


**Marcella Ferraz Pazzinatto**



**DOR FEMOROPATELAR: UMA CONTRIBUIÇÃO  
CONSIDERANDO ASPECTOS DA DOR E SUA INFLUÊNCIA  
EM PARÂMETROS ELETROMIOGRÁFICOS**

Presidente Prudente

2016

**Marcella Ferraz Pazzinatto**

**DOR FEMOROPATELAR: UMA CONTRIBUIÇÃO  
CONSIDERANDO ASPECTOS DA DOR E SUA INFLUÊNCIA  
EM PARÂMETROS ELETROMIOGRÁFICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Fisioterapia da Faculdade de Ciências e Tecnologia - FCT/UNESP, campus de Presidente Prudente, para a obtenção do título de Mestre em Fisioterapia.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Mícolis de Azevedo

Presidente Prudente

2016

## FICHA CATALOGRÁFICA


P369d Pazzinato, Marcella Ferraz.  
Dor Femoropatelar : uma contribuição considerando aspectos da dor e sua influência em parâmetros eletromiográficos / Marcella Ferraz Pazzinato. - Presidente Prudente : [s.n], 2016  
73 f. ; il.


Orientador: Fábio Mícolis de Azevedo  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,  
Faculdade de Ciências e Tecnologia  
Inclui bibliografia

1. Hiperalgesia. 2. Dor anterior de joelho. 3. Eletromiografia. I. Pazzinato, Marcella Ferraz. II. Azevedo, Fábio Mícolis. III. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia – Presidente Prudente. IV. Dor Femoropatelar : Uma contribuição considerando aspectos da dor e sua influência em parâmetros eletromiográficos.

**BANCA EXAMINADORA**

  
\_\_\_\_\_  
**PROF. DR. FABIO MICOLIS DE AZEVEDO**  
(ORIENTADOR)

  
\_\_\_\_\_  
**PROF. DR. FERNANDO HENRIQUE MAGALHÃES**  
(USP)

  
\_\_\_\_\_  
**PROF. DR. RAFAEL ZABELLI DE ALMEIDA PINTO**  
(FCT/UNESP)

  
\_\_\_\_\_  
**MARCELLA FERRAZ PAZZINATO**

PRESIDENTE PRUDENTE, 29 DE ABRIL DE 2016.

RESULTADO: APROVADA

## DEDICATÓRIA

---

*Dedico esta dissertação ao Danilo e à minha família.*

## AGRADECIMENTOS

---

É chegada a hora de agradecer e os motivos são muitos, afinal foram dois anos intensos e repletos de novas experiências.

Assim como faço todos os dias, agradeço a DEUS pelo simples fato de existir e de ser abençoada com pessoas excelentes e uma família incrível ao meu redor.

Nem todas as palavras que existem são suficientes para agradecer ao DANILO por ser meu porto seguro na vida e no trabalho.

E o que dizer aos meus pais LUCIANA e GIOVANNI que abraçaram a minha vontade de fazer mestrado como se fosse deles e se desdobraram para me dar apoio e suporte? Muitíssimo obrigada!

Aos meus irmãos LUÍSA, CAROLINA, GIOVANNA e GIOVANNI e sobrinhos HENRIQUE e BERNARDO que mesmo estando longe foram essenciais nas horas de angústia e de fraqueza.

À família do Danilo que considero como minha. FRANCISCO, JANE, DANIELE e DENISE obrigada por me apoiarem em todos os momentos.

Aos amigos do laboratório RONALDO, AMANDA, DEISI, MAIRA, MARINA e JULIANA que devido a convivência diária são obrigados a aturar os momentos de euforia e de tristeza. E aos amigos de longe que ainda se fazem presentes.

Obrigada Prof. FÁBIO pelos ensinamentos diários, pelos debates científicos, pelas boas risadas e por me dar a oportunidade de viver uma das melhores experiências da minha vida em outro país (ou melhor, do outro lado do mundo).

E obrigada a todos os professores que contribuíram de alguma forma para o meu desenvolvimento enquanto mestranda, mais especificamente ao Prof. RÚBEN DE FARIA NEGRÃO FILHO por acompanhar este projeto desde o começo, ao Prof. FERNANDO AMÂNCIO ARAGÃO por disponibilizar seu laboratório em Cascavel para a realização de parte das coletas e ao Prof. EVANGELOS PAPPAS por me orientar e dar todo suporte necessário para o desenvolvimento das minhas atividades na Austrália.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio (Processo nº 2014/10839-0 Bolsa de mestrado no país e Processo nº 2015/10631-3 Bolsa Estágio de Pesquisa no Exterior).

## Resumo

A dor femoropatelar (DFP) é considerada um “enigma ortopédico”, e uma das desordens musculoesqueléticas mais desafiadoras para se gerenciar. Isso porque até o presente momento não se tem definição acerca da(s) causa(s) que podem levar a esta desordem. Há mais de duas décadas têm-se investigado a presença de alterações biomecânicas em indivíduos com DFP durante as mais diversas atividades, como corrida, subida e descida de escada, agachamento e salto. Os parâmetros eletromiográficos (EMG) relacionados ao tempo e amplitude de ativação dos músculos vasto lateral (VL) e vasto medial (VM) são frequentemente abordados em estudos com essa população, no entanto, os resultados são controversos e acredita-se que uma das possíveis causas para essa inconsistência seja a característica intermitente dos sintomas. Ou seja, em determinados momentos a dor está presente e em outros não, independente da atividade que esteja sendo desenvolvida. Sabe-se que a dor recorrente pode levar a alterações no mecanismo central de controle da dor gerando respostas exageradas frente a estímulos dolorosos (hiperalgesia). Acredita-se que mulheres com DFP apresentam hiperalgesia tanto local quanto generalizada, no entanto, não se sabe o quanto a presença da dor no momento da avaliação pode alterar esses mecanismos de hiperalgesia. Diante disso, os objetivos gerais desta dissertação foram analisar o quanto a presença da dor afeta a hiperalgesia e os parâmetros EMG em mulheres com DFP, além de determinar pontos de corte para identificar a presença de hiperalgesia em mulheres com DFP. Os parâmetros EMG foram avaliados durante o gesto de subida de escada, e assim como os limiares pressóricos de dor (LPD) e a escala visual analógica (EVA) de dor, foram coletados em dois momentos antes e após um protocolo de esforço da articulação femoropatelar. Este protocolo foi realizado com o intuito de exacerbar os sintomas específicos da DFP e consistiu em 15 subidas de escada com 35% do peso corporal alocado em uma mochila e com ritmo demarcado por um metrônomo (96 graus/min). Observou-se que mulheres com DFP apresentam LPDs reduzidos em comparação com mulheres assintomáticas e após o protocolo de esforço os LPDs avaliados ao redor do joelho, no grupo com DFP, reduziram significativamente comparado a avaliação prévia, no entanto, não houve diferença no LPD do ponto distante. Os pontos de corte encontrados apresentaram bons valores de acurácia diagnóstica, podendo ser úteis para a prática clínica na discriminação de indivíduos com e sem hiperalgesia. Já quanto aos parâmetros EMG avaliados em mulheres com DFP antes e após o protocolo de esforço, não houve diferença entre o início da ativação dos músculos VM e VL na presença da dor, mas houve aumento na amplitude do sinal EMG do VL e, conseqüentemente, redução na razão de ativação VM/VL após o protocolo de esforço. De acordo com estes resultados observa-se que a presença da dor é capaz de alterar os mecanismos centrais de modulação da dor, aumentando a hiperalgesia no local da desordem. A confirmação da presença de hiperalgesia local e generalizada em mulheres com DFP é de fundamental importância para traçar estratégias de tratamento, e a definição de pontos de corte capazes de discriminar os indivíduos quanto a presença de hiperalgesia facilita o gerenciamento desta desordem. E curiosamente os tratamentos visando o equilíbrio na ativação dos músculos VM e VL parecem não ser a melhor opção já que esse quesito não sofreu alteração diante do principal sintoma da DFP.

Palavras-chave: Hiperalgesia, dor anterior de joelho, eletromiografia.

## PATELLOFEMORAL PAIN: A CONTRIBUTION CONSIDERING PAIN ASPECTS AND INFLUENCE ON ELECTROMYOGRAPHIC PARAMETERS

### **Abstract**

As there is no definition about etiological factors of patellofemoral pain (PFP), it is considered an “orthopaedic enigma” and one of musculoskeletal disorders most challenging to manage. More than two decades, researchers have investigated the presence of biomechanics alteration in individuals with PFP during different activities as run, stair deambulation, squatting and jump. The electromyographic (EMG) parameters related to timing and amplitude of activation of vastus lateralis (VL) and vastus medialis (VM) muscles are often addressed in studies with PFP. However, the results are controversial and a plausible explanation may be the intermittent characteristic of the symptoms. In other words, at certain times the pain is present and not in others, regardless of the activity that is being developed. It is knowing that recurrent pain may result in dysfunctional analgesic control generating exaggerated responses to painful stimuli (hyperalgesia). Women with PFP present local and widespread hyperalgesia, however, it is unknown how the presence of pain at the moment of evaluation may alter the hyperalgesia. Thus, the overall aims were to analyze how the presence of pain affects hyperalgesia and EMG parameters in women with PFP, moreover, to determine cutoff points to identify the presence of hyperalgesia in women with PFP. EMG parameters were evaluated during stair climbing. EMG parameters, pressure pain thresholds (PPTs) and visual analogue scale of pain (VAS) were collected in two conditions: before and after a patellofemoral joint loading protocol. This protocol aimed to arouse the specific symptoms of PFP and it was composed to 15 stair deambulation with 35% of body mass allocated in a backpack and the rhythm was demarcated by a metronome (96 steps/min). The women presented lower PPTs compared to pain free group. After the protocol, the PPTs around the knee decreased, whereas the PPT at a remote site to the knee not changed in women with PFP. The PPT cutoff points presented good capability to discriminate women with and without PFP. There was no difference in VL and VM onset of activation in presence of pain, however, the VL amplitude increased and VM/VL activation ratio decreased after the patellofemoral joint loading protocol. According to these results, the presence of pain changed the central mechanisms of pain modulation, increasing hyperalgesia at the site of the disorder. The cutoff points can guide clinicians towards identifying the presence of local and widespread hyperalgesia in women with PFP. Thus, clinicians may be able to identify which patients would benefit from non-mechanical interventions focusing on components aimed at pain neuroscience education. Interestingly, the treatments aiming to reduce the imbalance between VM and VL muscles do not seem to be the best option insofar as this parameter did not change in the presence of the main symptom of PFP.

**Keywords:** Hyperalgesia, anterior knee pain, electromyography.

## Sumário

CONTEXTUALIZAÇÃO .....	11
Referências bibliográficas .....	15
A DISSERTAÇÃO E SUA ESTRUTURA.....	19
ESTUDO I.....	20
1.1 INTRODUÇÃO .....	21
1.2 MÉTODOS .....	23
1.3 RESULTADOS .....	29
1.4 DISCUSSÃO .....	32
1.5 CONCLUSÃO.....	36
Referências bibliográficas .....	36
ESTUDO II.....	40
2.1 INTRODUÇÃO .....	41
2.2 MÉTODOS .....	42
2.3 RESULTADOS .....	44
2.4 DISCUSSÃO .....	46
2.5 CONCLUSÃO.....	50
Referências bibliográficas .....	50
ESTUDO III.....	52
3.1 INTRODUÇÃO .....	53
3.2 MÉTODOS .....	54
3.3 RESULTADOS .....	59
3.4 DISCUSSÃO .....	60
3.5 CONCLUSÃO.....	64
Referências Bibliográficas.....	64
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	68
ANEXO A – Termo de Aprovação Comitê de Ética .....	70
ANEXO B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido .....	72

## Lista de Figuras

Figura 1.1. A – Representa o posicionamento do joelho com ligeira flexão e os quatro pontos na região patelar. B – O ponto distante ao joelho. C e D – Exemplos da avaliação do LPD com algômetro.....	25
Figura 1.2. Escada para realização do protocolo de sobrecarga da articulação femoropatelar. ....	26
Figura 1.3. Representa uma participante com a carga extra em uma mochila.....	26
Figura 1.4. Limiar pressórico de dor para os pontos ao redor e distante ao joelho em ambos grupos.....	30
Figura 1.5. Média de dor antes e após o protocolo de sobrecarga no GDFP.....	31
Figura 2.1. Curvas ROC referentes ao limiar pressórico de dor de cada ponto. ....	45
Figura 3.1 Escada sem o tapete emborrachado e com a plataforma de força acoplada ao quarto degrau. ....	55

## Lista de Tabelas

Tabela 1.1 Valores de CCI <sub>2,2</sub> com intervalo de confiança de 95%, EPM e MMD <sub>95</sub> para as medidas de algômetro e EVA. ....	28
Tabela 1.2. Características dos participantes.....	29
Tabela 1.3. Diferenças médias entre grupos controle e dor femoropatelar nas duas condições. ....	31
Tabela 2.1. Características dos participantes.....	44
Tabela 2.2. Valores de capacidade discriminatória e pontos de corte ótimos para cada local. ....	46
Tabela 3.1. Análise de reprodutibilidade dos parâmetros EMG em mulheres com DFP. ....	59
Tabela 3.2. Média (desvio-padrão) dos parâmetros EMG e da EVA de dor para as duas condições (antes e após o protocolo de sobrecarga da articulação femoropatelar). ....	60

## CONTEXTUALIZAÇÃO

---

Dentre as diversas disfunções da articulação do joelho, a dor femoropatelar (DFP) é a mais comumente encontrada em clínicas ortopédicas<sup>1</sup> e está presente em cerca de 13% das mulheres com idade entre 18 e 35 anos<sup>2</sup>. Estima-se que a incidência da DFP seja de 22/1000 pessoas-ano<sup>3</sup>, sendo que as mulheres são 2,23 vezes mais acometidas que os homens<sup>3</sup>.

A DFP é definida como dor nas regiões anterior ou peripatelar de início insidioso sem associação com doenças e/ou traumas, ou seja, idiopática<sup>4</sup>. Os sintomas são exacerbados por atividades que aumentam as forças compressivas na articulação femoropatelar tais como agachamento, subida e descida de escada, permanecer sentado por tempo prolongado e corrida<sup>5</sup>. Muitos indivíduos com DFP apresentam dor crônica ou recorrente e, conseqüentemente, reduzem sua participação em atividades esportivas e até mesmo em atividades de vida diária, afetando diretamente a qualidade de vida<sup>5-7</sup>. A DFP é considerada um “enigma ortopédico”, e uma das desordens musculoesqueléticas mais desafiadoras para se gerenciar<sup>8</sup>. Atualmente, especula-se que a DFP seja precursora de lesões degenerativas na articulação femoropatelar, podendo ocasionar o desenvolvimento futuro de osteoartrite<sup>5,9,10</sup>.

Não há consenso na literatura acerca dos fatores etiológicos da DFP, acredita-se na causa multifatorial<sup>5</sup>. Há mais de 28 anos têm-se investigado a presença de alterações biomecânicas em indivíduos com DFP<sup>11</sup> durante as mais diversas atividades, como corrida<sup>12</sup>, subida e descida de escada<sup>13</sup>, agachamento<sup>14</sup> e salto<sup>15</sup>. Diante disso, é consenso entre os *experts* da área da DFP que essa etiologia multifatorial pode ser dividida em desarranjos biomecânicos de três fatores: proximais,

locais e distais ao joelho<sup>5,6</sup>. No entanto, ao longo desta dissertação serão discutidos apenas desarranjos relacionados ao fator local.

Por mais de uma década os pesquisadores têm investigado a contribuição do desequilíbrio na ativação entre os músculos vasto medial (VM) e vasto lateral (VL) para o desenvolvimento e/ou persistência da DFP<sup>16-19</sup>. Sugere-se que disfunções no controle neuromotor destes músculos podem ocorrer e gerar ativações de diferentes amplitudes num mesmo instante ou atraso em suas ativações<sup>20</sup>. Estudos revelam maiores níveis de ativação do VL e antecipação do início de ativação em relação ao VM<sup>17,21,22</sup>, no entanto estes resultados são um tanto quanto inconsistentes<sup>23,24</sup>. Esta inconsistência torna-se evidente na revisão sistemática e meta-análise de Chester e colaboradores (2008), a qual apresenta resultados inconclusivos com ligeira tendência ao atraso no início da ativação do VM em relação ao VL em sujeitos com DFP<sup>16</sup>. Uma explicação plausível para essa controvérsia entre os estudos pode ser a característica intermitente da dor nestes indivíduos.

A dor é o principal sintoma relacionado a DFP e apresenta característica intermitente<sup>5</sup>, ou seja, em determinados momentos a dor está presente e em outros não, independente da atividade que esteja sendo desenvolvida. Essa particularidade dos sintomas da DFP pode ser a principal razão pela qual os estudos apresentam resultados controversos. No estudo de Kim e Song (2012), é possível detectar o atraso do VM em relação ao VL durante a subida de escada e os participantes do grupo com DFP apresentaram nível moderado de dor, com média de 4,11 (desvio-padrão= 0,63)<sup>21</sup> em uma escala de 0 a 10. Já no estudo de Cavazzuti e colaboradores (2010) que analisou o mesmo parâmetro eletromiográfico (diferença entre o início da ativação do VM em relação ao VL) durante a mesma tarefa (subida de escada), não houve diferença entre os grupos e os autores não revelam o nível de dor dos participantes<sup>23</sup>.

Assim como este, inúmeros estudos realizados com essa população não se atentam para a heterogeneidade de suas amostras com relação a dor no momento da avaliação<sup>15,17,20,25</sup>, em outras palavras, é possível que dentro de um grupo com indivíduos diagnosticados com DFP, tenham pessoas com muita, pouca ou nenhuma dor e isso pode afetar diretamente os padrões biomecânicos durante uma tarefa específica<sup>12</sup>.

No estudo de Hodges e colaboradores (2009)<sup>26</sup>, após a indução de dor por meio de injeção de solução salina hipertônica na bolsa infrapatelar, notou-se redução na amplitude de ativação do músculo VL, bem como seu início precoce em relação ao VM durante o gesto de subida de escada. Neste caso, o nível médio de dor encontrado foi de 5,5 na escala de 0 a 10. Entretanto, o tempo de permanência da dor foi de 15 minutos, após este período, a amplitude de ativação do VL retornou aos valores basais e teve seu início atrasado em relação ao VM<sup>26</sup>. Esses resultados refletem os efeitos de um estímulo doloroso agudo, pontual e transitório sobre o controle motor<sup>26,27</sup>. No entanto, não podem ser extrapolados para populações que apresentam desordens musculoesqueléticas como a DFP<sup>27</sup>, a qual é caracterizada por dor difusa e intermitente ao redor do joelho<sup>5,28,29</sup> e está associada a adaptações devido a cronicidade dos sintomas<sup>30</sup>. Diante disso, sugere-se que em indivíduos com DFP estas alterações também possam estar presentes, caso eles sejam avaliados no momento em que apresentam dor e não em um momento de ausência de dor devido a característica intermitente.

Alguns autores associam a etiologia da DFP ao estresse excessivo da articulação femoropatelar<sup>14,31,32</sup>. E a adição de carga externa às atividades funcionais, é uma forma eficiente de gerar aumento no estresse articular<sup>14</sup>. Dessa forma, torna-se viável a execução de um protocolo unindo atividade funcional e carga extra para

exacerbar o quadro algico de maneira específica nesta população com o objetivo de melhorar a compreensão sobre o quanto a dor influencia nos padrões de ativação muscular em indivíduos com DFP. Com isso, elimina-se o viés da presença da dor com relação aos achados inconsistentes reportados na literatura.

A dor é uma experiência cortical e outros fatores como o medo da dor e a recorrência ou cronicidade podem gerar alterações nos mecanismos centrais de processamento da dor<sup>33,34</sup>. Estas alterações, conseqüentemente, mudam a percepção de estímulos dolorosos<sup>33,34</sup> e podem culminar em sensibilização central, caracterizada pela hipersensibilidade generalizada do sistema somatossensorial e definida como o aumento na sinalização neural no sistema nervoso central que induz a hiperalgesia generalizada<sup>35-37</sup>. A sensibilização central reflete o aumento da atividade das vias de facilitação da dor e o mau funcionamento das vias descendentes inibitórias da dor<sup>37</sup>. Clinicamente, a sensibilização central é caracterizada pela resposta exacerbada frente a um estímulo doloroso tanto na região previamente acometida por uma lesão ou desordem (hiperalgesia local) como em regiões distantes ao ponto inicial de dor (hiperalgesia generalizada) associada a sintomas como dificuldades de concentração, fadiga, estresse e hipersensibilidade a vários estímulos como calor, frio, toque e pressão<sup>38,39</sup>. Apesar da sensibilização central não estar presente em todos os indivíduos com dor crônica<sup>37</sup>, sua importância clínica foi evidenciada por meio dos resultados de um estudo com indivíduos que apresentam dor lombar crônica. Neste estudo, os indivíduos com sensibilização central reportaram níveis severos de dor, pior qualidade de vida relacionada a saúde em geral, maiores níveis de incapacidade física, depressão e ansiedade<sup>40</sup>.

Atualmente, alguns pesquisadores têm se dedicado a investigar essas alterações e observa-se o surgimento de evidências confirmando que indivíduos com

DFP são mais sensíveis a estímulos mecânicos pressóricos tanto na região ao redor do joelho, como em pontos distantes<sup>35,36,41</sup>. Estes resultados revelam que indivíduos com DFP apresentam respostas exageradas diante de estímulos dolorosos, o que acarreta em consequências diretas aos planos de tratamento, sendo necessário adotar uma abordagem conservadora com progressões cautelosas da carga<sup>38,42</sup> e medidas educativas a respeito da neurociência da dor<sup>37</sup> e não somente técnicas focadas em corrigir alterações biomecânicas.

A abordagem com relação aos mecanismos de processamento da dor é recente na área da DFP, muitas lacunas existem sobre o quanto a presença de hiperalgesia local e/ou generalizada possa influenciar na reabilitação de sujeitos com DFP. E ainda, pouco se sabe sobre a influência que a dor propriamente dita causa nesses mecanismos de processamento. No decorrer deste relatório (Estudo I), serão discutidas questões sobre o quanto a presença de dor influencia no processamento de dor em mulheres com DFP.

Em resumo, esta dissertação pretende abordar a influência da dor nos padrões de ativação muscular do músculo quadríceps femoral e nas manifestações de sensibilização central durante atividades funcionais.

## Referências bibliográficas

1. Cook C, Mabry L, Reiman MP, Hegedus EJ. Best tests/clinical findings for screening and diagnosis of patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *Physiotherapy*. 2012;98(2):93–100. doi:10.1016/j.physio.2011.09.001.
2. Roush JR, Bay RC. Prevalence of anterior knee pain in 18-35 year-old females. *Int J Sports Phys Ther*. 2012;7(4):396–401.
3. Boling M, Padua D, Marshall S, Guskiewicz K, Pyne S, Beutler A. Gender differences in the incidence and prevalence of patellofemoral pain syndrome. *Scand J Med Sci Sports*. 2010;20(5):725–730. doi:10.1111/j.1600-0838.2009.00996.x.Gender.
4. Morelli V, Braxton TM. Meniscal, plica, patellar, and patellofemoral injuries of the knee: updates, controversies and advancements. *Prim Care*.

- 2013;40(2):357–82. doi:10.1016/j.pop.2013.02.014.
5. Witvrouw E, Callaghan MJ, Stefanik JJ, et al. Patellofemoral pain: consensus statement from the 3rd International Patellofemoral Pain Research Retreat held in Vancouver, September 2013. *Br J Sports Med*. 2014;48(6):411–4. doi:10.1136/bjsports-2014-093450.
  6. Powers CM, Bolgia L a, Callaghan MJ, Collins N, Sheehan FT. Patellofemoral pain: proximal, distal, and local factors, 2nd International Research Retreat. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2012;42(6):A1–54. doi:10.2519/jospt.2012.0301.
  7. Cheung R, Zhang Z, Ngai S. Different relationships between the level of patellofemoral pain and quality of life in professional and amateur athletes. *PM R*. 2013;5(7):568–72. doi:10.1016/j.pmrj.2012.12.007.
  8. Dye S. The pathophysiology of patellofemoral pain. *Clin Orthop Relat Res*. 2005;(436):100–110. doi:10.1097/01.blo.0000172303.74414.7d.
  9. Crossley KM. Is patellofemoral osteoarthritis a common sequela of patellofemoral pain? *Br J Sports Med*. 2014;48(6):409–10. doi:10.1136/bjsports-2014-093445.
  10. Utting MR, Davies G, Newman JH. Is anterior knee pain a predisposing factor to patellofemoral osteoarthritis? *Knee*. 2005;12(5):362–5. doi:10.1016/j.knee.2004.12.006.
  11. Tiberio D. The effect of excessive subtalar joint pronation on patellofemoral mechanics: a theoretical model. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1987;9(4):160–165. doi:1911 [pii].
  12. Noehren B, Sanchez Z, Cunningham T, McKeon P. The effect of pain on hip and knee kinematics during running in females with chronic patellofemoral pain. *Gait Posture*. 2012;36(3):596–9. doi:10.1016/j.gaitpost.2012.05.023.
  13. De Oliveira Silva D, Briani RV, Pazzinatto MF, Ferrari D, Aragão FA, de Azevedo FM. Reduced knee flexion is a possible cause of increased loading rates in individuals with patellofemoral pain. *Clin Biomech*. 2015;30(9):971–975. doi:10.1016/j.clinbiomech.2015.06.021.
  14. Wallace DA, Salem GJ, Salinas R, Powers CM. Patellofemoral joint kinetics while squatting with and without an external load. *J Orthop Sport Phys Ther*. 2002;32:141–148.
  15. Rathleff MS, Richter C, Brushoj C, et al. Increased medial foot loading during drop jump in subjects with patellofemoral pain. *Knee surgery, Sport Traumatol Arthrosc*. 2014;22(10):2301–2307. doi:10.1007/s00167-014-2943-3.
  16. Chester R, Smith TO, Sweeting D, Dixon J, Wood S, Song F. The relative timing of VMO and VL in the aetiology of anterior knee pain: a systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord*. 2008;9(64):1–14. doi:10.1186/1471-2474-9-64.
  17. Cowan SM, Bennell KL, Hodges PW, Crossley KM, McConnell J. Delayed onset of electromyographic activity of vastus medialis obliquus relative to vastus lateralis in subjects with patellofemoral pain syndrome. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001;82(2):183–9. doi:10.1053/apmr.2001.19022.
  18. Wong YM, Straub RK, Powers CM. The VMO: VL activation ratio while squatting with hip adduction is influenced by the choice of recording electrode. *J Electromyogr Kinesiol*. 2013;23(2):443–447. doi:10.1016/j.jelekin.2012.10.003.
  19. Hug F, Hodges PW, Tucker K. Muscle force cannot be directly inferred from muscle activation: Illustrated by the proposed imbalance of force between the vastus medialis and vastus lateralis in people with patellofemoral pain. *J*

- Orthop Sport Phys Ther.* 2015;45(5):360–365. doi:10.2519/jospt.2015.5905.
20. Aminaka N, Pietrosimone BG, Armstrong CW, Meszaros A, Gribble P a. Patellofemoral pain syndrome alters neuromuscular control and kinetics during stair ambulation. *J Electromyogr Kinesiol.* 2011;21(4):645–51. doi:10.1016/j.jelekin.2011.03.007.
  21. Kim H, Song CH. Comparison of the VMO/VL EMG Ratio and Onset Timing of VMO Relative to VL in Subjects with and without Patellofemoral Pain Syndrome. *J Phys Ther Sci.* 2012;24(12):1315–1317. doi:10.1589/jpts.24.1315.
  22. Van Tiggelen D, Cowan S, Coorevits P, Duvigneaud N, Witvrouw E. Delayed vastus medialis obliquus to vastus lateralis onset timing contributes to the development of patellofemoral pain in previously healthy men: a prospective study. *Am J Sports Med.* 2009;37(6):1099–105. doi:10.1177/0363546508331135.
  23. Cavazzuti L, Merlo A, Orlandi F, Campanini I. Delayed onset of electromyographic activity of vastus medialis obliquus relative to vastus lateralis in subjects with patellofemoral pain syndrome. *Gait Posture.* 2010;32(3):290–5. doi:10.1016/j.gaitpost.2010.06.025.
  24. McClinton S, Donatell G, Weir J, Heiderscheit B. Influence of step height on quadriceps onset timing and activation during stair ascent in individuals with patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007;37(5):239–44. doi:10.2519/jospt.2007.2421.
  25. Noehren B, Pohl MB, Sanchez Z, Cunningham T. Proximal and distal kinetics in female runners with patellofemoral pain. *Clin Biomech.* 2012;27(4):366–371. doi:10.1016/j.clinbiomech.2011.10.005.Proximal.
  26. Hodges P, Mellor R, Crossley K, Bennell K. Pain induced by injection of hypertonic saline into the infrapatellar fat pad and effect on coordination of the quadriceps muscles. *Arthritis Rheum.* 2009;61(1):70–7. doi:10.1002/art.24089.
  27. Bank PJM, Peper CE, Marinus J, Beek PJ, van Hilten JJ. Motor consequences of experimentally induced limb pain: a systematic review. *Eur J pain.* 2013;17(2):145–57. doi:10.1002/j.1532-2149.2012.00186.x.
  28. Rathleff MS, Petersen KK, Arendt-nielsen L. Impaired conditioned pain modulation in young female adults with long-standing patellofemoral pain : A single blinded cross-sectional study. *Pain Med.* 2015:[Epub ahead of print]. doi:10.1093/pm/pnv017.
  29. Pazzinatto MF, De Oliveira Silva D, Barton C, Rathleff MS, Briani RV, Azevedo FM. Female adults with patellofemoral pain are characterized by widespread hyperalgesia, which is not affected immediately by patellofemoral joint loading. *Pain Med.* 2016:[Epub ahead of print]. doi:10.1093/pm/pnw068.
  30. Stensdotter AK, Grip H, Hodges PW, Häger-Ross C. Quadriceps activity and movement reactions in response to unpredictable sagittal support-surface translations in women with patellofemoral pain. *J Electromyogr Kinesiol.* 2008;18(2):298–307. doi:10.1016/j.jelekin.2006.10.004.
  31. Brechter JH, Powers CM. Patellofemoral joint stress during stair ascent and descent in persons with and without patellofemoral pain. *Gait Posture.* 2002;16(2):115–23.
  32. Wirtz AD, Willson JD, Kernozek TW, Hong D-A. Patellofemoral joint stress during running in females with and without patellofemoral pain. *Knee.* 2012;19(5):703–8. doi:10.1016/j.knee.2011.09.006.
  33. van Wilgen CP, Keizer D. Neuropathic pain mechanisms in patients with

- chronic sports injuries: a diagnostic model useful in sports medicine? *Pain Med.* 2011;12(1):110–7. doi:10.1111/j.1526-4637.2010.01023.x.
34. Merskey H, Bogduk N. *Classification of Chronic Pain. Description of Chronic Pain Syndromes and Definitions of Pain Terms.* 2nd editio. Seattle: WA: IASP Press; 1994. doi:10.1002/ana.20394.
  35. Rathleff MS, Roos EM, Olesen JL, Rasmussen S, Arendt-Nielsen L. Lower mechanical pressure pain thresholds in female adolescents with patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2013;43(6):414–21. doi:10.2519/jospt.2013.4383.
  36. Noehren B, Shuping L, Jones A, Akers DA, Bush HM, Sluka KA. Somatosensory and biomechanical abnormalities in females with patellofemoral pain. *Clin J Pain.* 2015:[Epub ahead of print]. doi:10.1097/AJP.0000000000000331.
  37. Nijs J, Torres-cueco R, Wilgen CP Van, et al. Applying modern pain neuroscience in clinical practice: Criteria for the classification of central sensitization pain. *Pain Physician.* 2014;17(12):447–457.
  38. Nijs J, Kosek E, Van Oosterwijck J, Meeus M. Dysfunctional endogenous analgesia during exercise in patients with chronic pain: to exercise or not to exercise? *Pain Physician.* 2012;15(3 Suppl):ES205–13.
  39. Woolf CJ. Central sensitization: implications for the diagnosis and treatment of pain. *Pain.* 2011;152(3 Suppl):S2–15. doi:10.1016/j.pain.2010.09.030.
  40. Smart KM, Blake C, Staines A, Doody C. Self-reported pain severity, quality of life, disability, anxiety and depression in patients classified with “nociceptive”, “peripheral neuropathic” and “central sensitisation” pain. The discriminant validity of mechanisms-based classifications of low bac. *Man Ther.* 2012;17(2):119–125. doi:10.1016/j.math.2011.10.002.
  41. Rathleff MS, Roos EM, Olesen JL, Rasmussen S, Arendt-Nielsen L. Self-reported recovery is associated with improvement in localised hyperalgesia among adolescent females with patellofemoral pain – Results from a cluster randomised trial. *Clin J Pain.* 2015:[Epub ahead of print]. doi:10.1097/AJP.0000000000000275.
  42. Nijs J, Lluch Girbés E, Lundberg M, Malfliet A, Sterling M. Exercise therapy for chronic musculoskeletal pain: Innovation by altering pain memories. *Man Ther.* 2015;20:216–220. doi:10.1016/j.math.2014.07.004.

## A DISSERTAÇÃO E SUA ESTRUTURA

---

Esta dissertação é composta por três artigos científicos originais, dentro do tema principal “Dor Femoropatelar”. No primeiro estudo, *“Female adults with patellofemoral pain are characterized by widespread hyperalgesia, which is not affected immediately by patellofemoral joint loading”*, investiga-se a presença de hiperalgesia local e generalizada em mulheres com DFP e o quanto esta hiperalgesia é afetada pela exacerbação dos sintomas dessa população. De acordo com os resultados obtidos neste estudo, optou-se pela elaboração do segundo estudo, *“Optimal cutoff points to discriminate local and widespread mechanical hyperalgesia in females with patellofemoral pain”*, o qual sugere pontos de corte ideais para cada um dos pontos anatômicos testados no estudo I, com o objetivo de facilitar a incorporação da avaliação da hiperalgesia mecânica na prática clínica. Finalmente, em decorrência da característica intermitente da dor nesta população, desenvolveu-se o terceiro estudo, *“Pain influence on electromyographic parameters in females with patellofemoral pain”*, o qual teve por objetivo avaliar a influência da dor em alguns dos parâmetros eletromiográficos mais utilizados em estudos com DFP.

**MULHERES ADULTAS COM DOR FEMOROPATELAR SÃO CARACTERIZADAS  
POR HIPERALGESIA GENERALIZADA, A QUAL NÃO É AFETADA  
IMEDIATAMENTE POR SOBRECARGA NA ARTICULAÇÃO FEMOROPATELAR**

*Artigo publicado no periódico Pain Medicine (Fator de Impacto 2,33)*

## 1.1 INTRODUÇÃO

Pesquisas prévias investigando alterações em indivíduos com DFP tem sobretudo focado na biomecânica dos membros inferiores e reportado pequenas diferenças no movimento desses indivíduos comparados a indivíduos assintomáticos<sup>1-3</sup>. No entanto, não está claro se estas pequenas diferenças observadas são a causa da dor, ou alternativamente, a dor em si é responsável pelas alterações (talvez por mecanismo compensatório)<sup>4</sup>. Independentemente, a dor é uma experiência cortical e um dos sintomas mais importantes para o paciente. Fatores como o medo da dor e a recorrência ou cronicidade podem ampliar a experiência dolorosa para o paciente<sup>4</sup>. O aumento da sinalização no sistema nervoso central, que provoca resposta exacerbada a um determinado estímulo, é chamado sensibilização central<sup>5</sup>. A presença da sensibilização central resulta em hiperalgesia, que é definida pela Associação Internacional para o Estudo da Dor como “uma resposta aumentada para um estímulo que é normalmente doloroso”, por exemplo, apresentar dor intensa após um estímulo mecânico<sup>6,7</sup>. Hiperalgesia local e generalizada são frequentemente avaliadas por meio do limiar pressórico de dor<sup>6,8,9</sup>.

Até o presente momento, há apenas um estudo que tenha investigado a hiperalgesia local e generalizada em pacientes com DFP<sup>8</sup>. Rathleff e colaboradores<sup>8</sup> reportaram limiares pressóricos de dor (LPDs) significativamente menores no joelho e em um ponto no membro inferior (músculo tibial anterior) em adolescentes com DFP comparado a adolescentes assintomáticos. Isso sugere que mulheres adolescentes com DFP apresentam hiperalgesia local e generalizada<sup>8</sup>. Até o momento, não parece haver qualquer avaliação de LPD ou possível presença de hiperalgesia generalizada em adultos com DFP. Abordar esta lacuna de conhecimento e adicioná-la na base de

evidências da DFP revela-se importante, pois pode demonstrar a necessidade de mudar o foco atual do tratamento, que é direcionado à perspectiva de correções biomecânicas e de ganho de força muscular, para incluir componentes voltados a educação sobre a neurociência da dor. Estratégias de tratamento incluindo educação intensiva sobre a neurociência da dor e terapia com exercícios<sup>10</sup> distantes ao local da desordem podem melhorar os resultados e reduzir o risco da dor a longo prazo<sup>11</sup>.

Resultados prévios sugerem que o nível de hiperalgesia local e generalizada se correlacionam com os níveis clínicos de dor, medidos pela escala visual analógica (EVA)<sup>12</sup>. Contudo, os sintomas da DFP, como a dor, são intermitentes e variáveis<sup>13,14</sup>, e não está claro se as medidas do LPD apresentam a mesma variabilidade. Entender a potencial variabilidade das medidas do LPD na DFP tem implicações importantes na tentativa de quantificar a hiperalgesia local e generalizada em indivíduos com DFP. A subida e descida de escada é frequentemente utilizada para avaliar a reprodutibilidade dos sintomas e identificar padrões anormais de movimento indicativos da DFP<sup>2,15,16</sup>. Além disso, subida e descida de escada com carga extra irá aumentar ainda mais o estresse femoropatelar, e conseqüentemente, pode despertar os sintomas em indivíduos com DFP<sup>17,18</sup>. Portanto, esta é uma atividade funcional relevante para medir potenciais mudanças na hiperalgesia local e generalizada, que podem resultar do agravamento agudo da dor no joelho.

O objetivo deste estudo foi avaliar os LPDs ao redor e em um ponto distante ao joelho em mulheres adultas com DFP comparadas a mulheres assintomáticas antes e após um protocolo de sobrecarga da articulação femoropatelar. As hipóteses foram que 1) indivíduos com DFP teriam menores LPDs tanto ao redor como distante ao joelho comparados aos assintomáticos e 2) indivíduos com DFP teriam os LPDs tanto ao redor como distante ao joelho, reduzidos significativamente após o protocolo de

sobrecarga na articulação femoropatelar, mas não haveriam mudanças nos LPDs dos indivíduos assintomáticos.

## 1.2 MÉTODOS

Este estudo seguiu as diretrizes do STROBE (*Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology*) para delineamentos transversais. Setenta e uma mulheres com idade entre 18 e 30 anos foram recrutadas, constituindo dois grupos: DFP (GDFP; n=38) e controle (GC; n=33). O limite superior de 30 anos foi estabelecido para reduzir o risco de incluir indivíduos com osteoartrite femoropatelar. Os indivíduos foram recrutados em Presidente Prudente – SP e em Cascavel - PR por meio de anúncios em academias, parques e universidades, entre Junho e Novembro de 2014. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética local e cada participante assinou previamente o termo de consentimento livre e esclarecido.

Os indivíduos com DFP foram selecionados com base nos critérios de inclusão adotados em estudos prévios<sup>16,19</sup>: (1) sintomas com início insidioso e duração de no mínimo três meses; (2) presença de dor no joelho em pelo menos duas das seguintes atividades: agachamento, salto, subida de escada, permanecer sentado e/ou ajoelhado e corrida; (3) pior dor no mês anterior de no mínimo 3cm em uma EVA de 10cm; e (4) três ou mais sinais clínicos positivos nos seguintes testes: sinal de Clarke, teste de McConeel, compressão de Noble, teste de Waldron e dor patelar à palpação. Potenciais participantes deveriam cumprir todos os quatro requisitos para serem incluídos no GDFP. Para ser incluído no GC, os indivíduos não poderiam apresentar nenhum sinal ou sintoma de DFP ou qualquer outra desordem musculoesquelética. Critérios de exclusão para ambos os grupos foram: história recente (dentro de três

meses) de cirurgia nessa articulação, história de subluxação patelar ou evidência clínica de lesão meniscal, instabilidade ligamentar, osteoartrose, disfunções no tendão patelar, ou dor referida vinda da coluna; presença de doença neurológica ou presença de processo inflamatório. Indivíduos que realizaram tratamento para dor (medicamentoso e/ou fisioterapêutico) durante os seis meses que precederam a avaliação, também foram excluídos.

### 1.2.1 AVALIAÇÕES

O LPD foi avaliado usando algômetro pressórico de mão que tem um cabeçote de 1cm<sup>2</sup> (Wagner FPX™ 25, Greenwich, CT, USA). A unidade de medida utilizada foi quilograma-força (kgf) e a graduação do equipamento foi de 0,01kgf.

Todas as medidas foram realizadas pelo mesmo avaliador treinado para aplicar pressão a uma taxa de 0,50kgf/s<sup>20</sup>. As avaliações foram realizadas com os indivíduos em uma posição-padrão, em supino com os joelhos levemente flexionados (aproximadamente 20°) apoiados por um travesseiro sob a fossa poplíteia<sup>21,22</sup>. Quatro pontos na região patelar foram selecionados para testar o LPD: tendão do quadríceps (TQ), região medial da patela (PM), região lateral da patela (PL) e tendão patelar (TP)<sup>23</sup>; e um ponto remoto, no membro superior (MS): tubérculo menor do úmero (figura 1)<sup>24</sup>. O LPD foi medido duas vezes em cada ponto com 30 segundos entre cada teste<sup>25</sup>, e a média entre os testes foi utilizada para as análises<sup>8,21,22</sup>. Os indivíduos foram instruídos para indicar quando a sensação de pressão mudasse para a primeira sensação de dor.

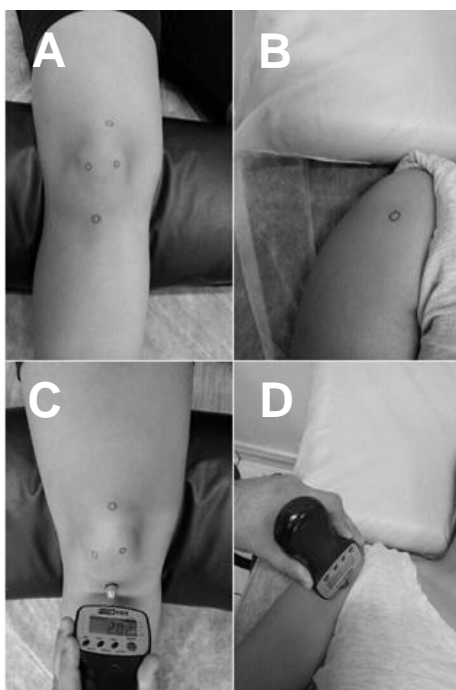


Figura 1.1. A – Representa o posicionamento do joelho com ligeira flexão e os quatro pontos na região patelar. B – O ponto distante ao joelho. C e D – Exemplos da avaliação do LPD com algômetro.

Previamente às medidas de LPD, todos os indivíduos foram questionados a respeito do nível de dor no joelho e deveriam assinalar em uma EVA de 10cm. Nesta escala os extremos foram definidos como ausência de dor (0cm) e pior dor (10cm)<sup>22,26,27</sup>.

### 1.2.2 PROCEDIMENTOS

Os dados da EVA de dor e do LPD foram coletados antes e após um protocolo de sobrecarga da articulação femoropatelar. Este protocolo envolveu uma escada com sete degraus (Figura 1.2), onde os participantes realizaram 15 subidas e descidas com carga extra, equivalente a 35% do peso corporal<sup>18</sup>, carregada em uma mochila (Figura 1.3). Um metrônomo foi utilizado para padronizar o ritmo das subidas e descidas de escada, com frequência de 96 degraus/minutos<sup>28,29</sup>. Os indivíduos foram

advertidos para evitar o uso de medicamentos 48 horas antes, durante e entre as avaliações, bem como, evitar a mudança de hábitos diários e níveis de atividade física.



Figura 1.2. Escada para realização do protocolo de sobrecarga da articulação femoropatelar.



Figura 1.3. Representa uma participante com a carga extra em uma mochila.

### 1.2.3 REPRODUTIBILIDADE

Para a análise de reprodutibilidade, foram realizados dois dias de avaliação, com intervalo de no mínimo 2 e no máximo 7 dias. As medidas de LPD e EVA de dor foram realizadas da mesma maneira nos dois dias, tanto antes como após o protocolo de sobrecarga da articulação femoropatelar. Para o GDFP, todas as medidas de LPD mostraram reprodutibilidade satisfatória avaliadas pelo coeficiente de correlação intraclasse (modelo 2,k), com valores variando entre 0,72 e 0,80 para TP e MS respectivamente, antes do protocolo de sobrecarga. Os valores de reprodutibilidade aumentaram após o protocolo, variando entre 0,79 e 0,86 para MS e TQ respectivamente. A reprodutibilidade para as medidas da EVA de dor foi 0,79 e 0,76 antes e após o protocolo de sobrecarga da articulação femoropatelar, respectivamente. O coeficiente de correlação intraclasse (CCI), erro padrão da medida (EPM) e a mínima diferença detectável com nível de confiança de 95% ( $MMD_{95}$ ) para ambos os grupos estão apresentados na Tabela 1.1. Com a finalidade de esclarecer a interpretação do EPM, os valores estão expressos também como porcentagem da média.

Tabela 1.1 Valores de CCI<sub>2,2</sub> com intervalo de confiança de 95%, EPM e MMD<sub>95</sub> para as medidas de algômetro e EVA.

Antes do protocolo de sobrecarga						
	GC			GDFP		
	CCI <sub>2,2</sub> (95% IC)	EPM(%)	MMD <sub>95</sub>	CCI <sub>2,2</sub> (95% IC)	EPM(%)	MMD <sub>95</sub>
TQ	0,84 (0,69; 0,92)	0,33 (6,4)	0,91	0,77 (0,05; 0,91)	0,54 (13,4)	1,50
PM	0,89 (0,78; 0,94)	0,19 (3,6)	0,53	0,78 (0,23; 0,91)	0,51 (12,3)	1,41
PL	0,81 (0,62; 0,90)	0,24 (4,6)	0,67	0,76 (0,34; 0,89)	0,56 (13,1)	1,55
TP	0,79 (0,58; 0,90)	0,18 (3,4)	0,50	0,72 (0,10; 0,89)	0,55 (12,5)	1,52
MS	0,84 (0,65; 0,92)	0,57 (15,7)	1,58	0,80 (0,57; 0,90)	0,41 (16,0)	1,14
EVA	NA	NA	NA	0,79 (0,58; 0,89)	0,93 (93,0)	2,58
Após protocolo de sobrecarga						
TQ	0,92 (0,84; 0,96)	0,32 (6,4)	0,89	0,86 (0,52; 0,94)	0,47 (14,1)	1,30
PM	0,86 (0,71; 0,93)	0,25 (4,8)	0,69	0,84 (0,68; 0,95)	0,54 (15,0)	1,50
PL	0,77 (0,53; 0,88)	0,29 (5,6)	0,80	0,82 (0,61; 0,91)	0,55 (14,7)	1,52
TP	0,74 (0,47; 0,87)	0,23 (4,3)	0,64	0,85 (0,71; 0,92)	0,54 (13,8)	1,50
MS	0,93 (0,85; 0,96)	0,46 (12,9)	1,28	0,79 (0,59; 0,90)	0,42 (17,4)	1,16
EVA	NA	NA	NA	0,76 (0,54; 0,88)	1,41 (39,8)	3,91

Abreviações: GC – grupo controle; GDFP – grupo dor femoropatelar; TQ – tendão do quadríceps; PM – patela medial; PL – patela lateral; TP – tendão patelar; MS – membro superior; EVA – escala visual analógica; CCI – coeficiente de correlação intraclasse; IC 95% - intervalo de confiança; EPM – erro padrão da medida; MMD<sub>95</sub> – mínima diferença detectável com intervalo de confiança de 95%; NA – não aplicável. EVA não apresenta valores de CCI, EPM e MMD<sub>95</sub> para o GC em nenhuma condição porque não há variância nos dados dos indivíduos deste grupo.

#### 1.2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todas as análises foram realizadas utilizando o *Statistical Software for Social Sciences* (SPSS, versão 18.0, Chicago, IL) com nível de significância de 0,05. A normalidade e a homogeneidade dos dados foram testadas por meio dos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Dados das variáveis normalmente distribuídas foram reportados como média (desvio padrão).

Devido aos altos valores de reprodutibilidade, os dados do primeiro dia foram utilizados para as análises subsequentes (este dia foi escolhido aleatoriamente). Para cada variável dependente (LPD e EVA) uma análise de variância (ANOVA) modelo misto de dois fatores foi realizada com fator entre grupos (GDFP e GC) e fator intragrupos (antes e após o protocolo de sobrecarga da articulação femoropatelar). Teste *post hoc* de Bonferroni foi realizado quando necessário. Os dados reportados da ANOVA foram valor de F (com graus de liberdade), parcial eta quadrado (como medida de tamanho de efeito) e valor de p. As diretrizes<sup>30</sup> utilizadas para interpretação do eta quadrado foram: 0,01= efeito pequeno, 0,06= efeito moderado e 0,14= efeito grande.

### 1.3 RESULTADOS

As comparações das características antropométricas entre os grupos (GDF e GC) indicaram não haver diferenças para idade, altura e massa corporal ( $p > 0,05$ ) (Tabela 1.2).

Tabela 1.2. Características dos participantes.

	GDFP	GC	p-valor
Idade (anos)	21,6 (2,6)	22,4 (3,5)	0,153
Altura (m)	1,64 (0,06)	1,65 (0,10)	0,275
Massa corporal (kg)	61,89 (9,91)	62,34 (10,63)	0,702
Duração dos sintomas (anos)	5,19 (3,84)	NA	NA

Abreviações: GDFP – grupo dor femoropatelar; GC – grupo controle; NA – não aplicável. Os valores são apresentados em média (desvio padrão).

Houve interação significativa entre grupo e avaliação (antes e depois do protocolo) para três medidas de LPD: TQ ( $F_{1,69}=12,731$ ;  $\eta^2=0,156$ ;  $p=0,001$ ), PM

( $F_{1,69}=7,399$ ;  $\eta^2=0,097$ ;  $p=0,008$ ) e PL ( $F_{1,69}=10,488$ ;  $\eta^2=0,132$ ;  $p=0,002$ ); e para EVA ( $F_{1,69}=48,046$ ;  $\eta^2=0,410$ ;  $p<0,001$ ). As análises *post hoc*, utilizando a correção de Bonferroni, revelaram diferenças entre o GDFP e GC em todas as medidas antes e após o protocolo de sobrecarga da articulação femoropatelar (Figura 1.4).

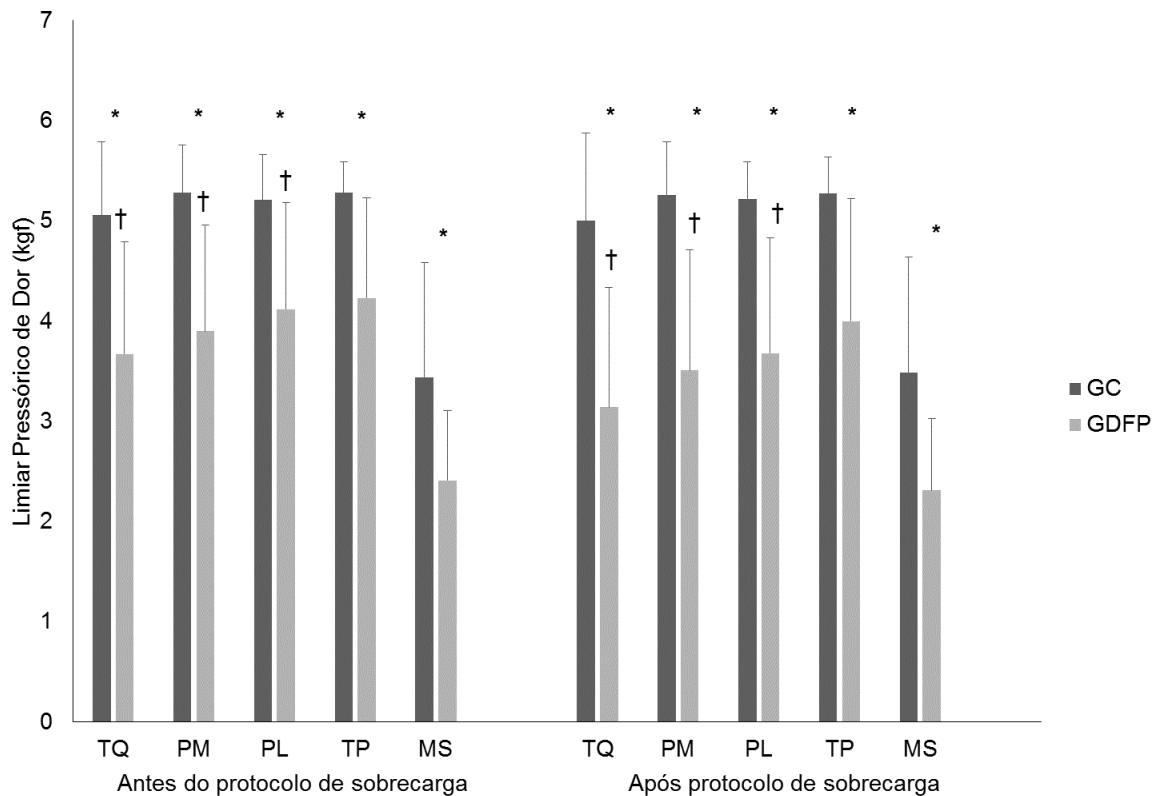


Figura 1.4. Limiar pressórico de dor para os pontos ao redor e distante ao joelho em ambos grupos. Abreviações: GC – grupo controle; GDFP – grupo dor femoropatelar; TQ – tendão do quadríceps; PM – região medial da patela; PL – região lateral da patela; TP – tendão patelar; MS – membro superior. \* – diferença significativa entre GC e GDFP antes do protocolo de sobrecarga da articulação femoropatelar ou entre GC e GDFP após o protocolo de sobrecarga; † – diferença significativa entre as avaliações, GDFP antes e após o protocolo e GC antes e após o protocolo de sobrecarga.

As diferenças médias entre GDFP e GC para os LPDs ao redor do joelho (TQ, PM, PL e TP) e para o ponto distante ao joelho (MS) são apresentados na Tabela 1.3.

Tabela 1.3. Diferenças médias entre grupos controle e dor femoropatelar nas duas condições.

	Antes do protocolo		Após o protocolo	
	Diferença média (95% CI)	p-valor	Diferença média (95% CI)	p-valor
TQ	1,39 (0,95; 1,83)	<0,001	1,87 (1,36; 2,37)	<0,001
PM	1,39 (1,00; 1,77)	<0,001	1,75 (1,32; 2,18)	<0,001
PL	1,09 (0,71; 1,46)	<0,001	1,54 (1,14; 1,93)	<0,001
TP	1,05 (0,71; 1,39)	<0,001	1,27 (0,85; 1,69)	<0,001
MS	1,03 (0,57; 1,49)	<0,001	1,18 (0,72; 1,65)	<0,001
EVA	-1,03 (-1,66; -0,40)	0,002	-3,39 (-4,19; -2,60)	<0,001

Abreviações: 95% CI – intervalo de confiança; TQ – tendão do quadríceps; PM – região medial da patela; PL – região lateral da patela; TP – tendão patelar; MS – membro superior. Os valores de LPD são apresentados em quilograma-força (kgf) e a EVA em centímetros (cm).

Comparações entre as duas condições (antes e após o protocolo de sobrecarga) para o GDFP resultaram em reduções significativas nos LPDs, sendo: 0,54kgf (95%IC= 0,33; 0,74;  $p < 0,001$ ) para TQ, 0,38kgf (95%IC= 0,14; 0,63;  $p = 0,003$ ) para PM e 0,44kgf (95%IC= 0,18; 0,69;  $p = 0,001$ ) para PL (Figura 1.4); e aumento significativo na EVA de dor -2,37cm (95%IC= -2,98; -1,76;  $p < 0,001$ ) (Figura 1.5). O ponto distante (MS) não apresentou diferença significativa no LPD após o protocolo de sobrecarga para nenhum grupo ( $p > 0,142$ ).

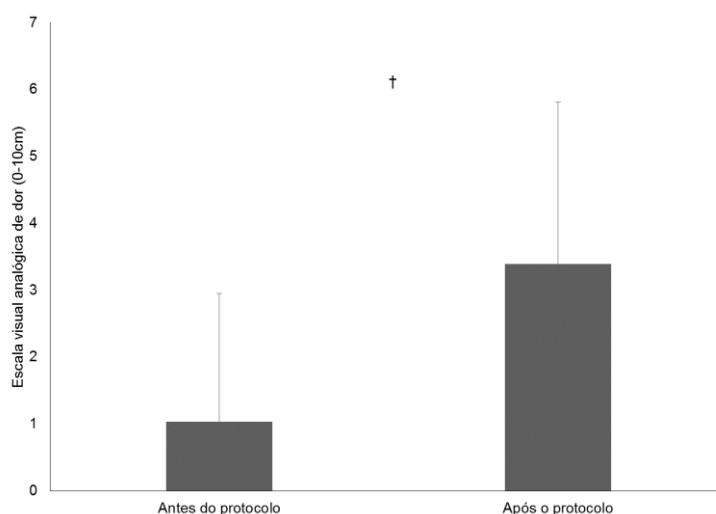


Figura 1.5. Média de dor antes e após o protocolo de sobrecarga no GDFP.

## 1.4 DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo mostram que mulheres adultas com DFP apresentam LPDs reduzidos ao redor do joelho e no membro superior contralateral, sugerindo hiperalgesia generalizada. Após completar o protocolo de sobrecarga da articulação femoropatelar designado a agravar os sintomas, os indivíduos com DFP apresentaram redução no LPD ao redor do joelho, mas não houve alteração no LPD do membro superior contralateral. Isso sugere que o agravamento agudo da dor no joelho em indivíduos com DFP aumenta a hiperalgesia local, mas não a generalizada. No grupo de indivíduos assintomáticos não houve alteração no LPD após o protocolo de sobrecarga.

Estudos prévios reportam altos valores de reprodutibilidade para as medidas de LPD por meio de algômetro<sup>20,21,31</sup>. Consistente com estes achados, as medidas de LPD no presente estudo apresentaram valores altos e muito altos de CCI (variando entre 0,72 e 0,93), baixos valores de EPM (3,14 a 17,4%) e MMD<sub>95</sub> (0,50 a 1,55). No entanto, as medidas da EVA de dor parecem ser ainda mais confiáveis após o protocolo de sobrecarga da articulação femoropatelar, já que o EPM reduziu 53,2% após o protocolo. Além disso, os resultados reforçam a necessidade de realizar um protocolo de sobrecarga da articulação femoropatelar antes de avaliar o LPD de indivíduos com DFP. Tendo em vista que após o protocolo as diferenças entre os grupos foram maiores que os respectivos MMD, e o mesmo não ocorreu antes do protocolo de sobrecarga. Em outras palavras, o protocolo de sobrecarga da articulação femoropatelar parece ser capaz de reproduzir os sintomas em indivíduos com DFP, mas não causa dor ou hiperalgesia em indivíduos assintomáticos. Isso

destaca a importância de usar este protocolo para melhorar o entendimento sobre as possíveis diferenças fisiológicas e biomecânicas na presença da dor.

LPD reduzido em indivíduos com DFP encontrados neste estudo são consistentes com os reportados por Rathleff e colaboradores (2013)<sup>8</sup> para adolescentes com DFP. Até o momento não existem estudos publicados que tenham investigado adultos com DFP para comparar com nossos achados. No entanto, LPDs reduzidos têm sido reportados tanto ao redor quanto distante ao joelho em indivíduos com osteoartrite de joelho<sup>24,32,33</sup>. Isso indica que as deficiências no processamento da dor apresentam características semelhantes nestas duas condições crônicas de dor no joelho.

Como esperado, o GDFP apresentou maiores valores para a EVA de dor comparado aos indivíduos do GC, com média de 1,03cm (1,92) para o GDFP. No entanto, 24 dos 38 participantes do GDFP não apresentaram dor na avaliação inicial (antes do protocolo de sobrecarga da articulação femoropatelar), reforçando o pressuposto de que a dor é um sintoma intermitente em indivíduos com DFP<sup>13,14</sup>. Após o protocolo de sobrecarga a média de dor aumentou para 3,39cm (2,42) na EVA e todos os participantes reportaram dor. De acordo com Crossley e colaboradores (2004)<sup>34</sup>, esta diferença média é clinicamente importante, já que diferenças maiores que 2cm são consideradas clinicamente importantes para indivíduos com DFP<sup>34</sup>. Isso destaca a importância de usar o protocolo de sobrecarga para melhorar o entendimento sobre a dor auto reportada bem como o processamento central da dor após o aumento dos sintomas. De acordo com Cohen<sup>30</sup>, todas as variáveis que apresentaram interação entre grupo e avaliação tiveram efeitos de moderado a grande (variando entre 0,097 e 0,410). Os valores de tamanho de efeito demonstram quão significativas e clinicamente importante foram as diferenças entre os grupos.

O protocolo de sobrecarga da articulação femoropatelar utilizado neste estudo resultou na redução dos LPDs ao redor do joelho nos participantes do GDFP, sugerindo que o agravamento dos sintomas podem gerar respostas de hiperalgesia local (hiperalgesia primária), na qual receptores locais e fibras nociceptivas (A delta e C) são envolvidos<sup>5,35</sup>. Curiosamente, o LPD não foi reduzido significativamente no ponto distante ao joelho (membro superior contralateral), indicando que o agravamento agudo dos sintomas não reflete no aumento da atividade do neurônio do corno dorsal da medula espinal, o qual acredita-se ser o responsável pela hiperalgesia generalizada ou sensibilização central<sup>5,35</sup>. No entanto, o LPD reduzido no ponto distante ao joelho nos participantes do GDFP comparado ao GC na avaliação inicial (antes do protocolo de sobrecarga) destaca que as alterações ocorrem na presença de dor crônica ou persistente. Futuras pesquisas são necessárias para determinar a frequência e a severidade dos sintomas que podem levar aos sinais de hiperalgesia generalizada em indivíduos com DFP.

A principal consideração é investigar se LPD pode aumentar para níveis próximos do grupo controle após uma reabilitação bem-sucedida. Um estudo recente<sup>36</sup>, apontou o aumento do LPD ao redor do joelho e a tendência ao aumento no músculo tibial anterior em adolescentes com DFP, os quais se consideraram recuperados após três meses de tratamento. Está bem estabelecido na literatura a presença de hiperalgesia local e generalizada em indivíduos com osteoartrite de joelho<sup>32</sup>. Como especula-se que a osteoartrite de joelho seja a progressão da DFP<sup>37,38</sup>, os achados a partir desta população podem fornecer informações valiosas sobre o gerenciamento da DFP e possível prevenção da osteoartrite. Especificamente, exercícios de membro superior em pacientes com osteoartrite do joelho resultaram no aumento do LPD no membro superior e joelho<sup>39</sup>. Além disso, após 12 semana de uma

terapia de exercício supervisionado, pacientes com osteoartrite de joelho mostraram redução na hiperalgesia local e generalizada<sup>40</sup>, indicando que uma abordagem similar pode ser benéfica para indivíduos com DFP.

#### 1.4.1 LIMITAÇÕES DO ESTUDO E DIRECIONAMENTOS FUTUROS

Foram avaliadas mulheres na faixa etária mais afetada pela DFP, limitando a extrapolação destes resultados para os homens ou indivíduos mais velhos com DFP. Outras limitações deste estudo foram: (i) o avaliador responsável pelas medidas do LPD não foi cego para o grupo (GDFP ou GC) e (ii) não houve avaliação a respeito das comorbidades que podem afligir estes indivíduos, as quais podem afetar os resultados. A hiperalgesia generalizada encontrada nas mulheres com DFP neste estudo sugere a presença de disfunção na modulação da dor e alterações no processamento central da dor. Pesquisas futuras são necessárias para avaliar como a hiperalgesia generalizada pode contribuir para a continuidade da dor em indivíduos com DFP, e qual a melhor forma de tratamento.

#### 1.4.2 IMPLICAÇÕES CLÍNICAS

A presença de hiperalgesia generalizada em indivíduos com DFP pode ter implicações importantes na prescrição de exercícios objetivando o melhor gerenciamento dos sintomas. Combater estes déficits pode exigir abordagens inovadoras e não-mecânicas para tratamento. Algumas considerações foram anteriormente recomendadas para tratar hiperalgesia associada à dor musculoesquelética crônica<sup>10,41</sup>, as quais incluem abordagens conservadoras ao

prescrever cargas iniciais para exercícios; cautela na progressão da carga para prevenir aumento dos sintomas; exercícios em áreas não dolorosas como membros superiores; e permitir aumento discreto na dor durante e logo após o exercício, mas evitando aumento intenso da dor ao longo do tempo<sup>10,41</sup>. Futuras pesquisas são necessárias para determinar a efetividade desta e outras abordagens com objetivo de gerenciar a presença de hiperalgesia generalizada em indivíduos com DFP.

## 1.5 CONCLUSÃO

Limiares pressóricos de dor reduzidos tanto ao redor do joelho como no membro superior contralateral em mulheres adultas com DFP sugerem hiperalgesia local e generalizada. Combater estes déficits pode exigir abordagens inovadoras e não-mecânicas para tratamento. O protocolo de sobrecarga da articulação femoropatelar reduziu o LPD ao redor do joelho, mas não no ponto distante ao joelho em indivíduos com DFP. Estes resultados indicam que o agravamento agudo dos sintomas pode não afetar o processamento central da dor.

## Referências bibliográficas

1. De Oliveira Silva D, Briani RV, Pazzinatto MF, et al. Reliability and differentiation capability of dynamic and static kinematic measurements of rearfoot eversion in patellofemoral pain. *Clin Biomech.* 2015;30(2):144–148. doi:10.1016/j.clinbiomech.2014.12.009.
2. De Oliveira Silva D, Briani RV, Pazzinatto MF, Ferrari D, Aragão FA, de Azevedo FM. Reduced knee flexion is a possible cause of increased loading rates in individuals with patellofemoral pain. *Clin Biomech.* 2015;30(9):971–975. doi:10.1016/j.clinbiomech.2015.06.021.
3. Lankhorst NE, Bierma-Zeinstra SM a, van Middelkoop M. Factors associated with patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2013;47(4):193–206. doi:10.1136/bjsports-2011-090369.
4. Powers CM, Bolgla L a, Callaghan MJ, Collins N, Sheehan FT. Patellofemoral pain: proximal, distal, and local factors, 2nd International Research Retreat. *J*

- Orthop Sports Phys Ther.* 2012;42(6):A1–54. doi:10.2519/jospt.2012.0301.
5. Nijs J, Torres-cueco R, Wilgen CP Van, et al. Applying modern pain neuroscience in clinical practice: Criteria for the classification of central sensitization pain. *Pain Physician.* 2014;17(12):447–457.
  6. van Wilgen CP, Keizer D. Neuropathic pain mechanisms in patients with chronic sports injuries: a diagnostic model useful in sports medicine? *Pain Med.* 2011;12(1):110–7. doi:10.1111/j.1526-4637.2010.01023.x.
  7. Merskey H, Bogduk N. *Classification of Chronic Pain. Description of Chronic Pain Syndromes and Definitions of Pain Terms.* 2nd editio. Seattle: WA: IASP Press; 1994. doi:10.1002/ana.20394.
  8. Rathleff MS, Roos EM, Olesen JL, Rasmussen S, Arendt-Nielsen L. Lower mechanical pressure pain thresholds in female adolescents with patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2013;43(6):414–21. doi:10.2519/jospt.2013.4383.
  9. Duan G, Xiang G, Zhang X, Guo S, Zhang Y. An Improvement of Mechanical Pain Sensitivity Measurement Method : The Smaller Sized Probes may Detect Heterogeneous Sensory Threshold in Healthy Male Subjects. *Pain Med.* 2014;15:272–280.
  10. Nijs J, Lluch Gírbés E, Lundberg M, Malfliet A, Sterling M. Exercise therapy for chronic musculoskeletal pain: Innovation by altering pain memories. *Man Ther.* 2015;20:216–220. doi:10.1016/j.math.2014.07.004.
  11. Yarnitsky D, Crispel Y, Eisenberg E, et al. Prediction of chronic post-operative pain: Pre-operative DNIC testing identifies patients at risk. *Pain.* 2008;138(1):22–28. doi:10.1016/j.pain.2007.10.033.
  12. Rakel B, Vance C, Zimmerman MB, Petsas-Blodgett N, Amendola a, Sluka K a. Mechanical Hyperalgesia and Reduced Quality of Life Occur in People With Mild Knee Osteoarthritis Pain. *Clin J Pain.* 2015;31(4):315–322. doi:10.1097/ajp.0000000000000116.
  13. Grenholm A, Stensdotter A-K, Häger-Ross C. Kinematic analyses during stair descent in young women with patellofemoral pain. *Clin Biomech.* 2009;24(1):88–94. doi:10.1016/j.clinbiomech.2008.09.004.
  14. Witvrouw E, Callaghan MJ, Stefanik JJ, et al. Patellofemoral pain: consensus statement from the 3rd International Patellofemoral Pain Research Retreat held in Vancouver, September 2013. *Br J Sports Med.* 2014;48(6):411–4. doi:10.1136/bjsports-2014-093450.
  15. Salsich GB, Brechter JH, Powers CM. Lower extremity kinetics during stair ambulation in patients with and without patellofemoral pain. *Clin Biomech.* 2001;16(10):906–912. doi:10.1016/S0268-0033(01)00085-7.
  16. De Oliveira Silva D, Briani RV, Pazzinatto MF, et al. Q-angle static or dynamic measurements, which is the best choice for patellofemoral pain? *Clin Biomech.* 2015;30(10):1083–1087. doi:10.1016/j.clinbiomech.2015.09.002.
  17. Brechter JH, Powers CM. Patellofemoral joint stress during stair ascent and descent in persons with and without patellofemoral pain. *Gait Posture.* 2002;16(2):115–23.
  18. Wallace DA, Salem GJ, Salinas R, Powers CM. Patellofemoral joint kinetics while squatting with and without an external load. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2002;32:141–148.
  19. Briani R V., de Oliveira Silva D, Pazzinatto MF, et al. Comparison of frequency and time domain electromyography parameters in women with patellofemoral pain. *Clin Biomech.* 2015;30(3):302–307.

- doi:10.1016/j.clinbiomech.2014.12.014.
20. Walton DM, Macdermid JC, Nielson W, Teasell RW, Chiasson M, Brown L. Reliability, standard error, and minimum detectable change of clinical pressure pain threshold testing in people with and without acute neck pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2011;41(9):644–50. doi:10.2519/jospt.2011.3666.
  21. van Wilgen P, van der Noord R, Zwerver J. Feasibility and reliability of pain pressure threshold measurements in patellar tendinopathy. *J Sci Med Sport.* 2011;14(6):477–81. doi:10.1016/j.jsams.2011.05.004.
  22. Kregel J, van Wilgen CP, Zwerver J. Pain assessment in patellar tendinopathy using pain pressure threshold algometry: an observational study. *Pain Med.* 2013;14(11):1769–75. doi:10.1111/pme.12178.
  23. Elson DW, Jones S, Caplan N, Stewart S, St Clair Gibson A, Kader DF. The photographic knee pain map: locating knee pain with an instrument developed for diagnostic, communication and research purposes. *Knee.* 2011;18(6):417–23. doi:10.1016/j.knee.2010.08.012.
  24. Arendt-Nielsen L, Nie H, Laursen MB, et al. Sensitization in patients with painful knee osteoarthritis. *Pain.* 2010;149(3):573–581. doi:10.1016/j.pain.2010.04.003.
  25. Fernández-Pérez AM, Villaverde-Gutiérrez C, Mora-Sánchez A, Alonso-Blanco C, Sterling M, Fernández-de-Las-Peñas C. Muscle trigger points, pressure pain threshold, and cervical range of motion in patients with high level of disability related to acute whiplash injury. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2012;42(7):634–41. doi:10.2519/jospt.2012.4117.
  26. Ferber R, Bolgla L, Earl-Boehm JE, Emery C, Hamstra-Wright K. Strengthening of the hip and core versus knee muscles for the treatment of patellofemoral pain: A multicenter randomized controlled trial. *J Athl Train.* 2015;50(4):366–377. doi:10.4085/1062-6050-49.3.70.
  27. Chesworth BM, Culham EG, Tata GE, Peat M. Validation of Outcome Measures in Patients with Patellofemoral Syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1989;10(8):302–308.
  28. Crossley KM, Cowan SM, Bennell KL, McConnell J. Knee flexion during stair ambulation is altered in individuals with patellofemoral pain. *J Orthop Res.* 2004;22(2):267–74. doi:10.1016/j.orthres.2003.08.014.
  29. Collins NJ, Crossley KM, Darnell R, Vicenzino B. Predictors of short and long term outcome in patellofemoral pain syndrome: a prospective longitudinal study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2010;11(1):11. doi:10.1186/1471-2474-11-11.
  30. Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences.* 2nd ed. New York: Routledge Academic.; 1988.
  31. Wylde V, Palmer S, Learmonth ID, Dieppe P. Test-retest reliability of Quantitative Sensory Testing in knee osteoarthritis and healthy participants. *Osteoarthr Cartil.* 2011;19(6):655–8. doi:10.1016/j.joca.2011.02.009.
  32. Fingleton C, Smart K, Moloney N, Fullen BM, Doody C. Pain sensitization in people with knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. *Osteoarthr Cartil.* 2015;23(7):1043–1056. doi:10.1016/j.joca.2015.02.163.
  33. King CD, Sibille KT, Goodin BR, et al. Experimental pain sensitivity differs as a function of clinical pain severity in symptomatic knee osteoarthritis. *Osteoarthr Cartil.* 2013;21(9):1243–1252. doi:10.1016/j.joca.2013.05.015.
  34. Crossley KM, Bennell KL, Cowan SM, Green S. Analysis of outcome measures for persons with patellofemoral pain: which are reliable and valid? *Arch Phys*

- Med Rehabil.* 2004;85(5):815–822. doi:10.1016/S0003-9993(03)00613-0.
35. Woolf CJ. Central sensitization: implications for the diagnosis and treatment of pain. *Pain.* 2011;152(3 Suppl):S2–15. doi:10.1016/j.pain.2010.09.030.
  36. Rathleff MS, Roos EM, Olesen JL, Rasmussen S, Arendt-Nielsen L. Self-reported recovery is associated with improvement in localised hyperalgesia among adolescent females with patellofemoral pain – Results from a cluster randomised trial. *Clin J Pain.* 2015:[Epub ahead of print]. doi:10.1097/AJP.0000000000000275.
  37. Crossley KM. Is patellofemoral osteoarthritis a common sequela of patellofemoral pain? *Br J Sports Med.* 2014;48(6):409–10. doi:10.1136/bjsports-2014-093445.
  38. Utting MR, Davies G, Newman JH. Is anterior knee pain a predisposing factor to patellofemoral osteoarthritis? *Knee.* 2005;12(5):362–5. doi:10.1016/j.knee.2004.12.006.
  39. Burrows NJ, Booth J, Sturnieks DL, Barry BK. Acute resistance exercise and pressure pain sensitivity in knee osteoarthritis: a randomised crossover trial. *Osteoarthr Cartil.* 2014;22(3):1–8. doi:10.1016/j.joca.2013.12.023.
  40. Henriksen M, Klokke L, Graven-Nielsen T, et al. Association of exercise therapy and reduction of pain sensitivity in patients with knee osteoarthritis: A randomized controlled trial. *Arthritis Care Res (Hoboken).* 2014;66(12):1836–43. doi:10.1002/acr.22375.
  41. Nijs J, Kosek E, Van Oosterwijck J, Meeus M. Dysfunctional endogenous analgesia during exercise in patients with chronic pain: to exercise or not to exercise? *Pain Physician.* 2012;15(3 Suppl):ES205–13.

**PONTOS DE CORTE PARA DISCRIMINAR HIPERALGESIA MECÂNICA LOCAL  
E GENERALIZADA EM MULHERES COM DOR FEMOROPATELAR**

*Artigo submetido ao periódico The Journal of Pain (Fator de Impacto 4.01)*

## 2.1 INTRODUÇÃO

Apesar da alta incidência e cronicidade da DFP, pouco se sabe sobre os mecanismos do processamento da dor associado a esta desordem. Estudos recentes têm investigado sobre esses mecanismos em mulheres com DFP<sup>1-4</sup>. O aumento da sinalização no sistema nervoso central, que provoca uma resposta aumentada a um estímulo, pode resultar na hiperalgesia local e generalizada<sup>3</sup>. Esta hiperalgesia local e generalizada em indivíduos com DFP foi recentemente relatada por seis estudos<sup>1-6</sup> com resultados semelhantes até o momento. Estes resultados podem ter fortes implicações clínicas, pois sabe-se que existem indivíduos com DFP que não respondem favoravelmente ao melhor tratamento disponível de acordo com a literatura<sup>7</sup>. O tratamento desses indivíduos poderia afastar-se do paradigma mecânico e do foco exclusivamente na melhoria da força e restauração do alinhamento das extremidades inferiores<sup>8</sup>. Em vez disso, a normalização da hiperexcitabilidade do sistema nervoso poderia tornar-se o alvo do tratamento.

Apesar da consolidação evidente sobre a presença de hiperalgesia mecânica local e generalizada em mulheres com DFP, ao nosso conhecimento, nenhum estudo propôs, até o momento, um ponto de corte ideal para discriminar indivíduos com DFP quanto a presença ou não de hiperalgesia mecânica. O algômetro pressórico de mão é uma ferramenta válida e confiável para avaliação de hiperalgesia mecânica<sup>9</sup>, além disso, é uma ferramenta amigável e frequentemente utilizada em clínicas e centros ortopédicos. Com isso, é importante estabelecer pontos de corte para guiar os clínicos na investigação de quais indivíduos com DFP apresentam ou não hiperalgesia mecânica local ou generalizada. Conseqüentemente, os clínicos seriam capazes de identificar quais indivíduos se beneficiariam das intervenções que se concentram na

educação sobre a neurociência da dor e quais se beneficiariam de uma perspectiva mais voltada para as correções de padrões biomecânicos.

Os objetivos deste estudo foram (i) avaliar o LPD ao redor e em um ponto distante ao joelho em mulheres com DFP comparadas às mulheres assintomáticas; e (ii) avaliar a capacidade do LPD em discriminar mulheres com e sem DFP para determinar os melhores pontos de corte para a prática clínica. Com base na literatura mencionada acima, hipotetiza-se que mulheres com DFP apresentariam LPDs menores tanto ao redor quanto no ponto distante ao joelho comparado ao grupo assintomático.

## **2.2 MÉTODOS**

Cento e vinte mulheres com idade entre 18 e 30 anos foram recrutadas, constituindo dois grupos, DFP (GDFP; n=60) e controle (GC; n=60). O recrutamento das voluntárias se deu da mesma forma que o apresentado no estudo I, bem como os critérios de inclusão e exclusão para ambos os grupos. A diferença no tamanho amostral entre os estudos é decorrente de um projeto de iniciação científica realizado no Laboratório de Biomecânica e Controle Motor (LABCOM) no segundo semestre de 2015, o qual realizou avaliação do limiar pressórico de dor em mulheres com e sem DFP nos mesmos moldes da avaliação desenvolvida neste projeto de mestrado, o que possibilitou o aumento da amostra.

### **2.2.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Todas as análises foram realizadas por meio do *Statistical Software for Social Sciences* (SPSS, versão 18.0, Chicago, IL) com nível de significância de 0,05. Testes *t* para amostras independentes foram utilizados para comparar as características antropométricas e o LPD dos participantes entre grupos.

Para encontrar o ponto de corte ideal nos dados de LPD entre indivíduos com e sem DFP, curvas de característica de operação do receptor (ROC) foram calculadas. Em uma curva ROC, a taxa de verdadeiros-positivos, ou a sensibilidade, é plotada contra a taxa de falsos-positivos, ou 1-especificidade, para cada ponto de corte possível. O ponto na curva ROC que maximiza tanto a sensibilidade quanto a especificidade foi selecionado como o ponto de corte ideal. O *Youden index* ( $Y.i. = \text{sensibilidade} + \text{especificidade} - 1$ ) foi utilizado neste estudo, uma vez que esta é uma medida frequentemente utilizada para identificar pontos de corte ideais<sup>10,11</sup>. Esse índice é considerado uma boa estimativa quantitativa de um ponto de corte que maximiza a classificação correta e minimiza classificação incorreta quando a sensibilidade e especificidade são ponderados igualmente<sup>10</sup>. Além disso, as áreas sob a curva (ASC) e os intervalos de confiança de 95% foram gerados para cada ponto onde o LPD foi avaliado. A ASC é considerada um resumo global da acurácia diagnóstica e uma área igual a 1,00 representa um teste perfeito, entre 1,00 e 0,90 excelente, 0,90- 0,80 bom e de 0,80 a 0,70 um teste razoável<sup>12</sup>.

Após a identificação dos pontos de corte ideais, outros testes de acurácia diagnóstica<sup>13</sup> foram realizados para cada ponto de corte encontrado: valor preditivo positivo (VP+), que estima a probabilidade de um indivíduo com teste positivo realmente ter a doença; valor preditivo negativo (VP-), o qual estima a probabilidade de um indivíduo com teste negativo ser realmente livre da doença; razão de verossimilhança positivo (RV+), que estima quantas vezes é mais provável que um

teste positivo seja visto em quem tem a doença do que em quem não tem; razão de verossimilhança negativo (RV-), a qual estima quantas vezes é mais provável que um teste negativo seja visto em quem tem a doença do que em quem não tem.

## 2.3 RESULTADOS

Não houve diferença entre os grupos com relação às características dos participantes: idade, altura e massa corporal (Tabela 2.1). Com relação ao LPD, foram encontradas diferenças significativas entre o GDFP e GC em todos os pontos avaliados (Tabela 2.1). A diferença média (Intervalo de confiança de 95%) entre GDFP e GC para LPD ao redor e no ponto distante ao joelho foram: TQ 1,09kgf (0,77; 1,41), PM 1,16kgf (0,88; 1,44), PL 1,05kgf (0,78; 1,32), TP 0,99kgf (0,70; 1,28) e MS 1,71 (1,40; 2,02).

Tabela 2.1. Características dos participantes

Variáveis	GC	GDFP	p-valor
Idade	22.88 (2.93)	21.68 (3.04)	0.098
Massa corporal (kg)	58.45 (9.09)	61.68 (9.72)	0.569
Altura (m)	1.64 (0.05)	1.65 (0.05)	0.155
Pior dor no último mês (EVA)	NA	4.76 (1.48)	NA
Duração dos sintomas (meses)	NA	61.44 (8.52)	NA
TQ (kgf)	5.23 (0.53)	4.13 (1.14)	<0,001
PM (kgf)	5.34 (0.27)	4.17 (1.05)	<0,001
PL (kgf)	5.25 (0.40)	4.20 (0.96)	<0,001
TP (kgf)	5.26 (0.45)	4.27 (1.03)	<0,001
MS (kgf)	4.22 (0.97)	2.51 (0.71)	<0,001

Abreviações: GC – grupo controle; GDFP – grupo dor femoropatelar; TQ – tendão do quadríceps; PM – região medial da patela; PL – região lateral da patela; TP – tendão patelar; MS – membro superior; NA – não aplicável. Os valores são apresentados em média (desvio padrão).

Para identificar quais valores do LPD melhor discriminam indivíduos com e sem DFP em cada ponto, as curvas ROC foram plotadas (Figura 2.1).

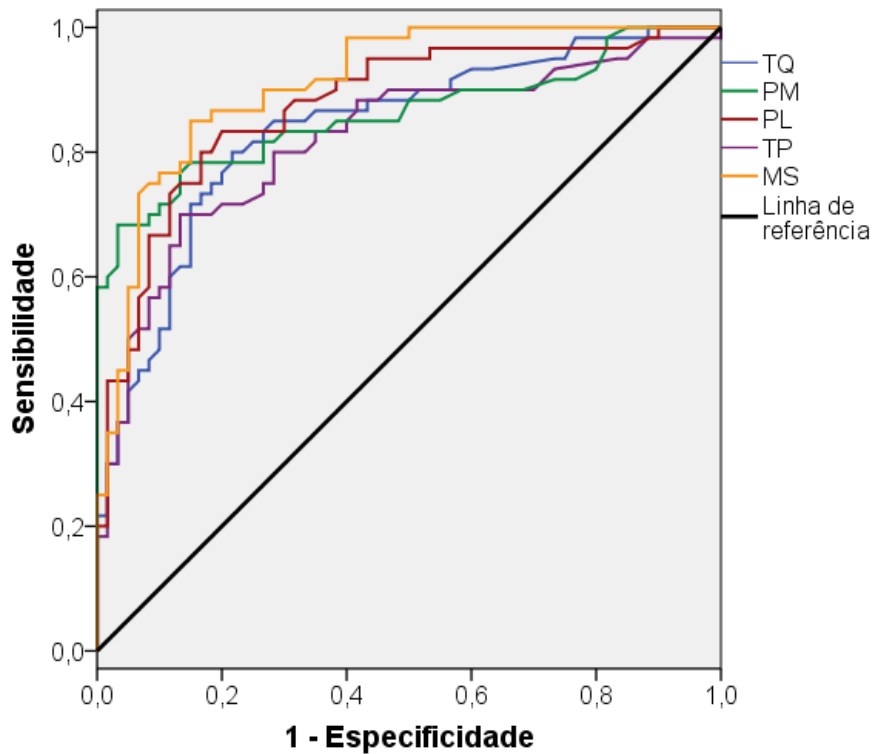


Figura 2.1. Curvas ROC referentes ao limiar pressórico de dor de cada ponto.

A linha preta representa a linha de referência do teste (a qual significa 50% de sensibilidade e 50% de especificidade). As linhas coloridas representam a curva ROC construída a partir dos valores de sensibilidade e especificidade para cada ponto de corte dos valores de limiar pressórico de dor. TQ – tendão do quadríceps; PM – região medial da patela; PL – região lateral da patela; TP – tendão patelar; MS – membro superior.

Os pontos de corte ideais baseados nas coordenadas das curvas ROC e definidos pelo *Youden index* são apresentados na tabela 2.2. A sensibilidade e especificidade calculadas para os pontos de corte variaram de 80,01% a 90,19% e 70,55% a 74,76%, respectivamente. Os valores de ASC foram classificados com boa acurácia diagnóstica para os LPDs ao redor do joelho e excelente para o ponto distante ao joelho. Os VP+ e VP- variaram de 74,62% a 77,77% e 81,15% a 91,61%,

respectivamente. Já os valores da RV+ e RV- foram classificados como moderadamente acurados<sup>14</sup> variando de 2,76 a 3,46 e 0,27 a 0,13, respectivamente.

Tabela 2.2. Valores de capacidade discriminatória e pontos de corte ótimos para cada local.

Locais	Ponto de corte	Sensibilidade	Especificidade	VP+	VP-	RV+	RV-
TQ	5.21	85.67%	72.87%	76.13%	83.01%	3.03	0.20
PM	5.25	83.00%	70.92%	74.62%	81.15%	2.76	0.24
PL	5.19	86.56%	70.55%	74.63%	85.72%	2.86	0,20
TP	5.23	80.01%	72.54%	74.62%	81,17%	2.85	0.27
MS	3.62	90.19%	74.86%	77.77%	91.61%	3.46	0.13

Abreviações: TQ – tendão do quadríceps; PM – região medial da patela; PL – região lateral da patela; TP – tendão patelar; MS – membro superior; VP+ = valor preditivo positivo; PV- = valor preditivo negativo; RV+ = razão de verossimilhança positiva; RV- = razão de verossimilhança negativa. A unidade de medida de cada ponto de corte é kgf.

## 2.4 DISCUSSÃO

De acordo com a hipótese levantada neste estudo, mulheres diagnosticadas com DFP apresentaram LPDs reduzidos ao redor e no ponto distante ao joelho quando comparadas às mulheres assintomáticas, indicando a presença de hiperalgesia local e generalizada. Além disso, os pontos de corte ideais para o LPD, apresentaram boa capacidade em discriminar indivíduos com e sem DFP. Este resultado é útil para clínicos, pois fornece pontos de corte para identificação da presença ou ausência de hiperalgesia local e generalizada em indivíduos com DFP, o que pode alterar o tipo de intervenção proposta para o tratamento desta população<sup>1,6</sup>.

Os resultados deste estudo são consistentes com os reportados em estudos prévios<sup>1-5,15</sup>. Similar a estes achados, Rathleff e colaboradores<sup>1</sup> reportaram que indivíduos com DFP apresentam LPDs reduzidos ao redor e em dois pontos distantes ao joelho (músculo tibial anterior e epicôndilo lateral do úmero) comparado ao grupo de indivíduos assintomáticos. Noehren e colaboradores<sup>2</sup> também reportaram que comparado ao grupo de indivíduos assintomáticos, os indivíduos com DFP apresentaram LPD reduzido tanto na região da articulação femoropatelar como em um ponto distante (cotovelo) sugerindo hiperalgesia local e generalizada. Além disso, os autores reportam correlação significativa entre o movimento do joelho no plano frontal e os valores de LPD nos indivíduos com DFP, o qual não foi corroborado pelo grupo controle<sup>2</sup>. Estes resultados fornecem evidências que alterações na biomecânica são diretamente relacionadas a hiperalgesia mecânica, demonstrando a importância de incluir esta avaliação na prática clínica.

Visar a hiperalgesia mecânica local e generalizada na base de evidências da DFP revela-se importante, pois pode demonstrar a necessidade de mudar o foco do tratamento atual do ponto de vista biomecânico e de fortalecimento para incluir componentes destinados à educação sobre a neurociência da dor. Estratégias de tratamento incluindo a educação intensiva sobre a neurociência da dor e a rotina de exercícios<sup>16</sup> pode melhorar os resultados e reduzir o risco da dor de longa duração<sup>17</sup>. A principal consideração é investigar se o LPD pode ser aumentado após reabilitação bem sucedida. Portanto, pontos de corte bem estabelecidos capazes de discriminar os indivíduos que apresentam hiperalgesia mecânica local e generalizada podem orientar o melhor tipo de intervenção para cada caso e pode ser utilizado para monitorar a eficácia da intervenção.

Os resultados deste estudo fornecem pontos de corte ideais identificados pelo *Youden index* baseado nos resultados das curvas ROC. Similar a estes achados, Kregel e colaboradores<sup>18</sup> reportaram um ponto de corte ideal para discriminar atletas com tendinopatia patelar de atletas assintomáticos com 96% de sensibilidade, 97% de especificidade, 96,5% de VP+, 28,5 de RV+ e 0,05 de RV-. No entanto, o LPD foi avaliado apenas em um ponto no joelho (tendão patelar), o que compromete a investigação de hiperalgesia mecânica generalizada nesta população. Além disso, a característica da dor (localizada no tendão patelar) em indivíduos com tendinopatia patelar é uma explicação plausível para os altos valores de capacidade discriminatória encontrados por Kregel e colaboradores<sup>18</sup>. No presente estudo, todos os quatro pontos avaliados no joelho apresentaram bons valores de capacidade discriminatória com variação mínima entre eles. Da mesma forma, o ponto distante (membro superior contralateral) apresentou excelentes valores de capacidade discriminatória. Portanto, como os indivíduos com DFP não apresentam um local específico de dor no joelho<sup>1,19</sup>, é importante avaliar vários pontos ao redor da patela para fornecer uma perspectiva sólida sobre a hiperalgesia mecânica local nesses indivíduos.

Com os pontos de corte ideais propostos por este estudo, clínicos podem ter também a oportunidade de identificar a condição dos seus pacientes com relação a hiperalgesia e propor tratamentos baseados em tal condição, uma vez que acredita-se que a hiperalgesia generalizada seja uma progressão da hiperalgesia local<sup>20</sup>. A dor causada pelo contato repetitivo entre o fêmur e a patela pode ser uma das razões para a hiperalgesia localizada em indivíduos com DFP<sup>2</sup>. Por sua vez, a hiperalgesia generalizada pode ocorrer devido a cronicidade ou persistência da dor, que pode refletir na perda do processo inibitório descendente<sup>21</sup>. Esta perda pode reduzir o limiar de excitação de neurônios da medula espinhal à entrada nociceptiva articular,

aumentando as descargas contínuas que podem afetar todos os segmentos ao longo do neuroeixo<sup>22</sup>. Portanto, a identificação precoce da hiperalgesia local pode evitar as consequências da hiperalgesia generalizada, se tratada apropriadamente.

#### 2.4.1 LIMITAÇÕES DO ESTUDO E DIRECIONAMENTOS FUTUROS

Neste estudo foram avaliadas mulheres dentro da faixa etária mais acometida pela DFP, no entanto, isto limita a extrapolação dos achados para homens, adolescentes e pacientes mais velhos com DFP. Pesquisas futuras podem propor pontos de corte para os LPDs nestas populações. Avaliar apenas a hiperalgesia mecânica é outra limitação deste estudo. Existem algumas evidências que indivíduos com DFP também apresentam modulação condicionada prejudicada<sup>1</sup>, hipoestesia ao toque<sup>2</sup> e hiperalgesia térmica<sup>5</sup> e portanto, devem ser considerados em estudos futuros.

#### 2.4.2 IMPLICAÇÕES CLÍNICAS

A presença de hiperalgesia mecânica local e generalizada em indivíduos com DFP pode ter implicações importantes para a prescrição de exercícios destinados a melhorar o gerenciamento dos sintomas. Combater estes déficits podem exigir abordagens inovadoras e não-mecânicas para tratamento. Além disso, propor pontos de corte ideais com bons valores de capacidade discriminatória pode orientar os clínicos na identificação da presença de hiperalgesia local e generalizada através de um algômetro de mão.

## 2.5 CONCLUSÃO

Limiares pressóricos de dor reduzidos ao redor e em um ponto distante ao joelho em indivíduos com dor femoropatelar indicam a presença de hiperalgesia mecânica local e generalizada. Pontos de corte ideais com bons valores de capacidade discriminatória foram propostos com objetivo de guiar os clínicos na identificação da presença de hiperalgesia local e generalizada em indivíduos com DFP.

### Referências bibliográficas

1. Rathleff MS, Petersen KK, Arendt-nielsen L. Impaired conditioned pain modulation in young female adults with long-standing patellofemoral pain : A single blinded cross-sectional study. *Pain Med.* 2015:[Epub ahead of print]. doi:10.1093/pm/pnv017.
2. Noehren B, Shuping L, Jones A, Akers DA, Bush HM, Sluka KA. Somatosensory and biomechanical abnormalities in females with patellofemoral pain. *Clin J Pain.* 2015:[Epub ahead of print]. doi:10.1097/AJP.0000000000000331.
3. Rathleff MS, Roos EM, Olesen JL, Rasmussen S, Arendt-Nielsen L. Lower mechanical pressure pain thresholds in female adolescents with patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2013;43(6):414–21. doi:10.2519/jospt.2013.4383.
4. Pazzinatto MF, De Oliveira Silva D, Barton C, Rathleff MS, Briani RV, Azevedo FM. Female adults with patellofemoral pain are characterized by widespread hyperalgesia, which is not affected immediately by patellofemoral joint loading. *Pain Med.* 2016:[Epub ahead of print]. doi:10.1093/pm/pnw068.
5. Jensen R, Hystad T, Kvale A, Baerheim A. Quantitative sensory testing of patients with long lasting patellofemoral pain syndrome. *Eur J Pain.* 2007;11(6):665–676. doi:10.1016/j.ejpain.2006.10.007.
6. Rathleff MS, Roos EM, Olesen JL, Rasmussen S, Arendt-Nielsen L. Self-reported recovery is associated with improvement in localised hyperalgesia among adolescent females with patellofemoral pain – Results from a cluster randomised trial. *Clin J Pain.* 2015:[Epub ahead of print]. doi:10.1097/AJP.0000000000000275.
7. Rathleff MS, Roos EM, Olesen JL, Rasmussen S. Exercise during school hours when added to patient education improves outcome for 2 years in adolescent patellofemoral pain: a cluster randomised trial. *Br J Sports Med.* 2015;49(6):406–412. doi:10.1136/bjsports-2014-093929.

8. Barton CJ, Lack S, Hemmings S, Tufail S, Morrissey D. The “Best Practice Guide to Conservative Management of Patellofemoral Pain”: incorporating level 1 evidence with expert clinical reasoning. *Br J Sports Med.* 2015;49(14):923–34. doi:10.1136/bjsports-2014-093637.
9. Wylde V, Palmer S, Learmonth ID, Dieppe P. Test-retest reliability of Quantitative Sensory Testing in knee osteoarthritis and healthy participants. *Osteoarthr Cartil.* 2011;19(6):655–8. doi:10.1016/j.joca.2011.02.009.
10. Perkins NJ, Schisterman EF. The inconsistency of “optimal” cut-points using two ROC based criteria. *Am J Epidemiol.* 2006;163(7):670–675.
11. Briani R V., de Oliveira Silva D, Pazzinatto MF, et al. Comparison of frequency and time domain electromyography parameters in women with patellofemoral pain. *Clin Biomech.* 2015;30(3):302–307. doi:10.1016/j.clinbiomech.2014.12.014.
12. Kleinbaum DG, Klein M. *Logistic regression, a self-learning text.* 3rd ed. New York: Springer-Verlag New York Inc.; 2010.
13. Portney L, Watkins M. *Foundations of clinical research: applications to practice.* 3<sup>o</sup> ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall; 2009.
14. McGee S. Simplifying likelihood ratios. *J Gen Intern Med.* 2002;17(8):647–650. doi:10.1046/j.1525-1497.2002.10750.x.
15. Jensen R, Kvale A, Baerheim A. Is pain in patellofemoral pain syndrome neuropathic? *Clin J Pain.* 2008;24(5):384–94. doi:10.1097/AJP.0b013e3181658170.
16. Nijs J, Lluch Gírbés E, Lundberg M, Malfliet A, Sterling M. Exercise therapy for chronic musculoskeletal pain: Innovation by altering pain memories. *Man Ther.* 2015;20:216–220. doi:10.1016/j.math.2014.07.004.
17. Yarnitsky D, Crispel Y, Eisenberg E, et al. Prediction of chronic post-operative pain: Pre-operative DNIC testing identifies patients at risk. *Pain.* 2008;138(1):22–28. doi:10.1016/j.pain.2007.10.033.
18. Kregel J, van Wilgen CP, Zwerver J. Pain assessment in patellar tendinopathy using pain pressure threshold algometry: an observational study. *Pain Med.* 2013;14(11):1769–75. doi:10.1111/pme.12178.
19. Thompson LR, Boudreau R, Hannon MJ, et al. The knee pain map: Reliability of a method to identify knee pain location and pattern. *Arthritis Rheum.* 2010;61(6):725–731. doi:10.1002/art.24543.The.
20. Fingleton C, Smart K, Moloney N, Fullen BM, Doody C. Pain sensitization in people with knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. *Osteoarthr Cartil.* 2015;23(7):1043–1056. doi:10.1016/j.joca.2015.02.163.
21. Kosek E, Ordeberg G. Lack of pressure pain modulation by heterotopic noxious conditioning stimulation in patients with painful osteoarthritis before, but not following, surgical pain relief. *Pain.* 2000;88(1):69–78.
22. Graven-Nielsen T, Arendt-Nielsen L. Assessment of mechanisms in localized and widespread musculoskeletal pain. *Nat Rev Rheumatol.* 2010;6:599–606. doi:10.1038/nrrheum.2010.107.

**INFLUÊNCIA DA DOR NOS PARÂMETROS ELETROMIOGRÁFICOS EM  
MULHERES COM DOR FEMOROPATELAR**

*Artigo submetido ao periódico Journal of Applied Biomechanics (Fator de Impacto  
0.98)*

### 3.1 INTRODUÇÃO

Por mais de uma década, pesquisadores têm investigado a contribuição do desequilíbrio entre a ativação dos músculos vasto medial (VM) e vasto lateral (VL) no desenvolvimento e/ou persistência da DFP<sup>1-4</sup>. Duas abordagens eletromiográficas (EMG) são frequentemente utilizadas para avaliar o equilíbrio entre os músculos: (1) a diferença entre o início da ativação do VM e do VL, e (2) a razão da amplitude do sinal EMG do VM e VL (VM/VL)<sup>4</sup>. No entanto, uma revisão sistemática<sup>1</sup> destacou a fraca concordância entre os achados<sup>2,5-7</sup>, apresentando resultados inconclusivos com uma ligeira tendência ao atraso no início de ativação do VM em relação ao VL em indivíduos com DFP durante atividades funcionais como a subida de escada<sup>1</sup>. A mesma controvérsia aparece na razão de ativação<sup>3,8,9</sup>, na qual um estudo reportou redução na razão de ativação VM/VL em indivíduos com DFP comparados a indivíduos assintomáticos<sup>9</sup> enquanto outro estudo não encontrou qualquer diferença durante a mesma tarefa (subida de escada)<sup>8</sup>. Uma explicação plausível para estas controvérsias entre os estudos com DFP pode ser a característica intermitente da dor destes indivíduos.

Sabe-se que os sintomas da DFP apresentam características intermitentes<sup>10,11</sup>. Em outras palavras, não se pode garantir que os indivíduos estarão com dor no momento da avaliação. Isso foi claramente demonstrado pelo estudo I, o qual revelou que 63% dos participantes não apresentavam dor no momento da coleta de dados<sup>11</sup>. Como a dor é o sintoma mais importante da DFP, esta informação levanta uma questão relevante: O atraso no início da ativação do VM em relação ao VL e a razão de ativação VM/VL são alterados apenas na presença da dor? Existem evidências que indivíduos saudáveis submetidos a dor experimentalmente, induzida por injeção de

solução salina hipertônica, apresentam alterações no início da ativação com atraso do VM em relação ao VL<sup>12</sup> e redução na atividade muscular<sup>12,13</sup>. No entanto, estes achados refletem os efeitos de estímulos de dor agudos, pontuais e transitórios no controle motor<sup>12,13</sup>. Portanto, não podem ser extrapolados para condições clínicas de dor, como a DFP<sup>13</sup>, que é caracterizada por dor difusa e intermitente ao redor no joelho<sup>11,14,15</sup> associada a adaptações de longo prazo à dor<sup>16</sup>. Exacerbar os sintomas em indivíduos com DFP, por meio de um protocolo validado de sobrecarga da articulação femoropatelar<sup>11</sup>, é necessário para determinar a relação entre a dor e a alteração muscular.

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi investigar a influência da dor no início da ativação do VM e do VL e na razão de ativação VM/VL em mulheres com DFP.

## **3.2 MÉTODOS**

Para a realização deste estudo foram analisados os dados eletromiográficos das trinta e oito mulheres com DFP, recrutadas no estudo I.

### **3.2.1 INSTRUMENTAÇÃO**

Para a aquisição do sinal EMG foram utilizados dois pares de eletrodos de superfície, modelo Meditrace® da marca 3M®, com superfícies de captação de Ag/AgCl com 10 mm de diâmetro. No cabo do eletrodo havia um circuito pré-amplificador com ganho de 20 vezes, CMRR (Common Mode Rejection Ratio) maior que 80 dB e impedância de 1012Ω.

Uma plataforma de força da marca Bertec (Bertec Corporation, Columbus, OH) modelo FP4060 foi acoplada ao quarto degrau da escada e coberta com piso emborrachado para não ser visível aos participantes (Figura 3.1). A plataforma de força foi utilizada para obter a força de reação do solo e, por conseguinte, estabelecer o momento em que os indivíduos tocavam o degrau.



Figura 3.1 Escada sem o tapete emborrachado e com a plataforma de força acoplada ao quarto degrau.

Os sinais EMG e da força de reação do solo foram sincronizados e captados em um módulo condicionador de sinais da marca LYNX®, modelo ADS 1000 – AC1160. Neste módulo dois canais para aquisição de sinais EMG e ganho foi fixado em 1000 vezes. Também foram configurados um filtro digital passa-baixa Butherworth de 4<sup>a</sup> ordem, com frequência de corte de 500Hz e um passa-alta com frequência de corte de 20Hz. Além de um canal para aquisição dos dados referentes a componente vertical da força de reação do solo. Todos os canais foram ajustados para frequência de amostragem de 4kHz.

Previamente às medidas de EMG, todos os indivíduos foram solicitados a classificar a sua dor no joelho em uma escala visual analógica (EVA) de dor de 10 cm.

Nesta escala, as extremidades são definidas como ausência de dor e pior dor possível<sup>17-19</sup>.

### 3.2.2 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Para determinar a localização dos eletrodos de captação do sinal EMG foram, primeiramente, localizados os pontos motores dos músculos VM e VL. Em seguida, foi realizada a tricotomia e limpeza da pele. Os eletrodos foram posicionados 2cm acima do ponto motor na direção do ventre muscular<sup>20</sup> e separados entre si por 20mm e o eletrodo de referência foi posicionado na tuberosidade da tíbia.

Após o posicionamento dos eletrodos, os indivíduos foram familiarizados com o teste de subida de escada. Neste teste, os indivíduos deveriam realizar uma pequena caminhada (cerca de 2 metros) até chegar a escada e subir os sete degraus continuamente, alternando os membros inferiores, com velocidade e ritmo autocontrolados. Ao final do último degrau os indivíduos deveriam continuar o movimento com outra caminhada de aproximadamente dois metros. Foram realizadas 5 subidas e os valores médios foram utilizados para as análises. A subida era considerada válida quando o participante tocasse a plataforma de força com o membro inferior sintomático avaliado pela EMG.

Em outro dia, os participantes foram submetidos ao protocolo de sobrecarga da articulação femoropatelar, o qual consiste em 15 subidas e descidas de escada com carga extra de 35% da massa corporal<sup>21</sup>, em uma mochila. Um metrônomo foi utilizado a uma frequência de 96 degraus/minuto para padronizar o ritmo do protocolo<sup>22,23</sup>. Em seguida os participantes realizaram o teste de subida de escada nos mesmos moldes

do primeiro dia. Após o protocolo, todos os indivíduos tiveram um período de repouso de no mínimo dois minutos para evitar os efeitos da fadiga muscular<sup>24,25</sup>.

A dor foi avaliada nos dois dias, durante o teste de subida de escada, por meio da EVA de dor. Os participantes foram aconselhados a evitar o uso de medicamento antes (48 horas) e durante as avaliações.

### 3.2.3 PROCESSAMENTO DOS SINAIS EMG

Os sinais EMG analisados foram referenciados pela componente vertical da força de reação do solo, fornecida pela plataforma de força. O início e o fim da fase de apoio no quarto degrau definiram a janela de análise dos sinais EMG.

Com relação a análise do início de ativação muscular, o método utilizado foi a detecção automática por meio de limiar pré-definido. Este método foi sugerido como o mais comumente realizado em estudos de contração muscular<sup>5,26,27</sup>. Inicialmente, os dados foram pré-processados com a retificação em onda completa e em seguida com a aplicação do filtro digital passa-baixa *Butttherworth* de 4ª ordem e com frequência de corte de 50Hz.

O início da ativação foi determinado como sendo o ponto no qual o sinal apresenta a sua intensidade acima de 3 vezes o desvio padrão do seu ruído de base por mais de 25ms<sup>2,9,28</sup>. Após identificar os respectivos valores, um algoritmo foi responsável por calcular a diferença entre o início da ativação do VM e do VL (onset), diferenças negativas indicam ativação prévia do VM e diferenças positivas indicam ativação prévia do VL<sup>27</sup>.

Cada sinal EMG dos músculos VM e VL foi normalizado a partir do pico de ativação muscular<sup>8</sup> durante a subida de escada. A magnitude da atividade muscular

normalizada entre o VM e VL foi expressa como a magnitude da razão de ativação (VM / VL). Valores superiores a 1,0 indicam a maior atividade do VM em relação à atividade de VL.

### 3.2.4 REPRODUTIBILIDADE

Para análise de reprodutibilidade, metade dos participantes foram convidados a retornar ao laboratório para repetir os dois dias de avaliação (com e sem protocolo de sobrecarga da articulação femoropatelar) com intervalo de no mínimo dois e no máximo 7 dias entre eles. Afim de atenuar a variabilidade inerente ao posicionamento dos eletrodos entre os dias de coleta<sup>29</sup>, foi utilizado um sistema de gabarito. Este gabarito foi baseado em pontos anatômicos da patela e do quadril. Os pontos motores foram identificados e posteriormente marcados em uma transparência sobreposta à coxa dos voluntários. Nesta transparência também foram demarcados as bordas da patela e uma linha entre o centro da patela e a espinha ilíaca ântero-superior<sup>30</sup>. Além disso, os eletrodos foram posicionados pelo mesmo avaliador em todos os dias. Os participantes foram aconselhados a não mudar seus hábitos de vida e também seus níveis de atividade física.

Foram calculados os coeficientes de correlação intraclasse ( $CCI_{2,k}$ ) para todas as medidas EMG. Tanto antes quanto após o protocolo de sobrecarga da articulação femoropatelar, as medidas EMG apresentaram altos valores de reprodutibilidade com valores de CCI variando entre 0,93 a 0,96 (antes do protocolo) e 0,92 a 0,98 (após o protocolo) (Tabela 3.1).

Tabela 3.1. Análise de reprodutibilidade dos parâmetros EMG em mulheres com DFP.

	<b>Antes do protocolo</b>	<b>Após o protocolo</b>
	CCI <sub>2,2</sub> (IC 95%)	CCI <sub>2,2</sub> (IC 95%)
Onset	0,96 (0,87; 0,99)	0,98 (0,96; 0,99)
Amplitude VM	0,94 (0,82; 0,98)	0,98 (0,94; 0,99)
Amplitude VL	0,96 (0,91; 0,99)	0,96 (0,86; 0,99)
Razão VM/VL	0,93 (0,83; 0,98)	0,92 (0,76; 0,97)

Abreviações: Onset – diferença no início de ativação entre os músculos VM e VL; VM – vasto medial; VL – vasto lateral; CCI – coeficiente de correlação intraclasse; IC 95% - intervalo de confiança de 95%.

### 3.2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todas as análises foram realizadas utilizando o *Statistical Software for Social Sciences* (SPSS, versão 18.0, Chicago, IL) com nível de significância de 0,05. A normalidade e a homogeneidade dos dados foram testadas por meio dos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Dados das variáveis normalmente distribuídas foram reportados como média (desvio padrão).

Testes t pareados foram utilizados para comparar as duas condições (antes e após o protocolo de sobrecarga da articulação femoropatelar). Os resultados reportados fora diferença média (com intervalo de confiança de 95%), valores de t (com graus de liberdade) e valores de p.

### 3.3 RESULTADOS

A média (desvio-padrão) de idade, altura, massa corporal e duração dos sintomas dos participantes foram 21,6 (2,6) anos, 1,64 (0,06) m, 61,89 (9,91) kg e 5,19 (3,84) anos, respectivamente. Não houve diferença no onset (diferença entre o início

de ativação do VM e VL) após o protocolo de sobrecarga da articulação femoropatelar ( $p= 0,885$ ). No entanto, após o protocolo, a amplitude da ativação do VL aumentou ( $p= 0,024$ ) e, conseqüentemente, a razão VM/VL diminuiu ( $p= 0.040$ ) comparado aos valores encontrados antes do protocolo de sobrecarga da articulação femoropatelar. Com relação a EVA de dor, os valores aumentaram ( $p <0,001$ ) após o protocolo (Tabela 3.2).

Tabela 3.2. Média (desvio-padrão) dos parâmetros EMG e da EVA de dor para as duas condições (antes e após o protocolo de sobrecarga da articulação femoropatelar).

	Antes	Após	Diferença média (IC 95%)	$t_{(37)}$	p-valor
Onset	-3,70 (18,89)	-3,05 (17,49)	-0,65 (-9,65; 8,36)	-0,146	0,885
Amplitude VM	0,13 (0,03)	0,13 (0,02)	-0,00 (-0,01; 0,01)	-0,034	0,973
Amplitude VL	0,12 (0,02)	0,13 (0,03)	-0,01 (-0,02; -0,00)	-2,355	0,024
Razão VM/VL	1,08 (0,24)	0,99 (0,19)	0,09 (0,00; 0,18)	2,125	0,040
EVA	1,03 (1,92)	3,39 (2,42)	-2,37 (-2,98; -1,76)	-7,885	<0,001

Abreviações: Onset – diferença no início de ativação entre os músculos VM e VL; VM – vasto medial; VL – vasto lateral; EVA – escala visual analógica de dor; IC 95% - intervalo de confiança de 95%. Os valores médios do onset são expressos em milissegundos e os valores médios da EVA de dor em centímetros.

### 3.4 DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo confirmam que o protocolo de sobrecarga da articulação femoropatelar realizado foi capaz de exacerbar a dor em indivíduos com DFP. Desta forma, foi possível investigar a influência da dor em alguns dos parâmetros

EMG que são amplamente utilizados nesta população. Os achados revelam que não houve alteração no onset na presença da dor, no entanto, a amplitude de ativação do VL aumentou e, conseqüentemente, reduziu a razão de ativação VM/VL em mulheres com DFP.

Como a etiologia da DFP permanece desconhecida<sup>31</sup> e há ausência de sinais clínicos consistentes<sup>32</sup>, a dor referida frequentemente se torna o principal fator para o diagnóstico da DFP<sup>33</sup>. No entanto, a dor apresenta característica intermitente<sup>11,14</sup> e a hipótese deste estudo foi investigar se assim como a dor, os parâmetros EMG também apresentam essa característica. E foi possível observar que a diferença no início de ativação entre os músculos VM e VL não se altera na presença de dor. Tanto antes quanto após o protocolo de sobrecarga da articulação femoropatelar houve atraso na ativação do VL em relação ao VM (-3,70ms e -3,05ms, respectivamente). O estudo de Neptune e colaboradores<sup>34</sup> (2000) que utilizou um modelo musculoesquelético em três dimensões do membro inferior, sugeriu que diferenças em torno de 5ms entre os músculos VM e VL, independente de qual seja ativado previamente, são suficientes para provocar alterações no pico e na média da força de contato lateral da articulação femoropatelar. No entanto, essa diferença parece não ser uma característica exclusiva de indivíduos com DFP, afinal Chester e colaboradores<sup>1</sup> (2008) em sua revisão sistemática revelam a existência de atrasos entre VM e VL, inclusive maiores que os encontrados no presente estudo, em indivíduos assintomáticos.

Outra questão relevante com relação ao onset é a variabilidade entre os indivíduos, determinada pelo desvio-padrão. De acordo com Chester e colaboradores<sup>1</sup> (2008), esta variabilidade considerável encontrada no presente estudo assim como nos demais, não parece ser atribuível a outros fatores que não a verdadeira variabilidade dos indivíduos propriamente dita. Nesse caso, a comparação dos valores

médios entre os grupos para refletir uma tendência ou indicar uma conclusão estatisticamente significativa, pode ser apropriado estatisticamente, mas tem relevância clínica questionável<sup>1</sup>. Diante disso, a análise do onset parece não ser a melhor opção para detectar ou diferenciar indivíduos com DFP de indivíduos assintomáticos e tampouco para avaliar a melhora frente a determinados tratamentos. Os achados deste estudo contribuem de forma importante para a base de evidências da área da DFP, responde-se com um delineamento experimental consistente que a presença de dor não influencia no início de ativação dos músculos VM e VL.

Uma das teorias mais comuns sobre a causa da DFP é o deslizamento anormal da patela na face patelar do fêmur<sup>31</sup> e acredita-se que a provável causa deste deslizamento anormal seja o desequilíbrio entre os músculos VM e VL<sup>1-4</sup>. O atraso na ativação muscular parece não ser a razão deste desequilíbrio, como evidenciado pelos achados deste estudo. Logo, a magnitude da ativação muscular pode ser a responsável. Evidências revelam que indivíduos com DFP apresentam maior ativação do VL em relação ao VM<sup>9</sup>, no entanto, estes resultados não são consistentes entre os estudos<sup>8</sup>. No presente estudo, este padrão só pôde ser observado no momento em que os indivíduos apresentavam dor após o protocolo de estresse da articulação femoropatelar. Nesta condição houve aumento na amplitude do sinal EMG do VL, o que conseqüentemente, levou à diminuição da razão VM/VL.

A alteração no padrão de ativação revela que indivíduos com DFP apresentam desequilíbrio neuromuscular entre o VM e o VL, visto que no primeiro momento há o predomínio da ativação do VM e em seguida, após a exacerbação dos sintomas, existe a inversão com o VL ativando de maneira mais acentuada. No entanto, o valor médio de 0,99 obtido no presente estudo assemelha-se com os resultados de McClinton e colaboradores<sup>8</sup> (2007), encontrados em indivíduos pertencentes ao grupo

assintomático (aproximadamente 0,95). No cálculo da razão de ativação, valores iguais ou muito próximos a 1,00 indicam que os músculos apresentam a mesma magnitude de ativação, ou seja, não há predomínio de ativação.

O presente estudo foi capaz de revelar como e quanto a presença da dor pode influenciar os parâmetros EMG em indivíduos com DFP. O protocolo de sobrecarga da articulação femoropatelar, como visto no estudo I, é capaz de exacerbar a dor específica sentida por estes indivíduos e neste caso, os resultados mostram o comportamento muscular em uma condição real de dor. Assim como os sinais EMG se alteram na presença da dor, seria interessante investigar como a dor influencia variáveis cinéticas e/ou cinemáticas em indivíduos com DFP.

#### 3.4.1 LIMITAÇÕES DO ESTUDO E DIRECIONAMENTOS FUTUROS

Além de avaliar somente mulheres em uma faixa etária específica, outra limitação deste estudo foi o fato de o avaliador não ser cego quanto ao grupo e à avaliação (antes ou após o protocolo de esforço).

O aumento da amplitude do VL após o protocolo de esforço sugere que na presença da dor existe a inversão na predominância entre os músculos VM e VL em indivíduos com DFP. Pesquisas futuras são necessárias para avaliar se esse aumento na ativação está associado ao aumento na força muscular.

#### 3.4.2 IMPLICAÇÕES CLÍNICAS

De acordo com os resultados relacionados ao início de ativação muscular na presença de dor, tratamentos com objetivo de antecipar a ativação do VM devem ser

desencorajados, já que esta variável parece não estar relacionada com a DFP. Enquanto isso, uma abordagem com o objetivo de fortalecer e aumentar a excitabilidade dos músculos do quadríceps pode apresentar melhores resultados. Uma revisão sistemática<sup>35</sup> investigou intervenções capazes de reduzir a inibição no quadríceps e a estimulação nervosa elétrica transcutânea foi mais consistente e eficaz no aumento da ativação voluntária do quadríceps. Futuras pesquisas são necessárias para determinar a efetividade desta e outras abordagens terapêuticas no reequilíbrio da ativação entre VM e VL em indivíduos com DFP.

### 3.5 CONCLUSÃO

A diferença no início da ativação entre os músculos VM e VL não foi alterada na presença de dor. No entanto, houve aumento na amplitude de ativação do VL e consequentemente, redução na razão de ativação VM/VL em mulheres com DFP.

### Referências Bibliográficas

1. Chester R, Smith TO, Sweeting D, Dixon J, Wood S, Song F. The relative timing of VMO and VL in the aetiology of anterior knee pain: a systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord*. 2008;9(64):1–14. doi:10.1186/1471-2474-9-64.
2. Cowan SM, Bennell KL, Hodges PW, Crossley KM, McConnell J. Delayed onset of electromyographic activity of vastus medialis obliquus relative to vastus lateralis in subjects with patellofemoral pain syndrome. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001;82(2):183–9. doi:10.1053/apmr.2001.19022.
3. Wong YM, Straub RK, Powers CM. The VMO: VL activation ratio while squatting with hip adduction is influenced by the choice of recording electrode. *J Electromyogr Kinesiol*. 2013;23(2):443–447. doi:10.1016/j.jelekin.2012.10.003.
4. Hug F, Hodges PW, Tucker K. Muscle force cannot be directly inferred from muscle activation: Illustrated by the proposed imbalance of force between the vastus medialis and vastus lateralis in people with patellofemoral pain. *J Orthop Sport Phys Ther*. 2015;45(5):360–365. doi:10.2519/jospt.2015.5905.

5. Cavazzuti L, Merlo A, Orlandi F, Campanini I. Delayed onset of electromyographic activity of vastus medialis obliquus relative to vastus lateralis in subjects with patellofemoral pain syndrome. *Gait Posture*. 2010;32(3):290–5. doi:10.1016/j.gaitpost.2010.06.025.
6. Van Tiggelen D, Cowan S, Coorevits P, Duvigneaud N, Witvrouw E. Delayed vastus medialis obliquus to vastus lateralis onset timing contributes to the development of patellofemoral pain in previously healthy men: a prospective study. *Am J Sports Med*. 2009;37(6):1099–105. doi:10.1177/0363546508331135.
7. Pal S, Draper CE, Fredericson M, et al. Patellar maltracking correlates with vastus medialis activation delay in patellofemoral pain patients. *Am J Sports Med*. 2010;39(3):590–8. doi:10.1177/0363546510384233.
8. McClinton S, Donatell G, Weir J, Heiderscheit B. Influence of step height on quadriceps onset timing and activation during stair ascent in individuals with patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2007;37(5):239–44. doi:10.2519/jospt.2007.2421.
9. Kim H, Song CH. Comparison of the VMO/VL EMG Ratio and Onset Timing of VMO Relative to VL in Subjects with and without Patellofemoral Pain Syndrome. *J Phys Ther Sci*. 2012;24(12):1315–1317. doi:10.1589/jpts.24.1315.
10. Grenholm A, Stensdotter A-K, Häger-Ross C. Kinematic analyses during stair descent in young women with patellofemoral pain. *Clin Biomech*. 2009;24(1):88–94. doi:10.1016/j.clinbiomech.2008.09.004.
11. Pazzinatto MF, De Oliveira Silva D, Barton C, Rathleff MS, Briani RV, Azevedo FM. Female adults with patellofemoral pain are characterized by widespread hyperalgesia, which is not affected immediately by patellofemoral joint loading. *Pain Med*. 2016:[Epub ahead of print]. doi:10.1093/pm/pnw068.
12. Hodges P, Mellor R, Crossley K, Bennell K. Pain induced by injection of hypertonic saline into the infrapatellar fat pad and effect on coordination of the quadriceps muscles. *Arthritis Rheum*. 2009;61(1):70–7. doi:10.1002/art.24089.
13. Bank PJM, Peper CE, Marinus J, Beek PJ, van Hilten JJ. Motor consequences of experimentally induced limb pain: a systematic review. *Eur J pain*. 2013;17(2):145–57. doi:10.1002/j.1532-2149.2012.00186.x.
14. Witvrouw E, Callaghan MJ, Stefanik JJ, et al. Patellofemoral pain: consensus statement from the 3rd International Patellofemoral Pain Research Retreat held in Vancouver, September 2013. *Br J Sports Med*. 2014;48(6):411–4. doi:10.1136/bjsports-2014-093450.
15. Rathleff MS, Petersen KK, Arendt-nielsen L. Impaired conditioned pain modulation in young female adults with long-standing patellofemoral pain : A single blinded cross-sectional study. *Pain Med*. 2015:[Epub ahead of print]. doi:10.1093/pm/pnv017.
16. Stensdotter AK, Grip H, Hodges PW, Häger-Ross C. Quadriceps activity and movement reactions in response to unpredictable sagittal support-surface translations in women with patellofemoral pain. *J Electromyogr Kinesiol*. 2008;18(2):298–307. doi:10.1016/j.jelekin.2006.10.004.
17. Ferber R, Bolgla L, Earl-Boehm JE, Emery C, Hamstra-Wright K. Strengthening of the hip and core versus knee muscles for the treatment of patellofemoral pain: A multicenter randomized controlled trial. *J Athl Train*. 2015;50(4):366–377. doi:10.4085/1062-6050-49.3.70.
18. Kregel J, van Wilgen CP, Zwerver J. Pain assessment in patellar tendinopathy

- using pain pressure threshold algometry: an observational study. *Pain Med.* 2013;14(11):1769–75. doi:10.1111/pme.12178.
19. Chesworth BM, Culham EG, Tata GE, Peat M. Validation of Outcome Measures in Patients with Patellofemoral Syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1989;10(8):302–308.
  20. Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol.* 2000;10(5):361–374. doi:10.1016/S1050-6411(00)00027-4.
  21. Wallace DA, Salem GJ, Salinas R, Powers CM. Patellofemoral joint kinetics while squatting with and without an external load. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2002;32:141–148.
  22. Crossley KM, Cowan SM, Bennell KL, McConnell J. Knee flexion during stair ambulation is altered in individuals with patellofemoral pain. *J Orthop Res.* 2004;22(2):267–74. doi:10.1016/j.orthres.2003.08.014.
  23. Collins NJ, Crossley KM, Darnell R, Vicenzino B. Predictors of short and long term outcome in patellofemoral pain syndrome: a prospective longitudinal study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2010;11(1):11. doi:10.1186/1471-2474-11-11.
  24. Hardt J, Benjanuvatra N, Blanksby B. Do footedness and strength asymmetry relate to the dominant stance in swimming track start? *J Sports Sci.* 2009;27(11):1221–7. doi:10.1080/02640410903220336.
  25. Paquette MR, Zhang S, Milner CE, Fairbrother JT, Reinbolt J a. Effects of increased step width on frontal plane knee biomechanics in healthy older adults during stair descent. *Knee.* 2014;21(4):821–6. doi:10.1016/j.knee.2014.03.006.
  26. Williams JM, Haq I, Lee RY. An investigation into the onset, pattern, and effects of pain relief on lumbar extensor electromyography in people with acute and chronic low back pain. *J Manipulative Physiol Ther.* 2013;36(2):91–100. doi:10.1016/j.jmpt.2012.12.006.
  27. Uliam Kuriki H, Mícolis de Azevedo F, de Faria Negrão Filho R, Alves N. Comparison of different analysis techniques for the determination of muscle onset in individuals with patellofemoral pain syndrome. *J Electromyogr Kinesiol.* 2011;21(6):982–7. doi:10.1016/j.jelekin.2011.08.002.
  28. Bolgla L a, Malone TR, Umberger BR, Uhl TL. Reliability of electromyographic methods used for assessing hip and knee neuromuscular activity in females diagnosed with patellofemoral pain syndrome. *J Electromyogr Kinesiol.* 2010;20(1):142–7. doi:10.1016/j.jelekin.2008.11.008.
  29. Smoliga JM, Myers JB, Redfern MS, Lephart SM. Reliability and precision of EMG in leg, torso, and arm muscles during running. *J Electromyogr Kinesiol.* 2010;20(1):e1–9. doi:10.1016/j.jelekin.2009.09.002.
  30. Ferrari D, Kuriki HU, Silva CR, Alves N, Mícolis de Azevedo F. Diagnostic Accuracy of the Electromyography Parameters Associated With Anterior Knee Pain in the Diagnosis of Patellofemoral Pain Syndrome. *Arch Phys Med Rehabil.* 2014;95(8):1521–6. doi:10.1016/j.apmr.2014.03.028.
  31. Powers CM, Bolgla L a, Callaghan MJ, Collins N, Sheehan FT. Patellofemoral pain: proximal, distal, and local factors, 2nd International Research Retreat. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2012;42(6):A1–54. doi:10.2519/jospt.2012.0301.
  32. Nunes GS, Stapait EL, Kirsten MH, de Noronha M, Santos GM. Clinical test for diagnosis of patellofemoral pain syndrome: Systematic review with meta-

- analysis. *Phys Ther Sport*. 2013;14(1):54–9. doi:10.1016/j.ptsp.2012.11.003.
33. Cook C, Mabry L, Reiman MP, Hegedus EJ. Best tests/clinical findings for screening and diagnosis of patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *Physiotherapy*. 2012;98(2):93–100. doi:10.1016/j.physio.2011.09.001.
  34. Neptune RR, Wright IC, Van Den Bogert AJ. The influence of orthotic devices and vastus medialis strength and timing on patellofemoral loads during running. *Clin Biomech*. 2000;15(8):611–618. doi:10.1016/S0268-0033(00)00028-0.
  35. Harkey MS, Gribble PA, Pietrosimone BG. Disinhibitory interventions and voluntary quadriceps activation: A systematic review. *J Athl Train*. 2014;49(3):411–421. doi:10.4085/1062-6050-49.1.04.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

Diante da dificuldade em determinar as causas específicas da DFP, opta-se por investigar alterações pontuais para melhor caracterizar estes indivíduos. Seguindo este raciocínio, os três estudos apresentados nesta dissertação apresentam informações relevantes para a área da DFP.

Tendo em vista que esta desordem é considerada um “enigma ortopédico”, os resultados aqui apresentados vêm somar a literatura atual com o objetivo de facilitar o gerenciamento dos sintomas da DFP.

Identificar as características da dor destes indivíduos revelando a presença de alterações nos mecanismos centrais de controle da dor por meio da avaliação de hiperalgesia local e generalizada e não somente identificar a presença da hiperalgesia como também fornecer valores de referência, os quais podem ser facilmente incorporados a prática clínica, são contribuições clinicamente importantes. Afinal os tratamentos focados em corrigir alterações biomecânicas podem não ser tão eficazes no gerenciamento de indivíduos que apresentam hiperalgesia local e generalizada, sendo necessárias adequações nos planos de tratamento.

Determinar a influência da dor em alguns dos parâmetros EMG amplamente utilizados em estudos com DFP certamente fornece elementos acerca de como o controle neuromotor atua nas diferentes condições, seja em um momento doloroso ou não. Levando em conta que a dor é o principal sintoma e que não há, até o momento, nenhum outro sinal clínico consistente capaz de determinar a presença da DFP, tratamentos que tem como objetivo reestabelecer alterações biomecânicas que não se alteram com a presença da dor, talvez não sejam as melhores abordagens para gerenciar a DFP.

Entende-se que a contribuição deste projeto no contexto geral se dá pelas características adicionais ao perfil já estabelecido dos indivíduos com DFP. A adequada caracterização destes indivíduos pode proporcionar esclarecimentos em relação aos resultados controversos e pouco expressivos de protocolos de tratamento propostos para esta desordem musculoesquelética, principalmente a longo prazo.

## ANEXO A – Termo de Aprovação Comitê de Ética

FACULDADE DE CIÊNCIAS E  
TECNOLOGIA - UNESP/  
CAMPUS DE PRESIDENTE



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** INFLUÊNCIA DE UM PROTOCOLO DE ESFORÇO NOS PARÂMETROS ELETROMIOGRÁFICOS EM PORTADORES DA SÍNDROME DA DOR FEMOROPATELAR DURANTE SUBIDA DE ESCADA

**Pesquisador:** Marcella Ferraz Pazzinatto

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 30736214.0.0000.5402

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 656.932

**Data da Relatoria:** 06/06/2014

**Apresentação do Projeto:**

Já mencionado anteriormente.

**Objetivo da Pesquisa:**

Já mencionado anteriormente.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Já mencionados anteriormente.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Já mencionados anteriormente.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Os termos apresentados estão de acordo com a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde e as alterações necessárias foram feitas.

**Recomendações:**

As recomendações foram atendidas.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Sem pendências, as alterações necessárias foram realizadas.

**Endereço:** Rua Roberto Simonsen, 305

**Bairro:** Centro Educacional

**CEP:** 19.060-900

**UF:** SP

**Município:** PRESIDENTE PRUDENTE

**Telefone:** (18)3229-5315

**Fax:** (18)3229-5353

**E-mail:** cep@fct.unesp.br

FACULDADE DE CIÊNCIAS E  
TECNOLOGIA - UNESP/  
CAMPUS DE PRESIDENTE



Continuação do Parecer: 656.932

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Aprovado ad referendum.

PRESIDENTE PRUDENTE, 22 de Maio de 2014

---

**Assinado por:**  
**Edna Maria do Carmo**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** Rua Roberto Simonsen, 305  
**Bairro:** Centro Educacional **CEP:** 19.060-900  
**UF:** SP **Município:** PRESIDENTE PRUDENTE  
**Telefone:** (18)3229-5315 **Fax:** (18)3229-5353 **E-mail:** cep@fct.unesp.br

## **ANEXO B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

---

Título da Pesquisa: “Influência de um protocolo de esforço nos parâmetros eletromiográficos em portadores da síndrome da dor femoropatelar durante subida de escada”

Nome da Pesquisadora: Marcella Ferraz Pazzinato

Nome do Orientador: Prof. Dr. Fábio Mícolis de Azevedo

1. **Natureza da pesquisa:** esta pesquisa tem a finalidade de analisar a atividade muscular de mulheres com dor no joelho após um protocolo de esforço físico. Para que seja possível identificar as características destas pessoas.
2. **Participantes da pesquisa:** para realização da pesquisa será avaliado como se comportam os músculos da coxa, por meio de eletromiografia de superfície, em mulheres com e sem dor anterior no joelho. Para confirmar a presença ou não da Síndrome da dor femoropatelar será aplicado um protocolo de avaliação, contendo algumas perguntas e alguns exames clínicos, além disso, terá um questionário de Desordens Patelofemorais, composto por 13 perguntas.
3. **Envolvimento na pesquisa:** as avaliações serão marcadas com antecedência e serão realizadas no Laboratório de Biomecânica e Controle Motor (LABCOM) da Universidade Estadual Paulista – FCT/UNESP. Cada participante deverá comparecer quatro dias.
4. **Sobre as coletas:** ao participar deste estudo a Sra permitirá que a pesquisadora avalie a atividade de dois músculos da coxa por meio de eletromiografia de superfície, que consiste na colocação de adesivos na coxa ligados ao aparelho que capta os sinais musculares. As coletas acontecerão em 4 dias, sendo que nos dois primeiros a Sra deverá subir 10 vezes um lance de escada de 7 degraus. Nos dias 3 e 4 a Sra realizará 15 subidas na mesma escada, carregando uma mochila com carga equivalente a 35% do seu peso corporal, para que desta forma seja avaliado o comportamento dos seus músculos. Em seguida a Sra subirá 10 vezes sem carga, para a avaliação (igual à realizada nos dias 1 e 2). Entre as coletas será respeitado um intervalo que vai de um dia até no máximo uma semana. É possível que a Sra sinta algum desconforto na articulação do joelho durante a subida da escada, caso isso aconteça será realizado um procedimento para redução da dor com aplicação de bolsa de gelo no local. Após o término desta pesquisa a Sra poderá ser encaminhada para tratamento fisioterápico no Centro de Estudos e Atendimento em Fisioterapia e Reabilitação (CEAFIR), caso apresente o encaminhamento médico e seja do seu interesse. Cabe lembrar que a Sra tem liberdade de se recusar a participar e ainda se recusar a continuar participando em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer prejuízo para a Sra. Sempre que quiser poderá pedir mais informações sobre a pesquisa através do telefone da pesquisadora do projeto, e se necessário através do telefone do Comitê de Ética em Pesquisa.
5. **Riscos e desconfortos:** é possível que a Sra venha a sentir um leve desconforto na região do joelho, no entanto, será oferecida toda assistência necessária para redução deste quadro. Apesar disto, esta pesquisa não traz complicações físicas, funcionais e legais. Os procedimentos adotados nesta

pesquisa obedecem aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. Nenhum dos procedimentos usados oferece risco à sua dignidade.

6. **Confidencialidade:** todas as informações coletadas neste estudo serão estritamente confidenciais. Os dados da voluntária serão identificados com um código, e não pelo nome. Apenas os membros da pesquisa terão conhecimento dos dados, assegurando assim sua privacidade.
7. **Benefícios:** ao participar desta pesquisa a Sra não terá nenhum benefício direto. Entretanto, a partir dos resultados obtidos esperamos fornecer informações importantes para melhor caracterização clínica da dor anterior no joelho, de forma que o conhecimento que será construído a partir desta pesquisa possa contribuir para elaboração de tratamentos e condutas clínicas, sendo que a pesquisadora se compromete a divulgar os resultados obtidos.
8. **Pagamento:** a Sra não terá nenhum tipo de despesa para participar desta pesquisa, bem como nada será pago por sua participação.

Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para participar desta pesquisa. Portanto preencha, por favor, os itens que seguem:

Confiro que recebi cópia deste termo de consentimento, e autorizo a execução do trabalho de pesquisa e a divulgação dos dados obtidos neste estudo.

Obs: Não assine este termo se ainda tiver dúvida a respeito.

---

Nome do Participante da Pesquisa

---

Assinatura da Pesquisadora

---

Assinatura do Participante

---

Assinatura do Orientador

Pesquisadora: Marcella Ferraz Pazzinatto (45) 9907-4806  
Orientador: Prof. Dr. Fábio Mícolis de Azevedo (18) 3222-2464  
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa: Profa. Dra. Edna Maria do Carmo  
Vice-coordenadora: Profa. Dra. Renata Maria Coimbra Libório  
Telefone do Comitê: 3229-5315 ou 3229-5526  
E-mail: cep@fct.unesp.br