

FISIOTERAPIA EM PACIENTES COM SÍNDROME FÊMORO-PATELAR: COMPARAÇÃO DE EXERCÍCIOS EM CADEIA CINÉTICA ABERTA E FECHADA

PHYSICAL THERAPY IN PATELLOFEMORAL SYNDROME PATIENTS: COMPARISON OF OPEN AND CLOSED KINETIC CHAIN EXERCISES

CRISTINA MARIA NUNES CABRAL¹, ÂNGELA MARIA DE OLIVEIRA MELIM², ISABEL DE CAMARGO NEVES SACCO³, AMÉLIA PASQUAL MARQUES³

RESUMO

Este estudo teve como objetivo comparar a eficácia do fortalecimento muscular na recuperação funcional da síndrome fêmoro-patelar (SFP). Foram selecionadas 20 mulheres com SFP divididas em dois grupos: o Grupo 1 (G1) realizou fortalecimento do músculo quadríceps femoral em cadeia cinética aberta (CCA) e o Grupo 2 (G2) em cadeia cinética fechada (CCF), durante oito semanas com frequência de duas vezes semanais. Foi avaliada a dor, capacidade funcional, flexibilidade, encurtamento dos músculos isquiotibiais, ângulo Q e eletromiografia (EMG) dos músculos vasto medial (VM) e vasto lateral (VL) durante extensão isométrica da perna. Antes e após o tratamento, as variáveis foram analisadas pelo teste de Wilcoxon, e entre os grupos pelo teste t para amostras independentes ou Anova de Friedman ou Manova ($\alpha < 0,05$). Após o tratamento, os resultados mostram que houve melhora da capacidade funcional, encurtamento dos músculos isquiotibiais e flexibilidade. Porém, somente o G1 apresentou diminuição da intensidade da dor e aumento da atividade EMG do músculo VL, enquanto ambos não modificaram o ângulo Q. Os dados sugerem que os tratamentos baseados no fortalecimento do músculo quadríceps femoral possibilitaram melhoras importantes nos principais sinais e sintomas apresentados pelas pacientes, não havendo diferenças evidentes entre os realizados em CCA e CCF.

Descritores: Lesões do joelho/reabilitação; Questionários; Medição da dor; Eletromiografia; Amplitude de movimento articular; Terapia por exercício

SUMMARY

The aim of this study was to compare the efficacy of muscular strengthening in the functional recovery of patellofemoral syndrome (PFS) patients. Twenty female patients with PFS were divided into two groups: Group 1 (G1) performing quadriceps femoris strengthening exercises in open kinetic chain (OKC) and Group 2 (G2) in closed kinetic chain (CKC), twice a week for eight weeks. Pain, functional capacity, flexibility, hamstring tightness, Q angle and electromyography (EMG) were measured for vastus medialis (VM) and vastus lateralis (VL) muscles during isometric leg extension. The data obtained before and after treatment were analyzed by Wilcoxon test, and the data between groups by t-test for independent samples or Friedman Anova or Manova ($\alpha < 0.05$). After treatment, the results showed a significant improvement in terms of functional capacity, hamstring tightness and flexibility. However, only G1 showed decreased pain and improved EMG activity of VL muscle, while both groups showed unchanged Q angles. These data suggest that treatments based on exercises for quadriceps femoris strengthening produced improvements on a number of PFS signals and symptoms, with no evidences of differences between OKC and CKC exercises.

Keywords: Knee injuries/rehabilitation; Questionnaires; Pain measurement; Electromyography; Joint range of motion; Exercise therapy

Citação: Cabral CMN, Melim AMO, Sacco ICN, Marques AP. Fisioterapia em pacientes com síndrome fêmoropatelar: comparação de exercícios em cadeia cinética aberta e fechada. *Acta Ortop Bras.* [periódico na Internet]. 2008; 16(3):180-185. Disponível em URL: <http://www.scielo.br/aob>.

Citation: Cabral CMN, Melim AMO, Sacco ICN, Marques AP. Physical therapy in patellofemoral syndrome patients: comparison of open and closed kinetic chain exercises. *Acta Ortop Bras.* [serial on the Internet]. 2008; 16(3):180-185. Available from URL: <http://www.scielo.br/aob>.

INTRODUÇÃO

A síndrome fêmoro-patelar (SFP) é caracterizada por dor peri ou retropatelar⁽¹⁾, acomete atletas e não atletas e representa um problema comum no joelho de adolescentes e adultos jovens fisicamente ativos⁽²⁾.

Apesar de não estar claramente estabelecida, a etiologia pode ser relacionada a vários fatores que levam ao mau alinhamento patelar, como o aumento do ângulo Q, patela alta ou baixa, pronação subtalar excessiva, rotação lateral da tíbia, anteversão femoral, joelhos

valgos ou varos e encurtamento do retináculo lateral, dos músculos isquiotibiais e do tracto iliotibial^(1,3).

O diagnóstico hoje é realizado com base no exame clínico feito por profissionais experientes, entre eles o fisioterapeuta, levando em consideração que uma avaliação detalhada é extremamente importante para propor futuras intervenções^(3,4).

Os pacientes com SFP apresentam dor difusa anterior ou retropatelar, que é exacerbada por atividades como subir e descer escadas, sentar por um período prolongado, agachar ou ajoelhar, nas quais há um aumento das forças compressivas na articulação fêmoro-

Trabalho realizado no Laboratório de Investigação Fisioterapêutica Clínica e Eletromiografia do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da USP e Sala de Musculação do Curso de Educação Física do UNIFIEO.

Endereço para correspondência: Cristina Maria Nunes Cabral - Rua Cesário Galeno, 448 - Tatuapé - 03071-000 - São Paulo - SP - Brasil - ccabral@cidadesp.edu.br

1. Professora Doutora do Programa de Mestrado em Fisioterapia da Universidade Cidade de São Paulo - UNICID

2. Bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Centro Universitário Fundação Instituto de Ensino para Osasco - UNIFIEO

3. Professora Doutora do curso de Fisioterapia da Universidade de São Paulo - USP

Trabalho recebido em 26/10/06 aprovado em 02/01/07

patelar. Outros sinais observados nos pacientes são a crepitação patelar, edema e bloqueio articular⁽³⁾.

Atualmente, tem sido aceito que o tratamento conservador leva a um alívio dos sintomas na maioria dos pacientes com SFP^(3,5). Esse tratamento geralmente inclui exercícios de fortalecimento do músculo quadríceps femoral, realizados em cadeia cinética aberta (CCA) e fechada (CCF).

Existem vários protocolos de fortalecimento muscular na reabilitação da SFP, porém não há dados objetivos que determinem a melhor forma de tratamento conservador dessa síndrome, já que a biomecânica e a função muscular em CCA e CCF são consideravelmente diferentes. Steinkamp et al.⁽⁶⁾ observaram que a força de reação fêmoro-patelar é maior no exercício de extensão da perna do que no *leg-press* a zero e 30 graus de flexão, ocorrendo o inverso nos ângulos de 60 e 90 graus. Escamilla et al.⁽⁷⁾ constataram que os exercícios realizados em CCA produzem menores forças compressivas quando a perna está fletida a aproximadamente 90 graus e maiores forças compressivas quando fletida a menos que 57 graus, em relação aos exercícios em CCF, que geram maiores forças em ângulos de flexão acima de 85 graus. Stensdotter et al.⁽⁸⁾ mostraram que a amplitude do sinal eletromiográfico (EMG) normalizado pela contração voluntária máxima do músculo vasto medial oblíquo (VMO) é maior em CCF, apesar de ser menor que a do músculo vasto lateral em ambos exercícios.

Escamilla et al.⁽⁷⁾ sugerem que os dados existentes na literatura sobre a comparação de exercícios em CCA e CCF são inconclusivos. Além disso, os benefícios clínicos da aplicação desses protocolos em pacientes não são bem documentados⁽²⁾, especialmente dos trabalhos que propõem exercícios com o controle da amplitude de movimento (ADM) para o tratamento^(4,9).

Dessa forma, os objetivos deste estudo foram comparar a eficácia de exercícios de fortalecimento do músculo quadríceps femoral, em CCA e CCF, na recuperação funcional de mulheres com SFP.

CASUÍSTICA E MÉTODOS

Sujeitos

Participaram deste ensaio clínico, 21 pacientes do gênero feminino com SFP, divididos em dois grupos: Grupo 1 (G1) com 11 pacientes realizou fortalecimento do músculo quadríceps femoral em CCA na cadeira extensora e Grupo 2 (G2) com 10 pacientes realizou fortalecimento do músculo quadríceps femoral em CCF no *leg-press*.

Foram critérios de inclusão:

- Ter idade entre 18 e 32 anos e ser sedentários (não realizar atividade física regular);
- Apresentar sintomas de dor fêmoro-patelar há, pelo menos, seis meses, sem evidência de qualquer outra doença musculoesquelética de membros inferiores; dor anterior ou retropatelar no joelho durante ou após, pelo menos, duas atividades entre sentar por períodos prolongados, subir ou descer escadas, agachar, ajoelhar, correr e saltar, e início insidioso dos sintomas sem relação com um evento traumático⁽⁴⁾;
- Ter encurtamento dos músculos isquiotibiais, definido como uma perda de mais de 30 graus de extensão da perna com a coxa posicionada em flexão de 90 graus⁽¹⁰⁾ e positividade ao teste de compressão patelar⁽¹¹⁾;
- Assinar o Termo de Consentimento Pós-Informação, no momento que consentiu em participar do estudo. A pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP – protocolo número 635/03).

Foram critérios de exclusão:

- Apresentar sinais e sintomas de qualquer outra doença no joelho, lesão ligamentar ou meniscal, cirurgia ou lesão do complexo arti-

cular fêmoro-patelar, subluxação ou deslocamento patelar crônico e edema persistente no joelho⁽²⁾;

- Faltar seguidamente sem reposição das sessões de tratamento. Assim, uma paciente do G1 não concluiu o tratamento, de forma que ambos os grupos foram formados por 10 pacientes.

MATERIAL

Para avaliação dos sujeitos, utilizou-se uma ficha de avaliação física, constando de dados pessoais, avaliação postural e medidas de flexibilidade, encurtamento muscular e ângulo Q, um eletromiógrafo com cabos conectores e eletrodos adesivos, um aparelho gerador de pulsos e escalas de avaliação da dor e de capacidade funcional. No tratamento, foram utilizados dois aparelhos de musculação, a cadeira extensora e o *leg-press*.

AValiação

Foi realizada na primeira e na última sessão e foram avaliados os seguintes aspectos:

- Avaliação postural: realizada por inspeção visual com simetragrafo, buscando alterações posturais nos membros inferiores;
 - Dor: através da escala visual analógica (EVA) com valores de zero a 10 cm;
 - Flexibilidade: medida com fita métrica e utilizado o teste terceiro dedo-solo⁽¹²⁾;
 - Encurtamento dos músculos isquiotibiais: pela medida da amplitude de extensão da perna com goniômetro⁽¹⁰⁾;
 - Medida do ângulo Q: com o indivíduo em decúbito dorsal, os pés posicionados perpendicularmente à maca, e o músculo quadríceps femoral relaxado. O ângulo formado entre a união de uma linha unindo a espinha íliaca ântero-superior ao centro da patela e outra unindo a tuberosidade da tíbia também ao centro da patela foi medido com goniômetro⁽¹¹⁾;
 - Atividade EMG: foi utilizado um amplificador de oito canais e conversor analógico-digital – CAD 12/32 (EMG System do Brasil) com resolução de 12 bits, interfaciado com um computador e programa de aquisição de dados (AqDados 5.0), com frequência de amostragem de 1000 Hz e a largura de faixa determinada com um passa banda de 20 a 500 Hz; eletrodos ativos diferenciais de superfície (EMG System do Brasil), com pré-amplificação total de 1000 vezes e eletrodos adesivos (Meditrace). Para garantir que a mesma colocação dos eletrodos antes e após o tratamento, foi determinado o ponto motor dos músculos vasto medial (VM) e vasto lateral (VL), utilizando uma corrente de estimulação elétrica. Após essa determinação, os eletrodos foram conectados à pele do indivíduo por meio dos eletrodos adesivos de superfície, com uma distância de centro a centro de 2 cm, e fixados com esparadrapo *transpore*. A atividade EMG dos músculos VM e VL foi captada durante três repetições do exercício de extensão isométrica da perna com o indivíduo sentado em uma maca e perna fletida a 90 graus com resistência feita na região anterior do tornozelo. As contrações isométricas tiveram a duração de quatro segundos, sendo solicitado ao paciente que as realizasse com a máxima força possível. A ordem de realização dos exercícios foi obtida de forma aleatória;
 - Capacidade funcional: pela escala de contagem de *Lysholm* e escala de avaliação da articulação fêmoro-patelar⁽¹¹⁾. Na pontuação de ambas, valores mais altos (próximos de 100) correspondem a uma melhor capacidade funcional do joelho.
- Em todos os procedimentos de avaliação, quando a sintomatologia era bilateral, foi escolhido o joelho mais acometido, ou seja, que apresentava mais sinais e sintomas.

Intervenção

O período de tratamento durou oito semanas com frequência de duas vezes semanais. O G1 realizou fortalecimento do músculo quadríceps femoral na cadeira extensora (*Righetto Fitness Equipment*) com o indivíduo sentado, tronco em flexão de 60 graus e pernas em flexão de 90 graus. O exercício foi realizado pelo

movimento de extensão e flexão da perna na amplitude de 90 a 45 graus.

O G2 realizou fortalecimento do músculo quadríceps femoral no *leg-press* (*Righetto Fitness Equipment*), com o indivíduo sentado na cadeira do aparelho, tronco e coxas em flexão de 90 graus e pernas em extensão total. O exercício foi realizado pelo movimento de flexão e extensão da perna de zero a 45 graus. Cada grupo fez cinco séries de 10 repetições de extensão e flexão da perna com o controle da ADM realizado com um goniômetro e aumento progressivo da carga, utilizando-se o sistema de monitoramento da dor modificado do estudo de Thomeé⁽²⁾. Na primeira sessão de tratamento, foi utilizada a carga de 5 kg, a qual era aumentada de cinco em 5 kg sessão a sessão desde que o paciente apresentasse intensidade de dor inferior a 2 cm. Quando o paciente não conseguia realizar o exercício com a carga mais alta mesmo estando com intensidade de dor menor que 2 (medida pela EVA), era mantido o mesmo peso da sessão anterior, respeitando os limites no aumento de força do paciente.

Análise dos dados

Foi calculada a frequência, em porcentagem, em cada um dos grupos para os desalinhamentos posturais e o joelho de maior acometimento, ou seja, que apresentava mais sinais e sintomas. Os valores da EVA foram medidos com uma régua no valor de zero a 10 cm e para análise estatística foram utilizados os dados obtidos antes da 1ª sessão e após a 16ª sessão. As respostas nas escalas de avaliação funcional foram somadas obtendo-se um valor de zero a 100.

Para a análise dos dados EMG foi obtido o valor do *root mean square* (RMS) no software *Origin* (6.0) da seguinte maneira: o sinal adquirido foi retificado, filtrado com filtro passa-baixa de 5 Hz e foi obtido o envoltório linear. Pela inspeção visual do envoltório, foi selecionado o período de 1 segundo onde ocorria o pico de ativação muscular com a menor variabilidade possível e calculado o valor de RMS do sinal retificado e com filtro passa banda de 20 a 500 Hz no período selecionado. Esse procedimento foi realizado nas três tentativas de extensão e depois foi calculada a média, a qual foi posteriormente analisada.

Para a flexibilidade, antes e após o tratamento em cada grupo, foi calculada a diferença dos valores obtidos após e antes o tratamento, em módulo, e foi testada a diferença das medianas de zero.

Na análise entre os grupos, foram criados índices, para as variáveis capacidade funcional, flexibilidade e encurtamento dos músculos isquiotibiais com o intuito de normalizar os valores obtidos e considerar uma melhora relativa, já que cada indivíduo partiu de uma situação inicial diferente.

Análise estatística

Toda a análise estatística foi realizada com 5% de significância e pode ser considerada em duas etapas: comparação das variáveis antes e após o tratamento em cada grupo e entre os grupos.

Na primeira etapa, inicialmente usou-se o teste de *Anderson-Darling*, com a finalidade de observar se havia normalidade dos dados. Como a distribuição da maioria das variáveis não acompanhava a curva da normalidade, optou-se pela realização do teste não paramétrico de *Wilcoxon*, com o objetivo de comparar os valores das variáveis: intensidade da dor, capacidade funcional, encurtamento dos músculos isquiotibiais, ângulo Q, flexibilidade e RMS dos músculos VM e VL.

Entre os grupos, foram analisadas as seguintes variáveis: intensidade da dor, índices das escalas de capacidade funcional, flexibilidade e encurtamento dos músculos isquiotibiais. Inicialmente, a homogeneidade da variância foi investigada pelo teste de *Levene*. Quando havia homogeneidade, foi utilizado o teste t para amostras independentes. Quando não havia, foi realizada a transformação da variável através de sua raiz quadrada ou do \log_{10} , e quando esse objetivo foi atingido, usou-se a mesma análise descrita acima. Nas situações em que, mesmo após as transformações, não foi possível obter a homogeneidade, usou-se a Anova de *Friedman*.

Para os dados demográficos - idade, massa, estatura e índice de massa corporal (IMC), foi realizado o mesmo procedimento descrito no parágrafo anterior, para as medidas obtidas antes do tratamento.

A comparação do ângulo Q e dos valores médios de RMS dos músculos VM e VL foi feita pela análise de variância multivariada (*Manova*) e o teste de *Duncan*, com o intuito de investigar se havia um efeito do tipo de tratamento e/ou da intervenção sobre as variáveis.

RESULTADOS

A análise dos dados demográficos (Tabela 1) não evidenciou diferença estatisticamente significativa entre os grupos, mostrando que eram homogêneos em relação à idade, massa, estatura e IMC. Além disso, os principais sinais e sintomas mostram que 100% dos pacientes tinha o teste de compressão positivo, dor em atividades funcionais e encurtamento dos músculos isquiotibiais. A frequência de outros sinais de desalinhamento do membro inferior observados na avaliação postural também está apresentada na Tabela 1, destacando-se que os pacientes possuíam normalmente mais de um desalinhamento.

Dados demográficos	G1 (n=10)	G2 (n=10)	p
Idade (anos)	21,00 (1,00)	20,00 (1,00)	0,136
Massa (kg)	55,57 (5,04)	57,65 (10,08)	0,600
Estatura (m)	1,61 (0,04)	1,62 (0,07)	0,640
IMC (kg/m ²)	21,62 (2,38)	22,21 (4,93)	0,791
Joelho mais acometido	10% D 90% E	50% D 50% E	--- ---
Desalinhamentos			
Joelhos valgus	40%	50%	---
Joelhos varos	30%	40%	---
Joelhos hiperestendidos	40%	10%	---
Patelas medializadas	50%	80%	---
Patelas lateralizadas	10%	0%	---
Rotação medial da tibia	40%	30%	---
Rotação lateral da tibia	40%	40%	---
Pronação subtalar	80%	80%	---

(D: membro inferior direito; E: membro inferior esquerdo)

Tabela 1 - Médias e desvio-padrão da idade, massa, estatura, índice de massa corporal (IMC) e valores de p, joelho mais acometido e desalinhamentos no membro inferior observados na avaliação postural para os dois grupos

A Tabela 2 apresenta os resultados do G1, onde foi observada diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) em todas as variáveis após o tratamento, exceto no ângulo Q e atividade EMG do músculo VM. Todas as pacientes iniciaram os exercícios com carga de 5 kg e terminaram com carga média de 36,50 kg, com valor máximo de 45 kg e mínimo de 25 kg.

Variáveis	Antes	Após	p
Escala visual analógica (cm)	2,83 (1,95)	0,57 (0,62)	0,013*
Carga de treinamento (kg)	5,00 (0,00)	36,50 (5,80)	---
Escala de contagem de Lysholm	67,90 (8,61)	83,50 (15,44)	0,009*
Escala de avaliação para a AFP	70,80 (10,98)	82,70 (13,18)	0,024*
Encurtamento de isquiotibiais (graus)	57,00 (11,01)	46,90 (11,27)	0,008*
Ângulo Q (graus)	17,90 (3,93)	15,80 (3,55)	0,093
RMS do músculo VM (μ V)	51,96 (32,46)	66,25 (49,50)	0,508
RMS do músculo VL (μ V)	29,23 (26,07)	63,71 (24,75)	0,013*

* diferença estatisticamente significante entre os valores obtidos antes e após o tratamento ($p < 0,05$). (AFP: articulação fêmoro-patelar; RMS: root mean square)

Tabela 2 - Médias e desvio-padrão dos valores obtidos antes e após o tratamento para o G1 e valores de p (n=10)

Os resultados do G2 estão listados na Tabela 3. Em todos os itens houve diferença estatisticamente significante após o tratamento ($p < 0,05$), com exceção na intensidade de dor, ângulo Q e atividade EMG. Em relação à carga utilizada durante o tratamento, os exercícios também foram iniciados com 5 kg e finalizados com carga média de 77,50 kg, com um valor máximo de 80 kg e mínimo de 70 kg.

Variáveis	Antes	Após	p
Escala visual analógica (cm)	0,85 (1,52)	0,22 (0,24)	0,529
Carga de treinamento (kg)	5,00 (0,00)	77,50 (3,54)	---
Escala de contagem de Lysholm	69,10 (14,00)	83,70 (11,28)	0,028*
Escala de avaliação para a AFP	69,80 (10,66)	81,50 (8,68)	0,036*
Encurtamento de isquiotibiais (graus)	54,10 (10,21)	42,90 (13,92)	0,008*
Ângulo Q (graus)	17,80 (3,71)	16,70 (2,63)	0,123
RMS do músculo VM (μ V)	43,05 (16,42)	44,56 (20,30)	0,878
RMS do músculo VL (μ V)	44,95 (15,04)	40,98 (12,06)	0,445

* diferença estatisticamente significante entre os valores obtidos antes e após o tratamento ($p < 0,05$). (AFP: articulação fêmoro-patelar; RMS: root mean square)

Tabela 3 - Médias e desvio-padrão dos valores obtidos antes e após o tratamento para o G2 e valores de p (n=10)

A Figura 1 mostra os valores da flexibilidade representados pela diferença obtida antes e após o tratamento. Houve diferença estatisticamente significante nos dois grupos ($p = 0,006$).

Na comparação das variáveis entre os grupos, foi observada diferença significante na intensidade da dor ($p = 0,024$), com as médias do G1 antes do tratamento sendo maiores que as demais. Para o ângulo Q, não foi observado efeito do tipo de tratamento ($p = 0,719$), da intervenção ($p = 0,156$), nem interação entre os dois fatores ($p = 0,653$). Na atividade EMG do músculo VM, também não foi observado efeito do tipo de tratamento ($p = 0,313$), da intervenção ($p = 0,593$), nem interação ($p = 0,568$). Para o músculo VL, também não foi observado efeito do tratamento ($p = 0,590$), mas da intervenção ($p = 0,024$) e interação entre os dois ($p = 0,005$).

Para os índices de capacidade funcional, encurtamento dos músculos isquiotibiais e flexibilidade, não foi evidenciada diferença significante (Tabela 4).

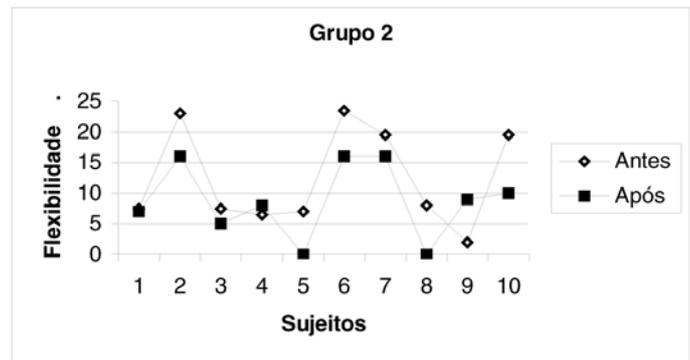
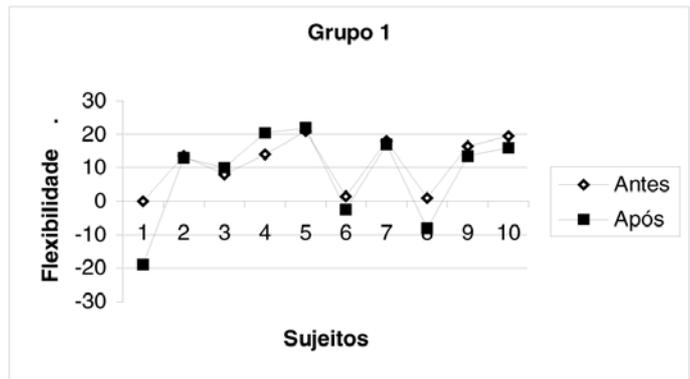


Figura 1 - Valores da flexibilidade, em cm, de cada voluntário dos Grupos 1 e 2 antes e após o tratamento

Variáveis	G1 (n=10)	G2 (n=10)	p
Escala de contagem de Lysholm (%)	17,06 (12,64)	15,93 (20,98)	0,880
Escala de avaliação para a AFP (%)	13,18 (15,15)	13,48 (15,96)	0,970
Encurtamento de isquiotibiais (%)	16,69 (16,68)	20,06 (21,10)	0,740
Flexibilidade (%)	11,95 (26,28)	8,39 (15,23)	0,720

(AFP: articulação fêmoro-patelar)

Tabela 4 - Médias e desvio-padrão dos índices, em porcentagem, da escala de contagem de Lysholm, escala de avaliação para a articulação fêmoro-patelar, encurtamento dos músculos isquiotibiais e flexibilidade para os dois grupos e valores de p.

DISCUSSÃO

Na amostra estudada, foram encontrados vários desalinhamentos posturais comuns em pacientes com SFP, especialmente no plano frontal. As principais alterações observadas em nosso estudo, como os desvios de joelho e/ou da patela, também são citadas por outros autores como características típicas de alinhamento postural da SFP^(1,3). Apenas Sacco et al.⁽¹³⁾ estudaram esses desalinhamentos de pacientes com SFP, obtendo resultados semelhantes aos nossos, antes do tratamento. Os referidos autores também trataram indivíduos com joelhos valgus e rodados, seja medial ou lateralmente, e observaram uma diminuição dessas alterações após o tratamento.

Na comparação das variáveis em cada grupo, os resultados mostraram melhora significante na intensidade da dor apenas para o G1. O G2 mostrou-se atípico na média da intensidade da dor, iniciando o tratamento com valores abaixo de 1 cm. Assim, não era realmente esperado que esse grupo mostrasse alterações nessa

variável após o tratamento. Já na análise entre grupos, observou-se uma tendência das médias de intensidade da dor do G1 antes do tratamento serem maiores.

Para a capacidade funcional, os grupos apresentaram melhora significativa após o tratamento. Porém, não houve diferença significativa entre eles, com os índices de melhora variando de 13 a 17%.

A presença de dor durante a realização de atividades funcionais é comum em pacientes com SFP⁽³⁾, de forma que tratamentos que diminuem a dor podem ser considerados efetivos, como o fortalecimento muscular em CCA. Thomeé⁽²⁾ afirmou que a dor durante a realização de atividades presente na SFP leva a uma diminuição da atividade física e consequentemente interfere na produção de força do músculo quadríceps femoral. Neste estudo, não podemos afirmar que houve um aumento da força muscular após os exercícios em CCA, porque esta não foi medida. Porém, observamos melhora da capacidade de realização de atividades funcionais e diminuição da dor, o que pode sugerir que o treinamento muscular favoreceu os pacientes na realização de suas atividades e interrompeu o ciclo descrito por Thomeé⁽²⁾.

Para os pacientes do G2, não foi observada diferença na intensidade da dor mas houve um aumento significativo nos valores das escalas após o tratamento. Uma das questões das escalas funcionais utilizadas é a presença de dor durante ou após a realização de atividades. Entretanto, quando a intensidade da dor foi avaliada isoladamente, não houve diferença, o que sugere que o fortalecimento muscular em CCF pode levar a uma melhora na capacidade de realização de tarefas funcionais, mas não obrigatoriamente sem que os pacientes sintam dor durante essas tarefas.

Sacco et al.⁽¹³⁾, após realizar um tratamento baseado em exercícios de fortalecimento e alongamento muscular, também observaram uma melhora da capacidade funcional dos pacientes sem diminuição concomitante da dor. Esses resultados estão de acordo com os observados para o G2, embora os autores tenham realizado diferentes exercícios em seu tratamento e, neste estudo, utilizou-se apenas um tipo de exercício de fortalecimento muscular em cada grupo.

Ainda em relação à capacidade funcional, foram criados índices que permitiram avaliar o ganho relativo de cada sujeito, sendo possível visualizar uma melhora média de aproximadamente 15%. Mesmo que não tenhamos observado uma diferença significativa entre os tratamentos, consideramos que foram efetivos porque possibilitaram a realização de movimentos diários, como agachar e subir escadas (questões presentes nas escalas), mais funcional. Inicialmente, a avaliação do encurtamento dos músculos isquiotibiais e flexibilidade justificava-se apenas para caracterizar a amostra de pacientes. Porém, observou-se uma diminuição significativa do encurtamento e aumento da flexibilidade após o fortalecimento muscular. Entre os grupos, não foi observada diferença significativa nessas variáveis.

Uma ADM pode estar diminuída por vários fatores, entre os quais o encurtamento e a perda de força muscular⁽¹⁴⁾. Nos pacientes avaliados, pode-se inferir que a diminuição do encurtamento muscular ocorreu porque a extensão da perna era realizada com maior facilidade após o tratamento, já que a avaliação do encurtamento foi feita com a contração ativa do paciente.

O estudo realizado por Tunay et al.⁽¹⁵⁾ também avaliou o encurtamento dos músculos isquiotibiais de pacientes com SFP e os resultados mostraram melhora significativa após o tratamento, o que está de acordo com os nossos. Porém, os autores não descrevem os exercícios realizados pelos pacientes, de forma que uma comparação direta fica prejudicada.

Os dados mostraram que o ângulo Q não sofreu alteração após o tratamento. Entre os grupos, também não foram observadas diferenças significativas, não havendo um realinhamento do joelho e/ou patela após fortalecimento muscular.

Alguns estudos encontrados na literatura também avaliaram o ângulo Q de pacientes com SFP após tratamento, com algumas diferenças metodológicas. Tunay et al.⁽¹⁵⁾ observaram uma melhora significativa no ângulo Q em pacientes após diferentes

tratamentos. Porém, não descreveram os exercícios realizados, tornando difícil explicar os motivos do realinhamento. Em relação aos valores de ângulo Q, foram bem semelhantes aos nossos, tanto antes quanto após o tratamento, mesmo com metade da amostra sendo composta por pacientes do gênero masculino. Resultados diferentes foram encontrados por Sacco et al.⁽¹³⁾, que não constataram diferença no ângulo Q após tratamento de cinco semanas. Os valores do ângulo antes e após o tratamento foram muito inferiores, entre cinco e oito graus, mas a maioria da amostra estudada pelos autores era composta por homens e boa parte dos pacientes era fisicamente ativa.

A forma de medição do ângulo Q também pode causar variabilidade entre os valores. Na nossa avaliação, o paciente era posicionado em decúbito dorsal com o músculo quadríceps femoral relaxado, enquanto os trabalhos de Tunay et al.⁽¹⁵⁾ e Sacco et al.⁽¹³⁾ não descrevem a posição do paciente nem a condição do músculo quadríceps femoral.

A determinação dos pontos de referência para uma correta avaliação do ângulo Q também é essencial, especialmente do centro da patela. Neste estudo, fomos bastante rigorosos quanto à posição do membro inferior do paciente e à localização das estruturas ósseas. Assim, os valores médios de ângulo Q antes do tratamento estão bem próximos dos encontrados por Boucher et al.⁽¹⁶⁾, que utilizaram um sistema de vídeo para avaliação do ângulo e encontraram valores médios de aproximadamente 21 graus em pacientes com SFP.

Por fim, na atividade EMG do músculo VM, não houve diferença nos grupos estudados após o tratamento. Para o músculo VL, houve aumento significativo da atividade no G1. Entre os grupos, não foram encontradas diferenças em nenhum dos músculos estudados.

O fato do músculo VM não apresentar diferença após o tratamento já era esperado, porque esse músculo é o primeiro do grupo quadríceps femoral a perder força nos pacientes com SFP e o que mais tardiamente responde aos efeitos da reabilitação⁽¹⁷⁾. Entretanto, ao observar as médias dos valores de RMS obtidas para esse músculo após o tratamento comparadas às do músculo VL, pode-se constatar que foram muito próximas nos grupos. Assim, mesmo que não tenham sido obtidas diferenças significativas para o músculo VM, consideramos que os tratamentos levaram a um reequilíbrio muscular entre os dois principais estabilizadores dinâmicos da patela.

No G1, onde o músculo VL mostrou diferença após o tratamento, novamente acreditamos que houve um reequilíbrio muscular, já que as médias desse músculo ficaram muito próximas às do VM. Além disso, deve ser considerado que o exercício em CCA utilizado nesse estudo favoreceu a contração de todas as porções do músculo quadríceps femoral na ADM de 90 a 45 graus de extensão da perna e, mesmo que Doucette e Child⁽⁵⁾ afirmem que o músculo VMO produz maior atividade EMG entre 60 e 90 graus da ADM, esta foi testada por meio de uma contração isométrica, o que pode não ter favorecido uma maior atividade do músculo VM.

Entre os grupos, nossos resultados foram diferentes dos apresentados por Stensdotter et al.⁽⁶⁾, que observaram uma maior amplitude do sinal do músculo VMO em exercícios em CCF do que em CCA, enquanto neste estudo não se constata diferença na ativação do músculo VM. Porém, os mesmos autores, estudando jovens saudáveis, observaram que o sinal EMG do músculo VMO é menor que do VL, tanto em CCA quanto CCF. Esses resultados estão parcialmente de acordo com os nossos, em que a observação das médias dos valores de RMS dos músculos VM e VL após os programas de fortalecimento muscular, nos permite inferir que foram muito semelhantes. Mas deve-se ressaltar que os autores avaliaram indivíduos clinicamente saudáveis, enquanto nosso estudo foi realizado em pacientes com síndrome musculoesquelética.

Vários fatores merecem ser discutidos em relação ao fortalecimento muscular utilizado neste estudo. O primeiro é o controle de ADM proposto na realização dos exercícios, já que está bem estabelecido na literatura consultada que estes geram menores forças

de reação e estresse fêmoro-patelar^(6,7). Em CCF, os exercícios realizados nos primeiros graus de flexão também causam menor tração patelar lateral⁽⁹⁾.

Ainda que Steinkamp et al.⁽⁶⁾ defendam que os exercícios em CCF são mais funcionais porque ocorrem em ADM mais próxima das atividades diárias, os exercícios de extensão da perna em CCA são rotineiramente prescritos na fase inicial de reabilitação da SFP. Por isso, consideramos fundamental seu estudo e acreditamos que a sua aplicação tenha produzido resultados favoráveis aos pacientes, especialmente na diminuição da dor e aumento da capacidade funcional. Outros autores também trataram pacientes com SFP usando exercícios em CCF em uma faixa específica de ADM. Stiene et al.⁽⁹⁾ propuseram um tratamento com exercícios de agachamento na ADM de zero a 45 graus de flexão da perna e subida/descida de degraus baixos, que não exigem grande amplitude de flexão da perna, e Cowan et al.⁽⁴⁾ utilizaram o agachamento de zero a 40 graus.

A frequência e a intensidade dos exercícios de fortalecimento muscular também são variáveis importantes. Em consulta à literatura, observamos que não há um consenso dessas variáveis nos protocolos. Reynolds et al.⁽¹⁸⁾ propuseram fortalecimento de seis semanas, cinco vezes por semana, aumentando a intensidade através do número de repetições e altura do degrau. Bandy e Hanten⁽¹⁹⁾ realizaram os exercícios por oito semanas, com frequência de três vezes semanais, não havendo aumento de carga porque era um fortalecimento isométrico máximo. Stiene et al.⁽⁹⁾ empregaram oito semanas com frequência de três vezes semanais, aumentando progressivamente a carga dos exercícios, caso os pacientes não relatassem dor. Cowan et al.⁽⁴⁾ utilizaram seis semanas, uma vez por semana e não referem o número de repetições nem o aumento da carga. No nosso estudo, procuramos adequar o protocolo a uma maior aderência ao tratamento e também levamos em consideração que as pacientes referiam dor durante atividades funcionais, de forma que um excesso de treinamento poderia aumentar muito a intensidade da dor e até contribuir para uma interrupção do estudo.

Além disso, a carga dos exercícios em CCA e CCF foi aumentada de acordo com a diminuição da intensidade da dor, utilizando um sistema de monitoramento da dor modificado do estudo de Thomeé⁽²⁾.

Constatou-se na primeira sessão de fortalecimento muscular que a maioria das pacientes sentia dificuldade para realizar os exercícios propostos, mesmo estando os aparelhos com carga mínima, algumas porque relatavam falta de força e outras dor. Como não havia a possibilidade de diminuir a carga dos aparelhos, julgamos que a monitoração da dor seria fundamental para proteger a articulação das participantes de um excesso de carga, e acreditamos que foi extremamente seguro o aumento apenas quando as pacientes assinalassem dor menor que 2 cm.

Ainda em relação à carga, o G1 apresentou uma média na última sessão de 36,5 kg enquanto o G2 terminou o treinamento com carga média de 78 kg, ou seja, o dobro. Segundo Lutz et al.⁽²⁰⁾, nos exercícios em CCA o movimento do segmento ocorre isoladamente e em CCF vários segmentos movem-se, com diferentes músculos contraindo-se ao mesmo tempo. Dessa forma, acreditamos que os pacientes do G2 conseguiram realizar os exercícios com mais carga porque eram em CCF, onde não somente o músculo quadríceps femoral estava ativo, mas também era acompanhado pela contração dos músculos isquiotibiais e glúteo máximo. Além disso, essa proporção de carga em CCA e CCF é semelhante a do estudo de Escamilla et al.⁽⁷⁾, que observaram que indivíduos praticantes experientes de musculação suportavam uma carga de 12 repetições máximas de aproximadamente 146 kg para os exercícios de agachamento e no *leg-press*, enquanto a carga para a extensão da perna com o mesmo número de repetições era de apenas 78 kg.

CONCLUSÕES

Os resultados desta pesquisa, dentro das condições experimentais utilizadas e para a amostra estudada, permitem inferir que os pacientes com SFP apresentam dor em atividades funcionais, encurtamentos musculares e perda da flexibilidade. Além disso, os tratamentos baseados no fortalecimento do músculo quadríceps femoral possibilitaram melhoras importantes nos principais sinais e sintomas apresentados pelos pacientes, não havendo diferenças evidentes entre os realizados em CCA e CCF. Por fim, em relação ao realinhamento do membro inferior, os tratamentos não se mostraram eficientes.

REFERÊNCIAS

1. Coqueiro KRR, Bevilaqua-Grossi D, Bérzin F, Soares AB, Candolo C, Monteiro-Pedro V. Analysis on the activation of the VMO and VLL muscles during semi-quat exercises with and without hip adduction in individuals with patellofemoral pain syndrome. *J Electromyogr Kinesiol.* 2005; 15: 596-603.
2. Thomeé R. A comprehensive treatment approach for patellofemoral pain syndrome in young women. *Phys Ther.* 1997; 77:1690-703.
3. Tunay VB, Ergun N, Baltaci G, Tunay S, Erden Z. Treatment of patellar tracking and pain in patellofemoral malalignment: Conservative versus surgery. *Pain Clin.* 2003; 15:185-92.
4. Cowan SM, Hodges PW, Bennell KL, Crossley KM. Altered vastii recruitment when people with patellofemoral pain syndrome complete a postural task. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002; 83: 989-95.
5. Doucette SA, Child DD. 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.* 1996; 23: 104-10.
6. Steinkamp LA, Dillingham MF, Markel MD, Hill JA, Kaufman KR. Biomechanical considerations in patellofemoral joint rehabilitation. *Am J Sports Med.* 1993; 21:438-44.
7. Escamilla RF, Fleisig GS, Zheng N, Barrentine SW, Wilk KE, Andrews JR. Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises. *Med Sci Sports Exerc.* 1998; 30:556-69.
8. Stensdotter A, Hodges PW, Mellor R, Sundelin G, Häger-Ross C. Quadriceps activation in closed and in open kinetic chain exercises. *Med Sci Sports Exerc.* 2003; 35:2043-7.
9. Stiene HA, Brosky T, Reinking MF, Nyland J, Mason MB. A comparison of closed kinetic chain and isokinetic joint isolation exercise in patients with patellofemoral dysfunction. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1996; 24:136-41.
10. Bandy WD, Irion JM, Briggler M. The effect of time and frequency of static stretching on flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther.* 1997; 77:1090-6.
11. Magee DJ. Avaliação musculoesquelética. 3ª ed. São Paulo: Manole; 2002.
12. Perret C, Poiraudeau S, Fermandian J, Colau MML, Benhamou AM. Validity, reliability, and responsiveness of the fingertip-to-floor test. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001; 82:1566-70.
13. Sacco ICN, Konno GK, Rojas GB, Arnone AC, Pássaro AC, Marques AP, et al. Functional and EMG responses to a physical treatment in patellofemoral syndrome patients. *J Electromyogr Kinesiol.* 2006; 16:167-74.
14. Norkin CC, White DJ. Medida do movimento articular: manual de goniometria. 2ª ed. Porto Alegre: Artes Médicas; 1997.
15. Tunay VB, Baltaci G, Tunay S, Ergun N. A comparison of different treatment approaches to patellofemoral pain syndrome. *Pain Clin.* 2003; 15:179-84.
16. Boucher JP, King MA, Lefebvre R, Pépin A. Quadriceps femoris muscle activity in patellofemoral pain syndrome. *Am J Sports Med.* 1992; 20:527-32.
17. Signorile JF, Kacsik D, Perry A, Robertson B, Williams R, Lowensteyn I et al. The effect of knee and foot position on the electromyographical activity of the superficial quadriceps. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1995; 22:2-9.
18. Reynolds NL, Worrell TW, Perrin DH. Effect of a lateral step-up exercise protocol on quadriceps isokinetic peak torque values and thigh girth. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1992; 15: 151-5.
19. Bandy WD, Hanten WP. Changes in torque and electromyographic activity of the quadriceps femoris muscles following isometric training. *Phys Ther.* 1993; 73:455-67.
20. Lutz GE, Palmitier RA, An KN, Chao EYS. Comparison of tibiofemoral joint forces during open-kinetic-chain and closed-kinetic-chain exercises. *J Bone Joint Surg Am.* 1993; 75:732-9.