

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA
CURSO DE FISIOTERAPIA
LABORATÓRIO DE PESQUISA DO EXERCÍCIO

NÍVEL DE ATIVAÇÃO MUSCULAR DO VASTO MEDIAL EM DIFERENTES
EXERCÍCIOS FISIOTERAPÊUTICOS

Andressa Dupont Birck

Porto Alegre, 2013

ANDRESSA DUPONT BIRCK

NÍVEL DE ATIVAÇÃO MUSCULAR DO VASTO MEDIAL EM DIFERENTES
EXERCÍCIOS FISIOTERAPÊUTICOS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito para
obtenção do Grau de Fisioterapia
da Universidade Federal do Rio
Grande do Sul.

Orientador(a): Profª Drª Cláudia Silveira Lima

Porto Alegre, 2013

RESUMO

A Síndrome da Dor Femoropatelar (SDFP) é uma desordem musculoesquelética definida como dor no joelho ou retropatelar com etiologia desconhecida; porém, a lateralização excessiva da patela é a causa mais aceita. A lateralização ocorre frequentemente pelo enfraquecimento do músculo Vasto Medial (VM) que deveria tracionar a patela medialmente. Na prevenção e reabilitação da SDFP, o fortalecimento de VM é imprescindível e não há consenso na literatura sobre quais exercícios recrutariam de modo mais eficaz essa musculatura. Desta forma, o objetivo do estudo foi comparar, através da análise do sinal eletromiográfico, o nível de ativação do VM em quatro diferentes exercícios utilizados na prevenção e na reabilitação da SDFP compreendendo isometria de extensão de joelhos a 30° e 60° e isometria no agachamento a 60° associado ou não a adução de quadril. O tipo do estudo é quantitativo, quase experimental com delineamento transversal. A amostra foi de 14 sujeitos saudáveis sedentários, com idade entre 20 e 40 anos. Para a aquisição do sinal EMG do músculo VM foi realizada a preparação da pele e colocação dos eletrodos em configuração bipolar. Após foi realizada uma Contração Isométrica Voluntária Máxima (CIVM) com duração de cinco segundos para cada exercício. O sinal EMG captado foi armazenado no software Miograph e a análise dos dados foi realizada através do software SAD32. Para a análise, foi recortado um período de três segundos e a partir disso foram obtidos os valores Root Mean Square (RMS) para cada exercício. Os dados foram normalizados pelo valor RMS obtido no 3º segundo de CIVM do exercício de extensão de joelho a 60°. Os resultados encontrados demonstram que houve diferença significativa quando comparados os exercícios de agachamento com os exercícios de extensão do joelho percebendo-se uma maior ativação do VM nos exercícios de extensão. Porém, não houve diferença significativa de ativação de VM entre os dois exercícios de extensão, assim como entre os exercícios de agachamento. Através deste estudo, pode-se concluir que os melhores exercícios para maximizar a ativação do VM são os exercícios isométricos de extensão do joelho, independente do ângulo avaliado, pois apresentam maior nível de ativação do VM, imprescindível para a prevenção e reabilitação da SDFP. Por outro lado, não há consenso na literatura sobre qual seria o exercício mais seguro para ser utilizado no tratamento da SDFP. Portanto, ainda são necessários mais estudos para que se possa utilizar os exercícios de extensão do joelho com segurança na prática clínica.

Palavras-chave: músculo quadríceps; eletromiografia, Síndrome da Dor Patelofemoral

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	5
CAPA	6
RESUMO	7
1. INTRODUÇÃO	8
2. MATERIAIS E MÉTODOS	10
2.1. Amostra	11
2.2. Procedimentos de Coleta	11
2.3. Procedimentos de Análise	13
2.4. Análise Estatística	14
3. RESULTADOS	14
4. DISCUSSÃO	15
5. CONCLUSÃO	21
6. AGRADECIMENTOS.....	21
REFERÊNCIAS	22

APRESENTAÇÃO

O presente artigo traz um assunto já bastante abordado em artigos científicos, mas que ainda não apresenta um consenso na literatura. O tema surgiu por dúvidas adquiridas durante os estágios extracurriculares na área da traumatologia ao atender pacientes com Síndrome da Dor Femoropatelar e propor condutas e exercícios para o tratamento desta lesão.

A Síndrome da Dor Femoropatelar é uma desordem musculoesquelética fonte de queixa dos pacientes, e é definida por dor no joelho ou retropatelar. O fortalecimento do músculo Vasto Medial é um dos tratamentos mais aceitos na literatura para a reabilitação e prevenção da Síndrome da Dor Femoropatelar.

Porém, ainda não há consenso na literatura sobre quais exercícios melhor recrutariam o músculo Vasto Medial, sendo que alguns autores sugerem os exercícios de extensão de joelho e outros autores sugerem exercícios de agachamento.

Portanto, este artigo vai abordar este tema procurando descobrir qual exercício, dentre quatro exercícios estudados, melhor ativaria o músculo Vasto Medial, imprescindível para a reabilitação e prevenção da Síndrome da Dor Femoropatelar.

Este artigo será submetido à Revista Physical Therapy e, por isso, o texto encontra-se adaptado às normas da revista.

REVISTA PHYSICAL THERAPY

NÍVEL DE ATIVAÇÃO MUSCULAR DO VASTO MEDIAL EM
DIFERENTES EXERCÍCIOS FISIOTERAPÊUTICOS

Andressa Dupont Birck

Porto Alegre, 2013

2 **Introdução:** A Síndrome da Dor Femoropatelar (SDFP) é definida
3 como dor no joelho ou retropatelar e a causa mais aceita é a lateralização da
4 patela pelo enfraquecimento do músculo Vasto Medial (VM). Na prevenção e
5 reabilitação da SDFP, o fortalecimento de VM é imprescindível e não há
6 consenso na literatura sobre quais exercícios recrutariam de modo mais eficaz
7 esse músculo.

8 **Objetivo:** Comparar o nível de ativação do músculo Vasto Medial (VM)
9 em quatro diferentes exercícios utilizados na prevenção e reabilitação da
10 SDFP.

11 **Design:** Estudo quantitativo, comparativo, transversal, do tipo quase
12 experimental.

13 **Ambiente:** Laboratório de pesquisa do exercício.

14 **Participantes:** 14 sujeitos saudáveis, sedentários, idade entre 20 e 40
15 anos.

16 **Intervenção:** Análise eletromiográfica do VM em quatro exercícios:
17 isometria de extensão de joelhos a 30° e 60° e agachamento a 60° associado
18 ou não a adução de quadril.

19 **Procedimentos:** Em cada exercício foi realizada uma Contração
20 Isométrica Voluntária Máxima (CIVM) de cinco segundos com coleta de EMG.
21 O valor Root Mean Square de três segundos em cada exercício foi calculado.
22 Os dados foram normalizados pelo 3º segundo de CIVM do exercício de
23 extensão de joelho a 60°.

24 **Resultados:** Houve maior ativação do VM nos exercícios de extensão
25 do joelho quando comparado aos exercícios de agachamento. Porém, não
26 houve diferença significativa de ativação de VM entre os exercícios de
27 extensão, assim como entre os exercícios de agachamento.

28 **Limitações:** Amostra de sujeitos saudáveis podendo haver diferença
29 nos resultados em sujeitos portadores da SDFP. Apenas o VM dos músculos
30 que compõe o quadríceps foi analisado.

31 **Conclusão:** Para maximizar a ativação do VM são indicados os
32 exercícios isométricos de extensão de joelho, independente do ângulo
33 avaliado, pois apresentam maior nível de ativação do VM, imprescindível para
34 a prevenção e reabilitação da SDFP.

36 1. INTRODUÇÃO

37 A articulação do joelho sofre inúmeras lesões, dentre elas a Síndrome
38 da Dor Femoropatelar (SDFP). Essa síndrome acomete principalmente adultos
39 jovens, e é uma das desordens musculoesqueléticas mais frequentes durante a
40 reabilitação da fisioterapia^{1,2}. É definida como uma dor no joelho ou retropatelar
41 causada por alterações estruturais e biomecânicas na articulação³. A etiologia
42 da lesão ainda não está bem definida; porém, o deslocamento lateral excessivo
43 da patela é o fator mais aceito^{4,5}.

44 Durante a extensão do joelho, todas as porções do quadríceps, Reto
45 Femoral, Vasto Intermédio e Vasto Lateral (VL), com exceção do Vasto Medial
46 (VM), promovem tendências de lateralização da patela⁶. Já a função do VM é a
47 de promover estabilização medial dinâmica da patela, pois o músculo
48 apresenta, predominantemente, fibras tônicas cuja função é a estabilização⁷.
49 Além disso, as fibras do músculo VM apresentam uma inclinação medial de 55°
50 em relação a diáfise femoral tracionando a patela medialmente^{8,9}. Um dos
51 motivos dessa lateralização é um desequilíbrio muscular entre o Vasto Lateral
52 (VL), que deveria tracionar a patela lateralmente e o Vasto Medial (VM), que
53 deveria tracionar a patela medialmente^{1, 6, 7, 10-12}. A insuficiência do VM ocasiona
54 um predomínio da tração do VL, sendo o principal fator da lateralização patelar,
55 o que predispõe a SDFP⁷.

56 O tratamento conservador para esta lesão é a melhor opção, e a
57 intervenção fisioterapêutica tanto na reabilitação quanto na prevenção da
58 patologia deve incluir o treinamento e fortalecimento da musculatura

59 enfraquecida, especialmente do VM, buscando o equilíbrio muscular na
60 articulação e o alinhamento patelar^{5,13-15}. Para isso, o programa fisioterapêutico
61 inclui exercícios de cadeia cinética aberta (CCA) como extensão de joelho e
62 exercícios de cadeia cinética fechada (CCF) como o agachamento^{3,16}. No
63 entanto, em ambos os tipos de exercícios o grupo muscular quadríceps é
64 ativado e, assim, tanto VM quanto VL atuam no movimento.

65 Ainda não há concordância na literatura sobre qual exercício apresenta
66 uma melhor ativação do VM e é imprescindível para a prevenção da SDFP e
67 reabilitação desta articulação que o fisioterapeuta saiba quais exercícios lançar
68 mão para melhor recrutar a musculatura desejada. O conhecimento da
69 variação de ativação do VM em diferentes exercícios é de extrema importância
70 para a prevenção da SDFP, e a eletromiografia vem em auxílio neste processo.

71 Exercícios de agachamento são os mais aceitos pela literatura, pois
72 além de apresentarem uma boa ativação do VM, também apresentam uma
73 segurança para a articulação já que o sujeito realiza uma co-contração de
74 quadríceps e isquiotibiais estabilizando dinamicamente o joelho¹⁷⁻¹⁹.

75 Dentre os exercícios de agachamento, Felício *et al.*²⁰ verificaram que o
76 agachamento associado à adução do quadril promove maior ativação elétrica
77 de uma porção do VM, o vasto medial oblíquo. Gramani-Say²¹, Bevilaqua-
78 Grossi *et al.*¹⁸ e Tang *et al.*¹⁶ encontraram maior ativação do VM no
79 agachamento realizado em 60° de flexão do joelho ao compará-lo com a flexão
80 de 45°. No que se refere ao exercício de extensão do joelho, Bevilaqua-Grossi
81 *et al.*²² verificaram, através da eletromiografia, que o VM obteve maior ativação
82 na contração isométrica em 90° de flexão do joelho quando comparado com as
83 posições de 15° e de 50° de flexão. Stensdotter *et al.*²³ encontraram que o

84 exercício de extensão de joelho isométrica a 30° apresenta maior ativação do
85 VM e Ribeiro *et al.*²⁴ reforçam que a utilização de exercícios de extensão de
86 joelho isométrico a 30° apresentam maior ativação de VM. Além disso, este
87 músculo apresenta boa estabilização dinâmica patelar entre os ângulos de 0° a
88 30° de flexão do joelho²¹. Já o estudo de Santos *et al.*²⁵ encontrou que o
89 exercício de extensão de joelho isométrico a 60° pode apresentar maior
90 ativação do VM.

91 Apesar de diferentes estudos estarem sendo realizados para identificar
92 os melhores exercícios para ativar o VM, ainda não existe consenso na
93 literatura sobre quais são os exercícios mais indicados para a prevenção da
94 SDFP. Exercícios de extensão de joelho em maiores ângulos podem
95 apresentar maior ativação de VM assim como exercícios de agachamento
96 também são indicados para a prevenção e tratamento da SDFP. Portanto, há
97 carência de estudos que comparem os diversos exercícios utilizados para
98 prevenção e reabilitação da SDFP.

99 Desta forma, o objetivo deste estudo foi comparar o nível de ativação
100 muscular do VM em diferentes exercícios utilizados para prevenção e
101 reabilitação da SDFP.

102 **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

103 Este é um estudo quantitativo, comparativo, transversal, do tipo quase
104 experimental.

105 **2.1 Amostra**

106 A amostra foi constituída de 14 sujeitos de ambos os sexos,
107 sedentários, sem histórico de dor, lesão ou cirurgia nos joelhos com idade entre
108 20 e 40 anos. O número de sujeitos foi estabelecido a partir do cálculo
109 amostral, com nível de significância de 0,05 e erro padrão de 10%, para
110 populações infinitas²⁶ com base na média e desvio-padrão (75,38±13,65)
111 encontrados no artigo de Bevilaqua-Grossi *et al.*¹⁸ que analisou a ativação do
112 VM durante exercícios utilizados na reabilitação fisioterapêutica.

113 Todos os sujeitos foram previamente informados sobre os objetivos da
114 pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).
115 O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade
116 Federal do Rio Grande do Sul (CEP/UFRGS) com o parecer nº 317.791.

117 **2.2 Procedimentos de Coleta**

118 A coleta foi realizada no Laboratório de Pesquisa do Exercício (Lapex)
119 da Escola de Educação Física (ESEF) da Universidade Federal do Rio Grande
120 do Sul (UFRGS). Os sujeitos realizaram uma CIVM durante cinco segundos em
121 quatro exercícios utilizados na reabilitação fisioterapêutica e a coleta do sinal
122 eletromiográfico foi feita simultaneamente.

123 Os quatro exercícios propostos foram extensão do joelho a 30° e a 60°
124 agachamento a 60° associado ou não a adução de quadril, que foi realizada
125 com o sujeito apertando uma bola de borracha de 15 cm de diâmetro entre os
126 joelhos. A ordem da realização dos exercícios foi randomizada por sorteio por
127 meio de envelope opaco.

128 Os dois exercícios de extensão de joelhos foram realizados em um
129 dinamômetro isocinético Cybex Norm (Ronkokoma, Nova Iorque, EUA), com o
130 sujeito sentado com as costas apoiadas formando um ângulo de 90° no quadril.
131 O sujeito foi adequadamente posicionado de forma que o eixo articular do
132 joelho coincidissem com o eixo de rotação do dinamômetro isocinético. Cintos e
133 faixas foram utilizados para evitar compensações musculares. Após o ajuste do
134 posicionamento, foi mensurado o peso da perna e estabelecidas as angulações
135 (30° ou 60°) para os testes, considerando 0° a extensão completa do joelho.
136 Após o posicionamento, o sujeito recebia as instruções sobre a execução do
137 teste, realizava um aquecimento com força submáxima para que fosse
138 verificada a qualidade do sinal eletromiográfico (EMG) e a realização correta do
139 exercício. Após 30 segundos, o teste era realizado com o sujeito fazendo a
140 força isométrica máxima contra a resistência do equipamento, no ângulo de 30°
141 ou 60°, conforme sorteio.

142 Os dois agachamentos foram realizados com o sujeito em pé, com os
143 pés afastados na largura do quadril e durante a execução do movimento o
144 tronco permanecia perpendicular ao solo para evitar uma vantagem mecânica
145 dos extensores do quadril que ocorre com o aumento do ângulo de flexão da
146 coluna²¹. A flexão do joelho a 60° foi mensurada com um goniômetro manual
147 de acrílico Trident (Itapuí, São Paulo, Brasil). Nesta posição o sujeito realizava
148 força de extensão dos membros inferiores (MIs) contra uma barra fixa apoiada
149 nos ombros. O agachamento de 60° associado com adução de quadril foi
150 realizado com o sujeito na mesma posição anterior, pressionando uma bola de
151 15cm de diâmetro entre os joelhos.

152 Nos quatro exercícios, as posições foram mantidas por cinco segundos
153 recebendo estímulos verbais para manutenção da contração. O intervalo entre
154 cada exercício foi de três minutos.

155 O nível de ativação do vasto medial do membro dominante do sujeito
156 foi analisado através do sinal EMG registrado durante a CIVM de cada um dos
157 exercícios.

158 Para a aquisição do sinal EMG foi utilizado um eletromiógrafo Miotool
159 400 com uma taxa de aquisição de 2000Hz por canal. O sinal elétrico do
160 músculo VM foi registrado através de pares de eletrodos de superfície, cada
161 um com 15mm de raio, levemente sobrepostos, com uma distância entre
162 eletrodos de 20mm, pré-amplificados com configuração bipolar. Para minimizar
163 a impedância da pele foi realizada a raspagem dos pelos e a abrasão da pele
164 com algodão embebido em álcool no local da colocação dos eletrodos.

165 Após este processo, os eletrodos foram posicionados segundo Surface
166 Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles (SENIAM)²⁷.
167 Para o músculo VM a orientação é a 80% da linha entre a espinha ilíaca
168 ântero-superior e o espaço da articulação na face da borda anterior do
169 ligamento medial, no local referente ao ventre muscular do VM.

170 **2.3 Procedimentos de Análise**

171 Após a captação, o sinal EMG foi gravado e armazenado em um
172 computador com o software Miograph através de um cabo USB. Os dados
173 armazenados foram importados para o software SAD32 onde foi realizada a
174 filtragem dos dados para que possíveis ruídos fossem eliminados e não
175 interferissem nos dados coletados. A filtragem foi realizada com filtros tipo

176 passa-banda Butterworth, de 5ª ordem, com frequência de corte entre 20 e
177 500Hz. Após este processo, foi recortada uma janela de três segundos do
178 tempo de realização da CIVM de cada exercício e a partir disso foi obtido um
179 valor Root Mean Square (RMS) para o VM em cada um dos quatro exercícios.

180 Para a normalização dos dados foi calculado o valor RMS de um
181 segundo da CIVM do exercício de extensão do joelho a 60°, entre o terceiro e o
182 quarto segundo de execução. Este exercício foi escolhido para ser utilizado na
183 normalização dos dados por ter apresentado o maior valor bruto de ativação do
184 músculo VM. O valor RMS encontrado foi utilizado como percentual máximo na
185 comparação com os valores RMS de cada exercício.

186 **2.4 Análise Estatística**

187 A normalidade dos dados foi verificada utilizando-se o teste de Shapiro-
188 Wilks e os dados foram apresentados por meio dos valores de média e
189 desvios-padrão, Para comparar o nível de ativação do VM nos quatro
190 exercícios foi utilizada uma análise de variância para amostras repetidas (one-
191 way ANOVA), seguido pelo teste *post-hoc* de Bonferroni, quando indicado. Os
192 dados foram analisados através do software Statistical Package for Social
193 Sciences (SPSS), versão 14.0. Em todas as análises foi adotado um α de 0,05.

194 **5. RESULTADOS**

195 Os resultados obtidos com este estudo (Figura 1) demonstram que não
196 há diferença significativa na ativação do VM entre exercícios de extensão de
197 joelho a 30° (100,14±22,21), e extensão de joelho a 60° (101,1±7,14), assim

198 como entre os exercícios de agachamento a 60° (55,82±32,15) e o
199 agachamento a 60° associado a adução do quadril (63,09±37,45).

200 Porém, os exercícios de extensão de joelho a 30° e 60° apresentaram
201 valores significativamente maiores de ativação do VM do que o agachamento à
202 60° (p=0,001 e p=0,000; respectivamente) e do que o agachamento à 60°
203 associado à adução (p=0,003 e p=0,002; respectivamente).

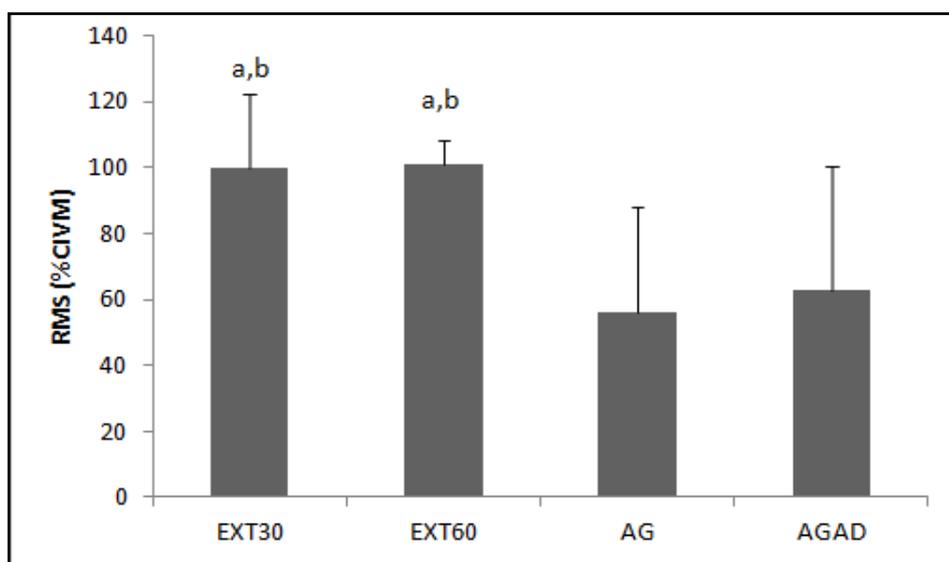


Figura 1: Percentual de ativação do músculo VM nos quatro exercícios de reabilitação: extensão de joelho a 30° (EXT30) e extensão de joelho a 60° (EXT60), agachamento a 60° (AG) e agachamento a 60° associado a adução (AGAD). Onde “a” representa diferença significativa do AG e “b” representa diferença significativa do AGAD (p≤0,05).

204 6. DISCUSSÃO

205 Os resultados obtidos neste estudo demonstram que há diferença
206 significativa de ativação do VM entre os exercícios de extensão do joelho
207 quando comparados com os exercícios de agachamento. Porém, não houve

208 diferença significativa de ativação quando comparados os agachamentos entre
209 si e os exercícios de extensão de joelho entre si.

210 Os resultados deste estudo relativos aos exercícios de agachamento
211 diferem do que é sugerido por Gramani-Say *et al.*²⁸ e Gramani-say²¹ que o
212 agachamento associado à adução do quadril deveria apresentar maior ativação
213 do VM devido ao posicionamento anatômico; segundo os autores algumas
214 fibras do músculo VM estão inseridas na porção distal do músculo adutor
215 magno o que facilitaria a ativação muscular do VM quando associado ao
216 movimento de adução do quadril. O estudo de Felício *et al.*²⁰ comparou o
217 agachamento tradicional, o agachamento com abdução e o agachamento com
218 adução e descobriu que o exercício de agachamento associado à adução
219 promoveu uma maior ativação do músculo VM. Ambos os estudos utilizaram
220 amostras semelhantes de sujeitos saudáveis e sedentários. Porém, o estudo
221 de Felício *et al.*²⁰ realizou os testes apenas em mulheres podendo este fato
222 justificar a diferença nos resultados pelo maior valgismo nas mulheres²⁹.

223 Já o estudo de Coqueiro *et al.*³⁰ corrobora com os resultados do
224 presente estudo. Os autores realizaram pesquisa semelhante procurando
225 descobrir como ocorria a ativação de VM nos exercícios de semiagachamento
226 isométricos com e sem adução do quadril. Os resultados encontrados não
227 demonstraram nenhuma ativação seletiva de VM. Porém, ainda foi analisada a
228 razão do valor RMS entre VM e VL e durante o agachamento associado à
229 adução do quadril a razão foi mais próxima de um, indicando um equilíbrio
230 maior de ativação entre esses músculos.

231 Ambos os exercícios de extensão, neste estudo, foram mais efetivos
232 quanto ao nível de ativação do VM quando comparados aos exercícios de

233 agachamento. Isso pode ser explicado pelo fato de que no exercício de
234 extensão isométrica de joelho ocorre puramente o movimento desta articulação
235 enquanto que no exercício de agachamento ocorre também a ação dos
236 extensores do quadril e flexores plantares do tornozelo que contribuem para o
237 torque da musculatura do joelho, minimizando a ativação elétrica do mesmo²¹.

238 Porém, há escassez de estudos realizando comparações semelhantes
239 a este estudo. Dois estudos, Cabral *et al.*¹² e Stensdotter *et al.*²³, compararam
240 exercícios de extensão de joelho com exercícios de leg press. No estudo de
241 Cabral *et al.*¹² foi utilizado o exercício de extensão de joelho de 90° a 45° na
242 cadeira extensora e *leg press* de 0 a 45°. Nos resultados obtidos do estudo de
243 Cabral *et al.*¹² não foi observada diferença de ativação de VM nos dois
244 exercícios. A divergência de resultado com o presente estudo, na comparação
245 de exercícios em CCA e CCF, pode ser devido ao fato dos autores utilizarem o
246 exercício de leg press e não o agachamento na vertical, e os exercícios terem
247 sido dinâmicos e não isométricos o que dificulta uma comparação direta com o
248 presente estudo. Já no estudo de Stensdotter *et al.*²³ foi utilizado o exercício de
249 extensão a 30° e leg press de 30° a 0° e os resultados demonstraram uma
250 maior ativação de VM no exercício de extensão a 30° corroborando com os
251 resultados do presente estudo.

252 O exercício de extensão a 30° também é preconizado para a
253 reabilitação e prevenção da SDFP pelo estudo de Ribeiro *et al.*²⁴ por
254 apresentar boa ativação do VM. Gramani-Say²¹ corrobora ao sugerir que a
255 função do VM de estabilização dinâmica da articulação do joelho é mais efetiva
256 nos ângulos de flexão de 0° a 30°. O presente estudo apesar de ter encontrado
257 maior ativação do VM na extensão a 30° comparado aos agachamentos, não

258 encontrou diferença significativa entre a extensão de joelho à 30° e a 60°, este
259 fato pode ser justificado pelo estudo de Santos *et al.*²⁵ que indica a extensão de
260 joelho isométrica a 60° como um exercício com boa ativação de VM.

261 Santos *et al.*²⁵ compararam a ativação dos músculos VM e VL em dez
262 diferentes exercícios, sendo que os exercícios que apresentaram uma maior
263 ativação de VM foram extensão de joelho isométrica a 60°, extensão de joelho
264 isocinética partindo de 60 até 0° e agachamento da posição de pé até 45° de
265 flexão de joelho. Porém, os autores não observaram se há diferença entre os
266 três exercícios que apresentaram uma maior ativação do VM. O estudo de
267 Correa *et al.*³¹ apesar de sugerir que o ângulo de extensão a 60° é o que
268 apresenta maior vantagem mecânica para a realização da força muscular, os
269 seus resultados não apresentaram diferença significativa de ativação do VM
270 entre os ângulos estudados por eles (0°, 60° e 90°). Outro estudo que
271 comparou diferentes ângulos de extensão de joelho (15° e 90°) foi o de
272 Bevilaqua-Grossi *et al.*²², que também não observaram diferença significativa
273 da ativação de VM.

274 Observa-se que tanto no estudo de Bevilaqua-Grossi *et al.*²² quanto no
275 estudo de Correa *et al.*³¹ as angulações de extensão do joelho foram diferentes
276 das utilizadas neste estudo. Porém, percebe-se que, independente do ângulo
277 de extensão do joelho utilizado, a ativação do músculo VM não varia
278 significativamente fazendo com que o exercício de extensão de joelho, utilizado
279 para a prevenção e reabilitação da SDFP, possa ser utilizado em qualquer
280 ângulo.

281 É importante salientar que o presente estudo realizou a análise de
282 apenas um músculo dos que compõe o quadríceps, o VM, para a realização

283 dos testes. Não foram analisados os outros músculos que compõe o
284 quadríceps, como o VL, não sendo possível a comparação entre todos os
285 estabilizadores da patela. Alguns estudos realizam esta comparação
286 demonstrando que, durante um exercício, pode ocorrer uma maior ativação do
287 VL quando comparado com o VM tornando o exercício questionável para o
288 tratamento de indivíduos com SDFP, pois aumentaria o desequilíbrio muscular
289 já existente^{18, 20, 24, 25, 30, 32}. Outra possível limitação é a utilização de apenas
290 indivíduos saudáveis na amostra, pois indivíduos portadores da SDFP
291 poderiam apresentar diferenças nos resultados. Alguns estudos sugerem que
292 em indivíduos portadores da SDFP pode haver desequilíbrio entre os músculos
293 que compõe o quadríceps fazendo com que o VM apresente menor ativação
294 muscular^{24, 25, 30, 32}. Por outro lado, estudos foram realizados comparando os
295 exercícios em indivíduos saudáveis e portadores da SDFP sem apresentar
296 diferença significativa^{15, 16, 18}.

297 Procurando encontrar o equilíbrio dinâmico da musculatura, o
298 agachamento é um dos exercícios que mais vem sendo utilizado no tratamento
299 fisioterapêutico da SDFP. Apesar de que com relação à ativação do VM, os
300 exercícios de extensão de joelho possam apresentar melhores níveis de
301 ativação do que os exercícios de agachamento, alguns autores sugerem que
302 os exercícios em CCF, como o agachamento, possam ser mais seguros para
303 sujeitos com SDFP, pois realizam uma estabilização dinâmica da articulação
304 buscando uma relação mais próxima entre o nível de ativação do músculo VM
305 e o nível de ativação do músculo VL^{20, 23}.

306 A revisão de literatura realizada por Nobre³³ reforça essa ideia. O
307 objetivo era descobrir a eficácia dos exercícios utilizados para a reabilitação da

308 SDFP buscando estudos que comparassem a ativação dos músculos que
309 compõe o quadríceps em diferentes exercícios de CCA e CCF. A autora
310 percebeu que, com a finalidade de recuperar o equilíbrio das forças entre os
311 músculos VM e VL, atuantes na estabilização do joelho, e reduzir a dor, tanto
312 os exercícios de CCA e CCF podem ser empregados durante a abordagem
313 terapêutica. Porém, os exercícios em CCF são considerados mais funcionais e
314 poderiam ser melhor empregados.

315 O estudo de Fehr *et al.*³⁴ comprova a melhora da funcionalidade ao
316 comparar a ativação muscular, a dor e a funcionalidade nos exercícios de CCA
317 e CCF em portadores de SDFP. Perceberam que ambos os exercícios
318 promoveram redução da intensidade da dor e melhora da funcionalidade.
319 Porém, os exercícios em CCF mostraram-se mais eficazes quando
320 comparados aos exercícios em CCA.

321 Por outro lado, segundo Escamilla³⁵, o agachamento é uma atividade
322 funcional fonte de queixa dentre pacientes com SDFP já que a atividade gera
323 excessivas forças de cisalhamento tibiofemoral e, com a contração de
324 isquiotibiais, quadríceps e gastrocnêmio, aumenta a força compressiva na
325 articulação patelofemoral contribuindo para a degeneração articular e gerando
326 dor. Escamilla *et al.*³⁶ concluíram que os exercícios em CCA produzem
327 menores forças compressivas quando comparados aos exercícios em CCF,
328 que geram maiores forças compressivas principalmente em ângulos de flexão
329 acima de 85°. Dessa forma, se mantém a dúvida sobre qual o melhor exercício
330 para a reabilitação da SDFP.

331 Um ponto forte deste estudo é a realização da comparação de quatro
332 exercícios de isometria máxima que facilitam a análise e a interpretação dos

333 dados obtidos. Existem estudos que realizam comparações entre exercícios
334 isométricos e exercícios isotônicos que dificultam a interpretação dos
335 resultados^{25, 37}.

336 Porém, novos estudos são necessários para realizar a análise EMG do
337 VM e do VL nestes quatro exercícios isométricos para verificar como se dá a
338 relação entre esses dois músculos, além de comparar se há diferença de
339 ativação dos músculos VM e VL entre sujeitos saudáveis e sujeitos portadores
340 de SDFP.

341 **7. CONCLUSÃO**

342 Através deste estudo, pode-se concluir que os melhores exercícios
343 para maximizar a ativação do VM, em sujeitos saudáveis, são os exercícios
344 isométricos de extensão do joelho em 30° e 60°, pois apresentam maior nível
345 de ativação do VM, imprescindível para a prevenção e reabilitação da SDFP.

346 Por outro lado, não há consenso na literatura sobre qual seria o
347 exercício mais seguro para ser utilizado no tratamento da SDFP. Portanto,
348 ainda são necessários mais estudos para que se possa utilizar os exercícios de
349 extensão com segurança na prática clínica.

350 **8. AGRADECIMENTOS**

351 Agradeço a participação dos colegas Felipe Minozzo, Jonnas Zaleski e
352 Rodrigo Franke pelo auxílio na coleta e análise dos dados. Vocês foram
353 imprescindíveis para o andamento deste estudo.

REFERÊNCIAS

1. Biedert RM, Warnke K. Correlation between the Q angle and the patella position: a clinical and axial computed tomography evaluation. *Archives Orthopaedic Trauma Surgery*. 2001; 121:346-49.
2. Wilk EK, Reinold MM. Principles of patellofemoral rehabilitation. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*. 2001; 9:325-36.
3. Cowan MS, Bennell LK, Crossley MK, Hodges WP, McConnell J. Physical therapy alters recruitment of the vasti in patellofemoral pain syndrome. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2002; 34:1879-85.
4. Insall J. Patellar malalignment syndrome. *Orthopaedic Clinics North America*. 1979; 10:117-22.
5. Wise H, Fiebert MI, Kates LJ. EMG biofeedback as treatment for patellofemoral pain syndrome. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 1984; 6:95–103.
6. Grabiner, DM, Koh TJ, Draganich LF. Neuromechanics of the patellofemoral joint. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1994; 26:10-21.
7. Tobin S, Robinson G. The effect of McConnell's vastus lateralis inhibition taping technique on vastus lateralis and vastus medialis obliquus activity. *Physiotherapy*. 2000; 86:173-183.
8. Travnik L, Pernus F, Erzen I. Histochemical and Morphometric Characteristics of the Normal Human Vastus Medialis Longus and Vastus Medialis Obliquus Muscles. *Journal Anat*. 1995; 187:403-11.
9. Ribeiro DC, Loss JF, Cañeiro JPT, Lima CS, Martinez FG. Análise Eletromiográfica do Quadríceps Durante a Extensão do Joelho em Diferentes Velocidades. *Acta Ortop Bras*. 2005; 13:189-193.
10. Lieb JF, Perry J. Quadriceps function: an anatomic and mechanical study using amputated limbs. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 1968; 50:1535-48.
11. Goodfellow WJ, Hungerford DS, Zindel M. Patello femoral joint mechanics and pathology functional anatomy of the patellofemoral joint. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 1976; 58-B:287-290.

12. Cabral, CMN, Melim AMO, Sacco ICN, Marques AP. Fisioterapia em Pacientes com Síndrome Fêmoropatelar: comparação de exercícios em cadeia cinética aberta e fechada. *Acta Ortopédica Brasileira*. 2008; 16:180-185.
13. McConnell SJ. The management of chondromalacia patellae: a long-term solution. *Australian Journal of Physiotherapy*. 1986; 32:215-23.
14. Hanten PW, Schulthies SS.. Exercise effect on electromyographic activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis muscles. *Physical Therapy*. 1990; 70:561-5.
15. Sheehy P, Burdett RG, Irrgang JJ, Vanswearingen J. An electromyographic study of vastus medialis oblique and vastus lateralis activity while ascending and descending steps. *Journal Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 1998; 27:423-9.
16. Tang FTS, Chen CK, Hsu R, Chou SW, Hong WH, Lew HL. Vastus medialis obliquus and vastus lateralis activity in open and closed kinetic chain exercise in patients with patellofemoral pain syndrome: an electromyographic study. *Archives Physical Medicine Rehabilitation*. 2001; 82:1441-5.
17. Stiene AH, Brosky T, Reinking FM, Nyland J, Mason MB. A comparison of closed kinetic chain and isokinetic joint isolation exercise in patients with patellofemoral dysfunction. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 1996; 24:136-141.
18. Bevilaqua-Grossi D, Felício LR, Simões R, Coqueiro KR, Monteiro V. Avaliação eletromiográfica dos músculos estabilizadores da patela durante exercício isométrico de agachamento em indivíduos com síndrome da dor femoropatelar. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2005; 11:159-163.
19. Veiga PHA. Análise Eletromiográfica como base para o tratamento das luxações recidivas da patela. *Fisioterapia em Movimento*. 2007; 20:11-16.
20. Felício LR, Dias LA, Silva APM, Oliveira AS, Bevilaqua-Grossi D. Ativação muscular estabilizadora da patela e do quadril durante exercícios de agachamento em indivíduos saudáveis. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. 2011; 15:206-11.
21. Gramani-Say K. Atividade Elétrica dos Estabilizadores Dinâmicos da Patela no Exercício de Agachamento Associado a Diferentes Posições do

Quadril em Indivíduos Normais e Portadores de Síndrome de Dor Femoropatelar (tese de mestrado). *Universidade Federal de São Carlos*. 2005.

22. Bevilaqua-Grossi D, Monterio V, Bérzin F. Análise funcional dos estabilizadores patelares. *Acta Ortopédica Brasileira*. 2004; 12:99-104.

23. Stensdotter AK, Hodges PW, Mellor R, Sundelin G, Häger-Ross C. Quadriceps Activation in Closed and in Open Kinetic Chain Exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2003; 35:2043-7.

24. Ribeiro ACS, Grossi DB, Foerster B, Candolo C, Monteiro V. Avaliação Eletromiográfica e Ressonância Magnética do Joelho de Indivíduos com Síndrome da Dor Femoropatelar. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. 2010; 14:221-8.

25. Santos EP, Bessa SNF, Lins CAA, Marinho AMF, Silva KMP, Brasileiro JS. Atividade eletromiográfica do vasto medial oblíquo e vasto lateral durante atividades funcionais em sujeitos com síndrome da dor patelofemural. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. 2008; 12:304-10.

26. Santos GR, Abbud EL, Abreu AJ. Determination of the size of samples: na introduction for new researchers. *Review Cientific Symposium*. 2007; 5:59-65.

27. Hermens DH, Freriks B. European recommendations for surface electromyography: results of the Seniam project. Enschede (The Netherlands): *Seniam/Biomed II/ European Union*. 1999. Disponível em: www.seniam.org. Acesso em: 15/08/2013.

28. Gramani-Say K, Pulzatto F, Santos GM, Vassimon-Barroso V, Oliveira AS, Bevilaqua-Grossi D et al. Efeito da Rotação do Quadril na Síndrome da Dor Femoropatelar. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. 2006; 10:75-81.

29. Grelsamer RP, Klein JR. The biomechanics of the Patellofemoral Joint. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1998; 28:286-98.

30. Coqueiro KRR, Bevilaqua-Grossi D, Bérzin F, Soares AB, Candolo C, Monteiro V. Analysis on the activation of the VMO and VLL muscles during semisquat exercises with and without hip adduction in individuals with patellofemoral pain syndrome. *Journal Eletromyography Kinesiology*. 2005; 5:596-603.

31. Correa CS, Silva BGC, Alberton CL, Wilhelm EN, Moraes AC, Lima CS, Pinto RS. Análise da Força Isométrica Máxima e do Sinal de EMG em Exercícios para os Membros Inferiores. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2001; 13:429-435.
32. Nunes CV, Monteiro V. Efeito do Exercício Isométrico de Extensão do Joelho Associado à Adução Isométrica do Quadril na Atividade Elétrica dos Músculos Vasto Medial Oblíquo e Vasto Lateral Oblíquo em Indivíduos com Disfunção Fêmoro-Patelar. *Revista Brasileira de Fisioterapia.* 2003; 7:145-150.
33. Nobre TL. Comparação dos Exercícios em Cadeia Cinética Aberta e Cadeia Cinética Fechada na Reabilitação da Disfunção Femoropatelar. *Fisioterapia e Movimento.* 2011; 24:167-172.
34. Fehr GL, Cliquet JA, Cacho EWA, Miranda JB. Efetividade dos exercícios em cadeia cinética aberta e cadeia cinética fechada no tratamento da síndrome da dor femoropatelar. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte.* 2006; 12:66-70.
35. Escamilla RF. Knee Biomechanics of the Dynamic Squat Exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 2001; 33:127–141.
36. Escamilla RF, Fleisig GS, Zheng N, Barrentine SW, Wilk K, Andrews JR. Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 1998; 30:556-569.
37. Bessa SNF, Elielton PS, Renata AGS, Paulo HBM, Jamilson SB. Atividade Eletromiográfica do Vasto Medial Oblíquo em Portadores da Síndrome da Dor Femoropatelar. *Fisioterapia e Pesquisa.* 2008; 15:157-63.