= 12)					
	Média		D. P.		P
	Pré	Pós	Pré	Pós	
VMO CC	22,57	23,51	±7,99	±7,50	-
VL CC	25,31	26,79	±8,00	±7,87	-
VMOVL CC	0,89	0,88	±0,10	±0,10	0,56
VMO CE	15,38	16,37	±5,87	±5,33	-
VL CE	22,09	22,01	±8,04	±6,37	-
VMOVL CE	0,72	0,77	±0,17	±0,23	0,26

As tabelas 3 e 4 demonstram ainda que os valores da razão VMO/VL foram sempre menores que 1, indicando diminuição da ativação do VMO em relação ao VL. Esta diminuição foi observada tanto na fase concêntrica quanto excêntrica nos dois exercícios avaliados, sendo detectada maior discrepância entre os valores da porcentagem de ativação destes músculos na fase excêntrica do exercício em CCF.

As Figuras 6 e 7 são representações gráficas na forma de *box-plots* dos valores da EAV e escala de Kujala encontrados nos grupos I e II, nos tempos pré e pós-intervenção.

Na Figura 6 verificam-se os resultados referentes à intensidade da dor mensurada pela EAV antes e após o tratamento. A análise intergrupos demonstrou que previamente ao início do programa não havia diferença estatisticamente significativa entre as médias dos grupos I e II para EAV de dor ($p=0,82$). Entretanto, ao término do programa o grupo II obteve melhora acentuada quando comparado ao grupo I ($p=0,02$). A comparação intragrupos revelou que ambos apresentaram melhora estatisticamente significativa após oito semanas de tratamento ($p=0,0005$ grupo I; $p=0,0005$ grupo II).

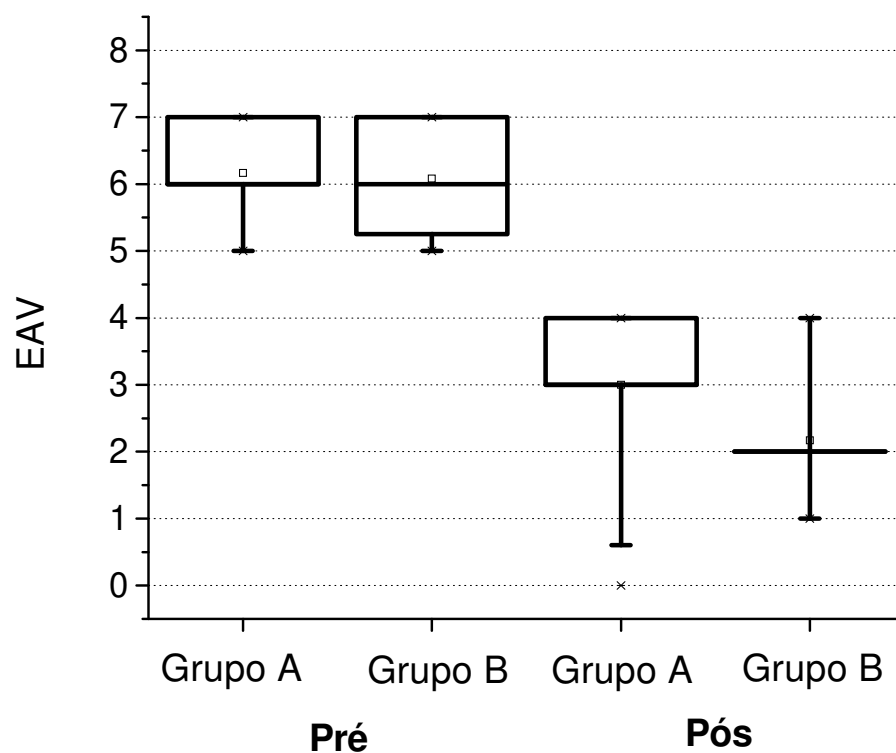


Figura 6- Comparação da intensidade da dor entre os grupos I (n= 12) e II (n= 12), mensurada pela escala análogo-visual de 10 cm, nos tempos pré e pós-tratamento.

A Figura 7 ilustra os resultados obtidos através da escala funcional de Kujala. Quando realizada comparação intergrupos, no início do tratamento não foi observada diferença estatisticamente significativa entre eles ($p= 0,68$). Porém, a mesma comparação ao final do tratamento evidenciou melhores resultados para o grupo II ($p= 0,03$). Quanto à análise intragrupos, ambos apresentaram ganhos significativos na funcionalidade após o tratamento ($p= 0,0005$ grupo I; $p= 0,0005$ grupo II).

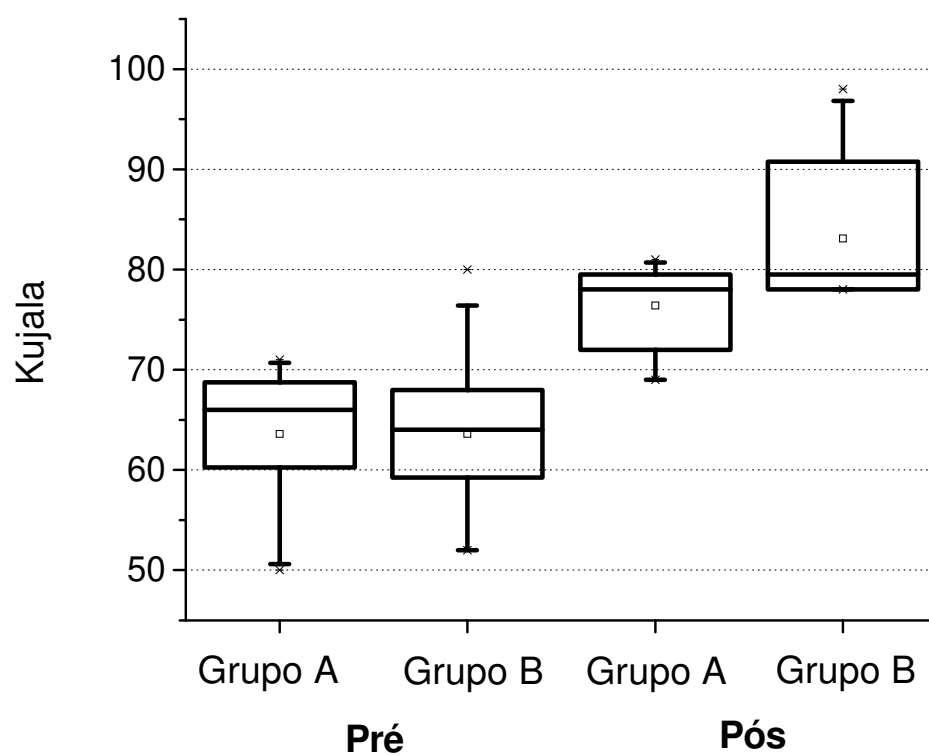


Figura 7- Comparação da capacidade funcional entre os grupos I (n= 12) e II (n= 12), mensurada pela escala de Kujala, nos tempos pré e pós-tratamento.

6- DISCUSSÃO

Apesar do número elevado de técnicas difundidas para o tratamento de disfunções femoropatelaes, pouco se sabe a respeito dos efeitos isolados de algumas intervenções sobre a qualidade de vida dos sujeitos acometidos pela SDFP (CROSSLEY et al., 2002).

Os resultados deste estudo revelaram que após oito semanas de tratamento os grupos obtiveram redução significativa na intensidade da dor e melhora no desempenho de atividades funcionais. O grupo II mostrou-se superior ao grupo I nas duas variáveis investigadas. Estes achados estão de acordo com os de WITWIROUW et al. (2000), que após submeterem 60 indivíduos a cinco semanas de tratamento utilizando exercícios em CCA ou CCF, observaram aumento no pico de torque dos músculos QF e isquiotibiais, redução da dor e ganho funcional em ambos os grupos estudados, porém, o grupo submetido aos exercícios em CCF obteve melhores resultados. Em estudo recente, WITVROUW et al. (2003), utilizando metodologia semelhante à do trabalho citado anteriormente, relataram excelentes resultados referentes à intensidade da dor e recuperação funcional após tratamento de indivíduos com dor femoropatelar. Entretanto, não evidenciaram qualquer efeito desse tratamento sobre o tempo de resposta reflexa dos músculos VMO e VL. Mais uma vez os autores observaram que exercícios em CCF promoveram melhores resultados quando comparados aos em CCA. Da mesma maneira, STIENE et al. (1996) concluíram que, após oito semanas de tratamento, tanto exercícios em CCA quanto em CCF foram eficientes na redução da dor anterior do joelho nos dois grupos estudados. Contudo, exercícios em CCF foram mais eficazes do que exercícios em CCA na recuperação funcional dos sujeitos.

Como citado anteriormente, os exercícios em CCA também se mostraram eficazes no tratamento, corroborando com os resultados de BENNETT e STAUBER (1986) que inicialmente avaliaram 41 indivíduos com SDFP e identificaram redução no torque extensor do joelho durante a fase excêntrica do exercício em CCA. Assim, aplicaram programa de tratamento utilizando apenas exercícios em CCA realizados no dinamômetro isocínético e evidenciaram que, em média após quatro semanas, os indivíduos tiveram redução da dor, restabeleceram o torque extensor do joelho e retornaram às atividades desportivas.

Segundo WITVROUW et al. (2004), não há diferença entre programas de reabilitação em CCA e CCF quando comparados os resultados em longo prazo. Ao avaliar os indivíduos após cinco anos do término do tratamento envolvendo exercícios em CCA ou CCF, os autores concluíram que os dois grupos obtiveram bons resultados funcionais.

BOLING et al. (2006) estudaram o efeito do treinamento com pesos na reabilitação de pacientes com SDFP. Para isso, aplicaram programa de tratamento de seis semanas em 28 pacientes, sendo 14 portadores da SDFP e 14 saudáveis. O programa de intervenção consistiu de exercícios em CCA e CCF para fortalecimento da musculatura extensora do joelho e abdução do quadril. Os autores avaliaram a intensidade da dor, capacidade funcional e o início da atividade EMG dos músculos VMO, VL e glúteo médio. Ao final do programa evidenciaram melhora na intensidade da dor, ganho funcional e redução na diferença do início da ativação do VMO em relação ao VL no grupo sintomático.

O exposto acima sugere que tanto exercícios em CCA quanto em CCF podem ser empregados no tratamento da SDFP. No entanto, antes da prescrição de atividades para fortalecimento do QF é necessário compreender os princípios biomecânicos da articulação femoropatelar para programação de exercícios que combinem efetividade e segurança. Ao contrário do presente estudo, nenhum dos trabalhos citados anteriormente limitou a ADM do joelho durante a realização dos exercícios que integraram os programas de tratamento. De acordo com STEINKAMP et al. (1993), durante a execução de exercícios em CCA devem ser evitados os últimos graus de extensão do joelho, já que nesta angulação há menor contato articular, porém as forças compressivas são distribuídas sobre uma pequena área, aumentando o estresse femoropatelar. Quanto aos exercícios em CCF os autores sugerem que sejam evitados ângulos acima dos 45 graus de flexão do joelho, pois apesar de maior estabilidade articular com incremento da flexão há também aumento das forças compressivas e maior estresse femoropatelar. Resultados similares foram descritos por DOUCETTE e CHILD (1996) que sugerem a realização de exercícios em CCA com ângulos superiores a trinta graus de flexão do joelho, enquanto exercícios em CCF devem ser realizados em ângulos próximos de sua extensão total.

Os resultados relativos à atividade EMG mostraram que após o tratamento não houve diferenças significativas na razão VMO/VL nas fases excêntrica e concêntrica dos exercícios em CCA e CCF. Contudo, comparações destes achados com estudos prévios tornam-se difíceis, visto que não foram encontrados na literatura trabalhos que avaliam os efeitos isolados do treinamento muscular em CCA e CCF sobre os padrões de ativação EMG dos músculos estabilizadores da patela em portadores de SDFP. A maioria dos estudos que envolvem a investigação do comportamento dos músculos VMO e VL durante a realização de exercícios em CCA e CCF tem como intuito maior observar se o músculo VMO é ativado preferencialmente em algum exercício. Porém, quase a totalidade destes trabalhos foi concebida utilizando indivíduos saudáveis como amostra, não demonstrando como seria o padrão de recrutamento destes músculos, durante a realização dos mesmos exercícios, em portadores da SDFP.

SERRÃO (1998) verificou a atividade elétrica do VMO e VL, em 15 indivíduos normais, no exercício de pressão das pernas com resistência máxima associada à rotação lateral, medial e posição neutra da tíbia e não encontrou diferenças significativas na ativação do VMO em relação ao VL, porém os dois músculos mostraram maior ativação com o joelho a 90 graus de flexão.

FONSECA et al. (2001) avaliaram a atividade EMG do VMO e VL em indivíduos saudáveis durante exercícios em CCA e CCF, com joelho fletido em 30 graus e a tíbia em três diferentes posições: neutra, em rotação interna e rotação externa. Observaram ativação preferencial do VMO no exercício de extensão do joelho em CCA com rotação lateral do quadril.

Em contrapartida, EARL et al. (2001) estudaram a atividade EMG do VMO em relação ao VL, em 20 sujeitos normais, no exercício de semi-agachamento combinado com adução do quadril. Concluíram que existe recrutamento preferencial do VMO neste exercício.

Os três estudos citados anteriormente sugerem que os exercícios estudados sejam aplicados na forma de tratamento em indivíduos com SDFP, para se certificar de que o comportamento do VMO e do VL é semelhante aos dos indivíduos normais e, ainda, avaliar a eficácia deste tratamento na recuperação funcional dos sujeitos acometidos.

É sabido que para correto alinhamento patelar as forças mediais e laterais que atuam sobre a patela devem estar em equilíbrio (JUHN, 1999). Um padrão de recrutamento alterado entre os músculos VMO e VL pode provocar disfunção dinâmica que acarreta perda desse equilíbrio e contribui para o mau alinhamento patelar, que por sua vez favorece o surgimento da SDFP (GRABINER et al., 1994). Neste contexto, ainda existe grande discussão a respeito do comportamento dos músculos estabilizadores da patela entre indivíduos normais e portadores da SDFP (EARL et al., 2001). Estudos sugerem que a relação VMO/VL é menor em sujeitos com SDFP do que em indivíduos saudáveis (BOUCHER et al., 1992), fato que indica insuficiência do músculo VMO. No presente estudo, mesmo não sofrendo influência do tratamento, os padrões de ativação EMG dos músculos VMO e VL mostraram-se distintos nas fases concêntrica e excêntrica dos exercícios avaliados. Os valores em RMS relativos à razão VMO/VL nos tempos pré e pós-tratamento revelaram redução acentuada da ativação do VMO na fase excêntrica do exercício em CCF. Estes achados corroboram os encontrados por SHENNY et al. (1998) que relataram diminuição da ativação do VMO em relação ao VL em indivíduos com dor femoropatelar durante a descida de escada (contração excêntrica).

SOUZA e GROSS (1991) reportaram achados semelhantes após avaliarem a razão VMO/VL durante contração isométrica, isotônica concêntrica e isotônica excêntrica do QF, demonstrando redução da atividade EMG do VMO em relação ao VL em indivíduos sintomáticos.

TANG et al. (2001) observaram diferenças na relação VMO/VL durante exercícios isocinéticos em CCA, onde indivíduos portadores da SDFP apresentaram valores dessa relação menores que indivíduos saudáveis durante o arco de movimento de zero a 90 graus. No mesmo estudo, entretanto, não foram encontradas diferenças na relação VMO/VL entre os grupos durante exercícios de agachamento.

OWINGS e GRABINER (2002) identificaram maior atividade EMG do VL quando comparado ao VMO na fase excêntrica do exercício de extensão da perna em CCA, sugerindo déficit no controle motor dos estabilizadores patelares em portadores de SDFP.

Por outro lado, POWERS et al. (1996) identificaram padrões de ativação semelhantes dos músculos VMO e VL em indivíduos com dor femoropatelar, não observando comprometimento na ativação do VMO durante atividades em CCF. Resultados similares foram descritos por CERNY (1995), que não observou diferenças significativas na razão VMO/VL em indivíduos portadores de SDFP durante execução de exercícios em CCF.

Uma possível explicação para as diferenças nos resultados desses estudos diz respeito à diversidade e falta de padronização dos métodos utilizados na aquisição e processamento dos sinais eletromiográficos (SODERBERG e KNUSTON, 2000; MERLETTI et al., 2001). Estas são limitações comumente apontadas em estudos que utilizam a eletromiografia como instrumento de avaliação (POWERS, 1998).

O presente estudo seguiu todas as recomendações sugeridas pela ISEK quanto à preparação da pele e posicionamento dos eletrodos. Todavia, outros trabalhos não tiveram as mesmas preocupações, como CERNY (1995) que fixou o eletrodo no meio do ventre muscular do VMO e o do VL à aproximadamente um terço de distância entre a patela e a EIAS, enquanto que LAM e NG (2001) fixaram os eletrodos no ponto médio dos músculos VMO e VL, sem relatar o ângulo de inclinação e os pontos de referência para posicionamento dos mesmos. Dessa forma, a falta de padronização pode resultar em dados inverossímeis e conclusões equivocadas (RAINOLD et al., 2004).

Quanto ao processamento e normalização dos sinais EMG, nesse estudo o método utilizado para análise quantitativa da amplitude do potencial elétrico nos exercícios foi o da RMS, que, segundo BASMAJIAN e DeLUCA (1985), é o melhor parâmetro para contemplar as variáveis do sinal EMG. Já a normalização dos dados foi realizada tendo como referência a atividade elétrica gerada durante a CIVM no exercício de extensão da perna em CCA. Este sistema de normalização é o preferido pela maioria dos autores (BOSE et al., 1980; DeLUCA, 1997; DOUCETTE e CHILD, 1996), entretanto, outras técnicas de análise do sinal elétrico têm sido difundidas (TURKER, 1993) e poderiam ser empregadas, destacando-se a normalização pelo tempo (FUGLSANG-FREDERIKSEN, 1984), análise da densidade espectral de potência (FUGLSANG-FREDERIKSEN, 2000) e da frequência mediana do sinal elétrico (FINSTERER, 2001). Dessa forma, outras variáveis

poderiam ser estudadas como por exemplo a fadiga muscular promovida pelos programas de intervenção.

Além disso, outra limitação importante diz respeito à variabilidade inerente dos sujeitos acometidos pela SDFP, que permanece como desafio na determinação de padrões específicos de ativação dos músculos estabilizadores da patela nesta população. Estudos que investigam a etiologia e as bases de tratamento da SDFP têm dado ênfase ao fortalecimento do VMO como procedimento indispensável para reabilitação dos sujeitos portadores desta síndrome (GRABINER et al., 1994; EARL et al., 2001; COWAN et al., 2002). No entanto, levando em consideração o fato de que a SDFP é de etiologia multifatorial, todas as alterações presentes nos sujeitos acometidos, sejam elas biomecânicas ou neuromotoras, devem ser levadas em consideração e corrigidas com a mesma relevância dada à insuficiência do VMO. Para isso, é preciso que os portadores da SDFP sejam abordados de forma individualizada, e que os programas de tratamento sejam planejados com cautela, uma vez que apenas o fortalecimento do VMO talvez não seja suficiente para corrigir todas estas alterações.

Mesmo não causando alterações nos padrões de ativação muscular, os programas de intervenção adotados neste estudo mostraram-se efetivos no tratamento da SDFP. Tal fato pode ser atribuído ao fortalecimento do QF como um todo, uma vez que os músculos extensores do joelho absorvem parte das forças impostas à articulação durante atividades que a sobrecarregam. Desta forma, acredita-se que a recuperação da função quadricipital é capaz de restabelecer as propriedades biomecânicas das articulações femoropatelar e femorotibial, aumentar o torque extensor do joelho e melhorar o quadro clínico e funcional de indivíduos portadores da SDFP (WITVROUW et al., 2003). POWERS et al. (1997) identificaram que juntamente com a redução do torque gerado pelo QF houve comprometimento da função locomotora em indivíduos sintomáticos, destacando a importância do fortalecimento quadricipital no tratamento da SDFP. Em recentes revisões, CROSSLEY et al. (2001) e WILK e REINOLD (2001) mostraram evidências que apontam exercícios de fortalecimento do QF como parte indispensável dos programas de reabilitação envolvendo disfunções femoropatelares. Porém, apesar destes relatos, o

mecanismo pelo qual seu fortalecimento promove aumento da funcionalidade e redução dos sintomas em indivíduos com dor femoropatelar não esta totalmente esclarecido.

Frente à escassez de estudos que avaliam os efeitos do treinamento muscular no tratamento da SDFP, são necessários estudos futuros envolvendo maior número de sujeitos como amostra, período de intervenção mais prolongado e utilização de diferentes formas de exercícios, que virão auxiliar a coleta de informações que propiciem elaboração e aplicação de programas de reabilitação mais eficazes e que favoreçam a melhoria da qualidade de vida dos indivíduos acometidos por esta afecção.

7- CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos nas condições experimentais utilizadas podemos concluir que:

- As duas modalidades de exercício, CCA e CCF, mostraram-se efetivas no alívio da dor e na melhora do desempenho de atividades funcionais.
- Exercícios em CCF são mais indicados para o tratamento de indivíduos portadores da SDFP.
- Os padrões de ativação EMG (VMO/VL) não sofreram alterações após programa de tratamento.
- O músculo VMO apresentou acentuada redução da atividade eletromiográfica em relação ao VL na fase excêntrica do exercício em CCF.

8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTINI, R.; MOLCK, L.M.; NEGRÃO-FILHO, R.F. Análise eletromiográfica dos músculos vasto medial e vasto lateral após estimulação do músculo vasto medial – estudo preliminar. **Rev Bras Fisioter**, 5(1): 25-33, 2001.

ARAÚJO, R.C.; AMADIO, A.C. Análise biomecânica da ativação das porções superficiais do m. quadríceps femoral durante contrações excêntrica e concêntrica. **Rev Bras Fisioter**, 1(1): 13-20, 1996.

ARROLL, B.; ELLIS-PEGLER, E.; EDWARDS, A.; SUTCLIFFE, G. Patellofemoral pain syndrome. A critical review of the clinical trials on nonoperative therapy. **Am J Sports Med**, 25(2): 207-12, 1997.

BASMAJIAN, J. V.; DeLUCA, C.J. Muscle alive: their function revealed by electromyography. 5ed. **Baltimore, Williams & Wilkins**, 1985.

BENNELL, K.; BARTRAM, S.; CROSSLEY, K. Outcome measures in patellofemoral pain syndrome: test retest reliability and inter-relationships. **Phys Ther**, 1(1): 32-4, 2000.

BENNET, J.G.; STAUBER, W.T. Evaluation and treatment of anterior knee pain using eccentric exercises. **Phys Ther**, 18(2): 526-30, 1986.

BENTLEY, G. Chondromalacea patellae. **J Bone Joint Surg Am**, 52(2): 221-32, 1970.

BEVILAQUA-GROSSI, D.; MONTEIRO-PEDRO, V.; BÉRZIN, F. Análise funcional dos estabilizadores patelares. **Acta Ortop Brasileira**, 12(2): 99-104, 2004.

BIEDERT, R.M.; STAUFFER, E.; FRIEDERICH, N.F. Occurrence of free nerve endings in the soft tissue of the knee joint. A histologic investigation. **Am J Sports Med**, 20(4): 430-33, 1992.

BIEDERT, R.M.; KERNEN, V. Neurosensory characteristics of the patellofemoral joint: what is the genesis of patellofemoral pain?. **Sports Med Arthrosc**, 9(4): 295-300, 2001.

BLACKBURN, J.R.; MORRISSEY, M.C. The relationship between open and closed kinetic chain strength of the lower limb and jumping performance. **J Orthop Sports Phys Ther**, 27(6): 430-35, 1998.

BLOND, L.; HANSEN, L. Patellofemoral pain syndrome in athletes: a 5.7 - year follow - up study of 250 athletes. **Acta Orthop Belgica**, 64(8): 393-400, 1998.

BOLING, M.C.; BOLGLA, L.A.; MATTACOLA, C.G.; UHL, T.L.; HOSEY, R.G. Outcomes of a weight-bearing rehabilitation program for patients diagnosed with patellofemoral pain syndrome. **Arch Phys Med Rehabil**, 87(11): 428-35, 2006.

BOUCHER, J.P.; MARJORIE, A.K.; LEFEBURE, R. Quadriceps femoris muscle activity in patellofemoral pain syndrome. **Am J Sports Med**, 20 (4): 527-32, 1992.

CABRAL, C.M.N.; MONTEIRO-PEDRO, V. Recuperação funcional de indivíduos com disfunção fêmoro-patelar por meio de exercícios em cadeia cinética fechada: revisão da literatura. **Rev Bras Fisioter**, 7(1): 1-8, 2003.

CALLAHAN, M.J.; MCCARTHY, C.J.; OLDHAM, J.A. Eletromyographic fatigue characteristics of the quadriceps in patellofemoral pain syndrome. **Manual Therapy**, 6(1):27-33, 2001.

CERNY, K. Vastus medialis oblique/vastus lateralis muscle activity ratios for selected exercises in persons with and without patellofemoral pain syndrome. **Phys Ther**, 75(8): 672-83, 1995.

CHRISTOU, E. Patellar taping increases vastus medialis oblique activity in the presence of patellofemoral pain. **J Electromyogr Kinesiol**, 14: 1-10, 2004.

COWAN, S.M.; BENNELL, K.M.; CROSSLEY, P.W.H.; MCCONNELL, J. Physical therapy alters recruitment of the vasti in patellofemoral pain syndrome. **Med Sci Sports Exerc**, 1879-885, 2002.

CROSSLEY, K.; BENNELL, K.; GRENN, S.; MCCONNELL, J. A systematic review of physical interventions for patellofemoral pain syndrome. **Clin Sports Med**, 11(2): 103-10, 2001.

CSINTALAN, R.P.; SCHULTS, M.M.; WOO, J.; MACMAHON, P.J.; LEE, T.Q. Gender differences in patellofemoral joint biomechanics. **Clin Orthop**, (402): 260-69, 2002.

CYRINO, E.S.; OLIVEIRA, A.R.; LEITE, J.C.; PORTO, D.B.; DIAS, R.M.R.; SEGANTIN, A.Q.; et al. Comportamento da flexibilidade após 10 semanas de treinamento com pesos. **Rev Bras Med Esporte**, 10(1): 233-37, 2004.

DeLUCA, C.J. The use of surface electromyography in biomechanics. **J Appl Biopeomech**, 13: 135-63, 1997.

DOUCETTE, S.A.; CHILD, D.D. The effect of open and closed chain exercise and knee joint position on patellar tracking in lateral patellar compression syndrome. **J Orthop Sports Phys Ther**, 23(2): 104-10, 1996.

DUGDALE, T.W.; BARNETT, P.R. Histological background: patellofemoral pain in young people. **Orthop Clin North Am**, 17(2): 211-19, 1986.

DYE, S.F.; VAUPEL, G.L.; DYE, C.C. Conscious neurosensory mapping of the internal structures of the human knee without intra-articular anesthesia. **Am J Sports Med**, 26(6): 773-77, 1998.

EARL, J.E.; SCHMITZ, R.J.; ARNOLD, B.L. Activation of the VMO and VL during dynamic mini-squat exercises with and without isometric hip adduction. **J Electromyogr Kinesiol**, 11: 381-86, 2001.

ELIAS, D.A.; WHITE, L.M. Imaging of patellofemoral disorders. **Clin Radiol**, 59: 543-57, 2004.

ENG, J.J.; PIERRYNOWSKI, M.R. Evaluation of soft foot orthotics in treatment of patellofemoral pain syndrome. **Phys Ther**, 73(2): 62-8, 1993.

ESCAMILLA, R.F.; FLEISIG, G.S.; ZHENG, N.; BARRENTINE, S.W.; WILK, E.; ANDREWS, J.R. Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises. **Med Sci Sports Exerc** 30(2): 556-69, 1998.

ESCAMILLA, R.F. Knee biomechanics of the dynamic squat exercise. **Med Sci Sports Exerc**, 33(1): 127-41, 2001.

FINSTERER, J. EMG interferente pattern analisys. **J Electromyogr Kinesiol**, 11: 231-46, 2001.

FONSECA, S.T.; CRUZ, A.B.C.; LIMA, S.S.; SEIXAS, A.F.V.M. Análise eletromiográfica dos músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral em exercícios usados no tratamento da síndrome da dor patelofemoral. **Rev Fisioter Univ São Paulo**, 8(1): 1-10, 2001.

FREDERICSON, M.; POWERS, C.M. Practical management of patellofemoral pain. **Clin Sports Med**, 12: 36-8, 2002.

FUGLSANG-FREDERIKSEN, A.; DAHL, K.; LOMONACO, M. Electrical muscle activity during a gradual increase in force in patients with neuromuscular diseases. **Electroencephalogr Clin Neurophysiol**, 57: 320-29, 1984.

FUGLSANG-FREDERIKSEN, A. The utility of interference pattern analysis. **Muscle & Nerve**, 23: 18-36, 2000.

FULKERSON, J.P. The etiology of patellofemoral pain in young, active patients: A prospective study. **Clin Orthop**, 79: 129-33, 1983.

FULKERSON, J.P.; ARENT, E.A. Anterior knee pain in females. **Clin Orthop**, 372: 69-73, 2000.

FULKERSON, J.P. Diagnosis and treatment of patients with patellofemoral pain. **Am J Sports Med**, 30(3): 447-55, 2002.

GLENN, T. The anatomy of the extensor mechanism. **Clin Sports Med**, 8: 163-77, 1989.

GOLDRING, M.B. The role of the chondrocyte in osteoarthritis. **Arthritis Rheum**, 43: 1916-926, 2000.

GRABINER, M.; KOH, T.; DRAGANICH, L. Neuromechanics of the patellofemoral joint. **Med Sci Sports Exerc**, 26(1): 10-21, 1994.

HANTEN, W.P.; SCHULTHIES, S.S. Exercise effect on electromyographic activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis muscles. **Phys Ther**, 70: 561-65, 1990.

HARMAN, M.; DOGAN, A.; ARSLAN, H.; IPEKSOY, U.; VURAL, S. Evaluation of the patellofemoral joint with kinematic mr fluoroscopy. **J Clin Imag**, 26: 136-39, 2002.

HERMEN, H.J. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. **J Electromyogr Kinesiol**, 10: 361-74, 2000.

IRELAND, M.L.; WILSON, J.D.; BALLANTYNE, B.T.; DAVIS, I.M. Hip strength in females with and without patellofemoral pain. **J Orthop Sports Phys Ther**, 33: 671-76, 2003.

JACKSON, A.M. Anterior knee pain. **J Bone Joint Surg Br**, 83: 937-48, 2001.

JUHN, M.S. Patellofemoral pain syndrome: a review and guidelines for treatment. **Am Family Phy** 60: 2012-018, 1999.

KARST, G.M.; JEWETT, P.D. Electromyographic analysis of exercises proposed for differential activation of medial and lateral quadriceps femoris muscle components. **Phys Ther**, 73: 286-95, 1993.

KENNEDY, J.C.; ALEXANDER, I.J.; HAYES, K.C. Nerve supply of the human knee and its functional importance. **Am J Sports Med**, 10: 329-35, 1982.

KETTELKAMP, D.B. Current concepts review: management of patellar malalignment. **J Bone Joint Surg Am**, 63: 1344-347, 1982.

LAM, P.L.; NG, G.Y.F. Activation of the quadriceps muscle during semisquatting with different hip and knee positions in patients with anterior knee pain. **Am J Phys Med Rehabil**, 80: 804-08, 2001.

LAPRADE, J.; CULHAM, E.; BROUWER, B. Comparison of five isometric exercises in the recruitment of the vastus medialis oblique in persons with and without patellofemoral pain syndrome. **J Orthop Sports Phys Ther**, 27: 197-204, 1998.

LEE, T.Q.; MORRIS, G.; CSINTALAN, R.P. The influence of tibial and femoral rotation on patellofemoral contact area and pressure. **J Orthop Sports Phys Ther**, 33: 686-93, 2003.

LEHMAN, G.J.; MCGILL, S.M. The importance of normalization in the interpretation of surface electromyography: A proof of principle. **J Manipul Physiol Ther**, 22: 444-46, 1999.

- LEPART, S.; HENRY, T. The physiological basis for open and closed kinetic chain rehabilitation for the upper extremity. **J Sports Rahabil**, 5: 71-87, 1998.
- LIEB, F.J.; PERRY, J. Quadriceps function: an anatomical and mechanical study using amputated limbs. **J Bone Joint Surg Am**, 50: 1535-548, 1968.
- LOHMAN, E.B.; HARP, T.P. A critical review of patellofemoral pain syndrome in rehabilitation. **Critical Revi Phys Rehabil Med**, 14: 197-222, 2002.
- LUTZ, G.E.; PALMITER, R.A.; AN, K.N.; CHAO, E.Y.S. Comparison of tibiofemoral joint forces during open-kinetic-chain and closed kinetic-chain exercises. **J Bone Joint Surg Am**, 75: 732-39, 1993.
- MAFULLI, N.; TUMIA, N. Patellofemoral pain in female athletes. **Sports Med Arthrosc**, 10: 69-75, 2002.
- MAGEE, D.J. Avaliação Musculoesquelética. 3 ed, **Editora Manole**, 2002.
- MAITLAND, M.E.; AJEMIAN, S.V.; SUTER, E. Quadriceps femoris and hamstring muscle function in a person with an unstable knee. **Phys Ther**, 79: 66-75, 1999.
- MANSKE, C.L.; DAVIES, G.J. A nonsurgical approach to examinatin and treatment of the patellofemoral joint, part 1: examination of the patellofemoral joint. **Critical Rev Phys Rehabil Med**, 15: 141-66, 2003.
- MACCONNELL, J. Management of patellofemoral problems. **Manual Therapy**, 1: 60-6, 1996.
- MACCONNELL, J. The physical therapist approach to patellofemoral disorders. **Clin Sports Med**, 21: 363-87, 2002.
- MACGINTY, G.; IRRGANG, J.J.; PEZZULLO, D. Biomechanical considerations for rehabilitation of the knee. **Clin Biomech**, 15: 160-66, 2000.
- MERLETTI, R.; KNAFLITZ, M.; DeLUCA, C.J. Myoelectric manifestations of muscle fatigue during voluntary and electrically elicited contractions. **J Appl Physiol**, 68: 1810-820, 1990.

MERLETTI, R.; RAINOLD, A.; FARINA, D. Surface electromyography for noninvasive characterization of muscle. **Exerc Sport Sci Ver**, 29: 20-5, 2001.

MORRISH, G.M.; WOLEDGE, R.C. A comparison of the activation of muscles moving the patella in normal subjects and in patients with chronic patellofemoral problems. **Scand J Rehabil Med**, 29: 43-8, 1997.

NELSON, R.M.; SODERBERG, G.L.; URBSCHKEIT, N.L. Alteration of motor-unit discharge characteristics in aged humans. **Phys Ther**, 64: 29-34, 1984.

NINOS, J.C.; IRRGANG, J.J.; BURDETT, R.; WELLS, J.R. Electromyographic analysis of the squat performed in self-selected lower extremity turn-out from the selected neutral position. **J Orthop Sports Phys Ther**, 25: 307-315, 1997.

NORDIN, M.; FRANKEL, V.H. Biomecânica básica do sistema músculoesquelético. 3 edição. Rio de Janeiro: **Editora Guanabara Koogan**; 153-174, 2003.

OUTERBRIDGE, R.E.; Etiology of chondromalacia patellae. **J Bone Joint Surg Br**, 43: 752-57, 1961.

OWINGS, T.M.; GRABINER, M. Motor control of the vastus medialis oblique and vastus lateralis is disrupted during eccentric contractions in subjects with patellofemoral pain. **Am J Sports Med**, 30: 483-7, 2002.

PALMITER, R.A.; AN, K.N.; SCOTT, S.G.; CHAO, E.Y.S. Kinetic chain exercises in rehabilitation. **Sports Med**, 11: 404-13, 1991.

PORTNEY, L.G. Eletromiografia e testes de velocidade de condução nervosa. In: SULLIVAN, S.B.; SCHMITZ, T.J. Fisioterapia: avaliação e tratamento. 2 ed, São Paulo, **Editora Manole**, 1993, 183-223.

POWERS, C.M.; LANDEL, R.; PERRY, J. Timing and intensity of vastus muscle activity during functional activities in subjects with and without patellofemoral pain. **Phys Ther**, 76: 946-55, 1996.

POWERS, C.M.; PERRY, J.; HSU, A.; HISLOP, H.J. Are patellofemoral pain and quadriceps femoris muscle torque associated with locomotor function?. **Phys Ther**, 77: 1063-78, 1997.

POWERS, C.M. Rehabilitation of patellofemoral disorders: A critical review. **J Orthop Sports Phys Ther**, 28: 345-54, 1998.

POWERS, C.M. Patellar kinematics, part I: The influence of vastus muscles activity in subjects with and patellofemoral pain. **Phys Ther**, 80: 956-64, 2000.

PRENTICE, W.E. Técnicas de reabilitação em medicina esportiva. 3 edição. São Paulo: **Editora Manole**; 170-187, 2001.

RAINOLD, A; MELCHIORRI, G; CARUSO, I. A method for positioning electrodes during surface EMG recordings in lower limb muscles. **Journal of Neuroscience Methods**, 134: 37-43, 2004.

SERRÃO, F.V. **Análise da atividade elétrica dos músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral longo em exercícios de cadeia cinética fechada no Leg-press horizontal em diferentes posições da perna.** São Carlos. 1998. 156p. Dissertação de Mestrado-Programa de Pós-graduação em Fisioterapia, Universidade Federal de São Carlos.

SHEA, K.G.; PFEIFFER, R.; CURTIN, M. Idiopathic anterior knee pain in adolescents. **Orthop Clin N Am**, 34: 377-83, 2003.

SHEENY, P.; BURDETT, R.G.; IRRGAND, J.J.; VANDSWEARRINGEN, J. An electromyographic study of vastus lateralis activity while ascending and descending steps. **J Orthop Sports Phys Ther**, 27: 423-29, 1998.

SODERBERG, G.L.; MINOR, S.D.; ARNOLD, K.; HENRY, T.; CHATERSON, J.K.; POPPE, D.R.; WALL, C. Electromyographic analysis of knee exercises in healthy subjects and in patients with knee pathologies. **Phys Ther**, 67: 1691-696, 1987.

SODERBERG, G.L.; KNUTSON, L.M. A guide for use and interpretation of kinesiological electromyographic data. **Phys Ther**, 80: 485-98, 2000.

SOUZA, R.S.; GROSS, M.T. Comparison of vastus medialis obliquus:vastus lateralis muscle integrated electromyographic ratios between healthy subjects and patients with patellofemoral pain. **Phys Ther**, 71: 310-16, 1991.

STEINDLER, A. Kinesiology of the human body under normal and pathological conditions. **Springfield, IL**, Charles C. Thomas, 1955.

STEINKAMP, L.A.; DILLINGHAN, M.F.; MARKEL M.D.; HILL, J.A.; KAUFMAN, K.R. Biomechanical considerations in patellofemoral joint rehabilitation. **Am J Sports Med**, 21: 438-44, 1993.

STEINSDOTTER, A.; HODGES, P.W.; MELLOR, R.; SUNDELIN, G.; HAGER-ROSS, C. Quadriceps activation in closed and in open kinetic chain exercise. **Med Sci Sports Exerc**, 35: 2043-047, 2003.

STIENE, H.A.; BROSK, T.; REINKING, M.F.; NYLAND, J.; MASON, M.B. A comparison of closed kinetic chain and isokinetic joint isolation exercise in patients with patellofemoral dysfunction. **J Orthop Sports Phys Ther**, 24: 136-41, 1996.

STROBEL, M.; STEDFELD, H.W. Joelho: procedimentos diagnósticos. Rio de Janeiro: **Editora Revinter**; 165-171, 2000.

SUTERLAND, D. The evolution of clinical gait analysis. Part 1. Kinesiological EMG. **Gait Posture**, 14: 61-70, 2001.

TANG, S.F.T.; CHEN, C.; HSU, R.; CHOU, S.; HONG, W.; LEW, H. Vastus medialis obliquus and vastus lateralis activity in open and closed kinetic chain exercises in patients with patellofemoral pain syndrome: an electromyographic study. **Arch Phys Med Rehabil**, 8: 1441-445, 2001.

TASKIRAN, E.; DINEDURGA, Z.; YAGZ, A.; ULUDAG, B.; ERTEKIN, C.; LOK, V. Effect of the vastus medialis obliquus on the patellofemoral joint. **Knee Surg Traumatol Arthosc**, 6: 173-180, 1998.

THOME, R.; RENTROM, D.; KARLSSON, J.; GRIMB, G. Patellofemoral pain syndrome in young women. **Scand J Med Sci Sports** 5: 245-51, 1995.

THOME, R. A comprehensive treatment approach for patellofemoral pain syndrome in young woman. **Phys Ther**, 77: 1690-703, 1997.

THOMEE, R.; AUGUSTSSON, J.; KARLSSON, J. Patellofemoral pain syndrome. A review of current issues. **Sports Med**, 28: 245-62, 1999.

TIMM, K.E. Randomized controlled trial of Protonics on patellar pain, position, and function. **Med Sci Sports Exerc**, 30: 665-70, 1998.

TURKER, K.S. Eletromyography: some methodological problems and issues. **Phys Ther**, 73: 698-710, 1993.

VAN DEN BERG, W.B. The role of cytokines and growth factors in cartilage destruction in osteoarthritis and rheumatoid arthritis. **Z Rheumatol**, 58: 136-41, 1999.

VOIGTH, M.L.; WEIDER, D.L. Comparative reflex response times of vastus medialis obliquus and vastus lateralis in normal subjects and subjects with extensor mechanism dysfunction: An electromyographic study. **Am J Sports Med**, 19: 1317-337, 1991.

WATSON, C.J.; PROPPS, M.; GALT, W.; REDDING, A.; DOBBS, D. Reliability of McConnell classification of patellar orientation in symptomatic and asymptomatic subjects. **J Orthop Sports Phys Ther**, 29: 378-85, 1999.

WETZEL, P.P.; RICHMOND, J.C. Critical evaluation of different scoring systems of the knee. **Sports Med Arthrosc**, 10: 183-90, 2002.

WILK, K.; ESCAMILLA, R.F.; FLEISIG, G.S.; BARRENTINE, S.W.; ANDREWS, J.R.; BOYD, M. A comparision of tibiofemoral joint forces and electromyographic activity during open and closed kinetic chain exercises. **Am J Sports Med**, 24: 518-27, 1996.

WILK, K.; REINOLD, M. Principles of patellofemoral rehabilitation. **Sports Med Arthrosc**, 9: 325-36, 2001.

WITONSKI, D.; WAGROWSKA-DANIELEWICZ, M. Distribution of substance-P nerve fibers in the knee joint in patients with anterior knee pain syndrome. A preliminary report. **Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc**, 7: 177-83, 1999.

WITVROUW, E.; LYENS, R.; BELLEMANS, J.; PEERS, K.; VANDERSTRAETEN, G. Open versus closed kinetic chain exercises for patellofemoral pain. **Am J sports Med**, 28: 687-94, 2000.

WITVIROUW, E.; CAMBIER, D.; DANNEELS, L.; BELLEMANS, J.; WERNER, S.; ALMQVIST, F.; et al. The effect of exercise regimens on reflex response time of the vasti muscles in patients with anterior knee pain: a prospective randomized intervention study. **Scand J Med Sci Sports**, 13: 251-58, 2003.

WITVROUW, E.; DANNEELS, L.; VAN TIGGELEN, P.; WILLEMS, T.M.; CAMBIER, D. Open versus closed kinetic chain exercises in patellofemoral pain – A 5 year prospective randomized study. **Am J Sports Med**, 32: 1122-130, 2004.

WOODAL, W.; WELSH, J. A biomechanical basis for rehabilitation programs involving the patellofemoral joint. **J Orthop Sports Phys Ther**, 11: 535-42, 1990.

ZAPALLA, F.G.; TAFFEL, B.; SCUDERI, G.R. Rehabilitation of patellofemoral joint. **Orthop Clin N Am**, 230: 555-66, 1992.

ZWARTS, M.J.; DROST, G.; STEGEMAN, D.F. Recent progress in the diagnostic use of surface EMG for neurological diseases. **J Electromyogr Kinesiol**, 10: 287-91, 2000.

9- APÊNDICES

APÊNDICE 1

Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa



FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Caixa Postal 6111, 13083-970 Campinas, SP

(0_19) 3788-8936

FAX (0_19) 3788-8925

www.fcm.unicamp.br/pesquisa/etica/index.html

cep@fcm.unicamp.br

CEP, 17/08/04.
(Grupo III)

PARECER PROJETO: Nº 204/2004

I-IDENTIFICAÇÃO:

PROJETO: “ESTUDO ELETROMIOGRÁFICO COMPARATIVO DA EFETIVIDADE DOS EXERCÍCIOS EM CADEIA CINÉTICA FECHADA E CADEIA CINÉTICA ABERTA NO TRATAMENTO DA SÍNDROME DA DOR FÊMORO-PATELAR”

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Guilherme Lotierso Fehr

INSTITUIÇÃO: Hospital das Clínicas/UNICAMP

APRESENTAÇÃO AO CEP: 10/05/2004

APRESENTAR RELATÓRIO EM: 17/08/05

II - OBJETIVOS

Avaliar e comparar o efeito dos exercícios em Cadeia Cinética Aberta (CCA) e Cadeia Cinética Fechada (CCF) no tratamento de pacientes portadores da Síndrome da Dor Fêmoro-Patelar (SDFP). Os objetivos específicos são: 1. comparar a intensidade da dor na SDFP; 2. comparar o nível de atividade funcional e 3. analisar os padrões de atividade eletromiográfica dos músculos VMO e VL do quadríceps femoral, antes e após o período de tratamento, entre os grupos portadores de SDFP, que serão submetidos a exercícios em CCA ou CCF.

III - SUMÁRIO

Trata-se de ensaio clínico, prospectivo, duplo cego e randomizado onde serão estudados 20 pacientes distribuídos aleatoriamente em dois grupos (A e B). Serão incluídos os sujeitos que relatarem dor em duas ou mais das seguintes condições: subir e descer escadas, agachar, ajoelhar, permanecer sentado por tempo prolongado com os joelhos flexionados, palpação de estruturas peri-patelares (retináculos medial e lateral) e extensão do joelho resistida. Critérios de exclusão: pacientes que apresentarem dor na região anterior do joelho e com diagnóstico nosológico definido, como: história de cirurgia prévia no joelho; osteoartrite patelo-femoral; síndrome da hiperpressão lateral da patela; bursites peri-patelares; instabilidade fêmoro-patelar; lesões ligamentares; lesões meniscais; osteonecrose ou osteocondrite femoral; outras doenças inflamatórias ou infecciosas do joelho. A metodologia e as condições de realização do estudo estão adequadas.

IV - COMENTÁRIOS DOS RELATORES

O Protocolo está bem estruturado e com benefícios claros para os pacientes. Não haverá riscos para os participantes do estudo. Serão respeitados o sigilo em relação às informações

coletadas assim como as recomendações do Código de Ética Profissional do Fisioterapeuta e Terapeuta Ocupacional e os princípios contidos na Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Não há descrição dos custos envolvidos. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido está adequado.

V - PARECER DO CEP

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP, após acatar os pareceres dos membros-relatores previamente designados para o presente caso e atendendo todos os dispositivos das Resoluções 196/96 e complementares, bem como ter aprovado o Termo do Consentimento Livre e Esclarecido, assim como todos os anexos incluídos na Pesquisa, resolve aprovar sem restrições o Protocolo de Pesquisa supracitado.

O conteúdo e as conclusões aqui apresentados são de responsabilidade exclusiva do CEP/FCM/UNICAMP e não representam a opinião da Universidade Estadual de Campinas nem a comprometem.

VI - INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).

Pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.1.z), exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade do regime oferecido a um dos grupos de pesquisa (Item V.3.).


O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4.). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projeto do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, Item III.2.e)

Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, de acordo com os prazos estabelecidos na Resolução CNS-MS 196/96.

VII - DATA DA REUNIÃO

Homologado na VIII Reunião Ordinária do CEP/FCM, em 17 de agosto de 2004.


Prof. Dra. Carmen Sílvia Bertuzzo
PRESIDENTE DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
FCM / UNICAMP

APÊNDICE 2

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Título do Estudo: Efetividade dos exercícios em cadeia cinética fechada e cadeia cinética aberta no tratamento da Síndrome da Dor Fêmoro- Patelar.

Pesquisador Responsável: Guilherme Lotierso Fehr - Fisioterapeuta

Orientador: Prof. Dr. João Batista de Miranda

Telefone: (19) 3788-7715

Número de inscrição no estudo:

Iniciais do paciente:

A Síndrome da Dor Fêmoro-Patelar (SDFP) é uma patologia que causa dor no(s) joelho(s) e atinge grande número de pessoas. Geralmente, essas dores pioram ao subir ou descer escadas, ao agachar e permanecer sentado com os joelhos “dobrados”. Por este motivo, é importante que pessoas ligadas à saúde pensem em soluções para este problema. Esta pesquisa tem como objetivo avaliar qual tipo de exercício é melhor para estas dores nos joelhos. Existem várias formas de tratamento para SDFP, entre as quais se destaca a fisioterapia e, ou medicamentos.

Após definição do diagnóstico, os participantes deste estudo serão divididos em dois grupos, A e B. O grupo A fará exercícios em Cadeia Cinética Fechada, já o grupo B, fará exercícios em Cadeia Cinética Aberta. São tipos de exercícios diferentes, que ajudam a fortalecer os músculos da coxa. Os exercícios estarão sendo feitos para diminuir sua dor, permitindo que você faça suas tarefas do dia (trabalho ou de casa) com mais conforto. Os dois grupos passarão por uma avaliação da atividade dos músculos da coxa (eletromiografia), um exame que avalia a atividade “elétrica” da musculatura. Isto será realizado antes e depois da fase de tratamento.

Se Eu quiser participar da pesquisa, me comprometo a comparecer nos dias e horários marcados para realizar os exercícios que meu médico e fisioterapeuta pedirem, mas a

qualquer momento posso deixar de participar deste estudo sem que isso prejudique o meu atendimento.

Receberei números de telefones caso precise falar com o médico ou com o fisioterapeuta responsável pelo estudo a respeito do tratamento para a dor no joelho e demais informações.

Qualquer dúvida a respeito da pesquisa será esclarecida pela equipe responsável pela mesma.

Ninguém conhecerá minha identidade, mesmo que os resultados sejam publicados.

Ciente de tudo isto e, que procedimentos semelhantes não causaram qualquer problema aos participantes dos mesmos e sabendo que este projeto só será realizado após aprovação do COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA DA UNICAMP, concordo em participar do estudo.

COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA/FCM/UNICAMP
TELEFONE: (19) 3788-8936

Paciente

Testemunha

/____/____/____/
Data

Investigador

Testemunha

/____/____/____/
Data

Orientador

APÊNDICE 3

FICHA DE AVALIAÇÃO FÍSICA

1- QUESTIONÁRIO

1.1-Queixa Principal:

1.2- HMA:

3- EXAME FÍSICO GLOBAL

3.1- Dados antropométricos

- Idade:
- Peso:
- Altura:

3.2- Inspeção postural estática

- VA
- VL
- VP

* VA visão anterior ** VL visão lateral *** VP visão posterior

3.3- Inspeção postural dinâmica

- VA
- VL
- VP

3.4- Palpação

- dor à palpação de estruturas ósseas e partes moles
- temperatura: 1- região 2- aumentada ou diminuída

3.5- Medida do comprimento dos membros inferiores

- Medida real
- Medida aparente

4- EXAME FÍSICO ESPECÍFICO DA ARTICULAÇÃO DO JOELHO

4.1- Inspeção postural estática

- VA
- VL
- VP

4.2- Inspeção postural dinâmica

- Sujeito andando
- Sujeito sentado realizando flexo- extensão ativa (“jota invertido”)
- VA
- VL
- VP

4.3- Palpação

- temperatura do joelho
- edema / derrame articular
- pontos dolorosos:
 - quadríceps
 - banda medial
 - banda lateral
 - face medial da patela
 - face lateral da patela
 - ligamento patelar
 - ligamento colateral medial
 - ligamento colateral lateral
 - tuberosidade anterior da tíbia
 - bursas: “pata de ganso”, para-patelar.....
 - fossa poplíteia
 - tendões dos isquiotibiais mediais e laterais

4.4- Perimetria

Joelho Direito

Joelho Esquerdo

4.5- Mobilidade Ativa e passiva do joelho(goniometria)

Joelho D: Flexão Ativa _____ Passiva _____

Extensão Ativa _____ Passiva _____

Joelho E: Flexão Ativa _____ Passiva _____

Extensão Ativa _____ Passiva _____

4.6- Teste de Força Muscular

Direito

Esquerdo

Quadríceps

Isquiotibiais mediais

Isquiotibiais laterais

Gastrocnêmio

Sóleo

Adutores do quadril

Abdutores do quadril

Iliopsoas

4.7- Testes Específicos

- teste de compressão patelar
- teste de apreensão
- teste de Apley
- teste de McMurray
- teste da gaveta anterior
- teste da gaveta posterior
- teste de Lachmann
- pivot shift
- pivot shift reverso
- estresse em valgo
- estresse em varo
- teste de Ober (banda iliotibial)
- retração dos Ísquio-tibiais

4.7- Análise da movimentação patelar

4.8- Medida do ângulo Q

5- EXAME RADIOLÓGICO (COMENTÁRIOS)