

Danilo de Oliveira Silva



**ENTENDENDO A NATUREZA BIOPSISSOCIAL DA DOR
FEMOROPATELAR: INTEGRAÇÃO DE FATORES
BIOMECÂNICOS, CLÍNICOS E PSICOLÓGICOS**

Presidente Prudente

2019

Danilo de Oliveira Silva

**ENTENDENDO A NATUREZA BIOPSISSOCIAL DA DOR
FEMOROPATELAR: INTEGRAÇÃO DE FATORES
BIOMECÂNICOS, CLÍNICOS E PSICOLÓGICOS**

Tese 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 Doutor em Fisioterapia.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Mícolis de Azevedo

Co-orientador: Prof. Dr. Christian Barton

Co-orientador: Prof. Dr. Fernando Henrique Magalhães

Presidente Prudente
2019

S586e

Silva, Danilo De Oliveira

Entendendo a natureza biopsicossocial da dor femoropatelar:
Integração de fatores biomecânicos, clínicos e psicológicos / Danilo
De Oliveira Silva. -- Presidente Prudente, 2019
164 f.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente

Orientador: Fábio Mícolis Azevedo

Coorientador: Fernando Henrique Magalhães

1. Fisioterapia. 2. Joelhos doenças. 3. Biomecânica. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de
Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: Entendendo a natureza biopsicossocial da dor femoropatelar: Integração de fatores biomecânicos, clínicos e psicológicos.

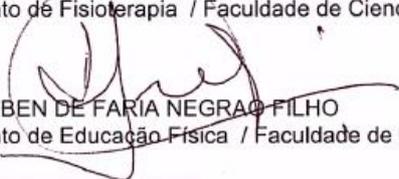
AUTOR: DANILO DE OLIVEIRA SILVA

ORIENTADOR: FABIO MÍCOLIS DE AZEVEDO

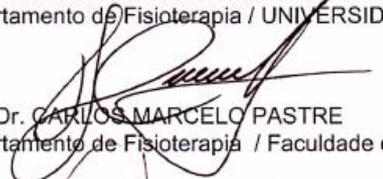
COORDENADOR: FERNANDO HENRIQUE MAGALHÃES

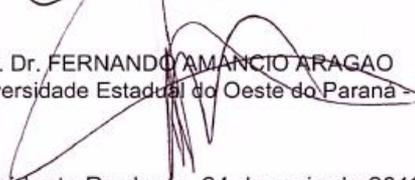
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em FISIOTERAPIA, área: Avaliação e Intervenção em Fisioterapia pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. FABIO MÍCOLIS DE AZEVEDO
Departamento de Fisioterapia / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente - SP


Prof. Dr. RUBEN DE FARIA NEGRAO FILHO
Departamento de Educação Física / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente - SP


Prof. Dr. GLADSON RICARDO FLOR BERTOLINI
Departamento de Fisioterapia / UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ


Prof. Dr. CARLOS MARCELO PASTRE
Departamento de Fisioterapia / Faculdade de Ciências e Tecnologia - UNESP


Prof. Dr. FERNANDO AMANCIO ARAGAO
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE

Presidente Prudente, 24 de maio de 2019

DEDICATÓRIA

**Eu dedico esta tese a minha família.
Pelo apoio incondicional em todos os
momentos da minha vida.
Francisco, Jane, Daniele, Denise e
Marcella, essa é para vocês!**

AGRADECIMENTO

Um certo dia, folheando páginas de um livro de forma aleatória enquanto esperava minha mãe se arrumar, me deparei com a seguinte frase: “*A gratidão do ser humano não passa da missa do sétimo dia*, Jorge Olímpio Bento”. Esta frase me marcou de forma tão profunda e me mostrou tão claramente a importância de agradecer e ser grato por quem compartilha minha trajetória que me darei o luxo de quebrar o protocolo na minha tese de doutorado e “gastar” mais do que uma página de agradecimentos. Concluir um doutorado transcende as 165 páginas aqui escritas, portanto, os agradecimentos não são unicamente para o texto e a pesquisa e sim para história vivida durante esses 4 anos.

Francisco e Jane, meu pai e minha mãe, vocês são as pessoas a quem mais eu devo a conclusão desta etapa da minha vida. Vocês foram amor, amizade, exemplo, finanças, confiança, sabedoria e experiência. Vocês conseguiram a incrível missão de se fazerem presentes na ausência. Como eu tenho sorte de ser filho de vocês! Obrigado por tudo.

Daniele e Denise, minhas irmãs, muito obrigado por permitirem que eu seja eu mesmo. Em um mundo que precisamos ser sérios, regrados e nos limitar devido ao olhar penalizador da sociedade, é em vocês que eu encontro diariamente a leveza de brincar e me divertir sem qualquer restrição. Obrigado por me apoiarem e se esforçarem para entender minhas escolhas e renúncias durante esses anos de pós-graduação.

Marcella, minha noiva, namorada, amiga, parceira, colega e muito mais, você mais do que ninguém sabe a quantidade de esforço e trabalho duro que tem nessas 161 páginas, você escreveu, leu, releu e corrigiu cada uma dessas frases comigo. Por mérito, o seu nome deveria estar ao lado do meu naquela capa. É difícil descrever em poucas palavras o quanto você foi e é importante para minha vida. A única coisa que eu tenho certeza é que sem o meu porto seguro, eu estaria à deriva. Muito obrigado por enfrentar todas as barras comigo, por me motivar, por se preocupar, por me apoiar, por me frear, por compartilhar os momentos de alegria e lazer e

por todas as vezes que você abdicou/abdica da sua vontade para estar por mim, independentemente do assunto.

Amanda, amiga e madrinha, muito obrigado por ter sido presente nesses anos de pós-graduação. Sua incrível habilidade de dizer sim para 95% dos convites faz com que você seja uma pessoa extremamente importante, confiável e amável. Obrigado pela paciência em conversar horas e horas sobre pesquisas, projetos, ideias e artigos. A pós-graduação com certeza foi mais leve por sua causa, tenho muito orgulho da pesquisadora que você está se tornando. Talento e competência você tem de sobra, nunca se esqueça da minha epígrafe.

Ronaldo, amigo, padrinho e colega de casa, você é um dos meus maiores orgulhos acadêmicos. Artigos são importantes, mas a capacidade de fazer a diferença na vida das pessoas é o grande motivo pelo qual estamos nesse jogo. Te agradeço por ter confiado em mim e estar literalmente compartilhando esta trajetória comigo há tanto tempo. Você tem um coração enorme. E junto com a Milena, forma uma dupla de amigos muito importante para mim.

Liliam, Carmen, Matheus, Ana Flavia, Marina e Bianca, colegas de laboratório, obrigado por doarem o seu tempo para conseguirmos cumprir nossos objetivos, por compartilharem risadas, comemorações e também os momentos difíceis. Vocês são fundamentais para o sucesso deste grupo de pesquisa.

Ítalo, amigo, você é um grande exemplo de amor ao próximo. Muito obrigado por ser um torcedor de primeira fila para os meus planos e objetivos. Saber que posso contar com você faz uma diferença enorme na minha vida.

Carlos, amigo, você é um dos principais responsáveis pelo início de toda essa brincadeira. Obrigado por acreditar mais em mim do que eu mesmo. Obrigado por zelar pelos meus planos e fazer o impossível para me ajudar. Obrigado por se fazer presente tantas vezes, você não tem ideia do quanto isso ajuda.

Fernando e Rubinho, é uma satisfação grandiosa ter vocês como banca do meu doutorado. Fernando, você foi a primeira pessoa que me deu uma oportunidade, eu sempre fui acostumado a não ser o contemplado com as oportunidades e eu nunca vou esquecer de todos os caminhos que você abriu para mim. Obrigado de coração por ter aberto as portas do seu laboratório, da sua casa e de sua amizade. Rubinho, você é meu orientador pedagógico, eu realmente tenho aulas de vida todas as vezes que converso com você. Não aposenta não.

Fernando Magalhães, amigo e coorientador, muito obrigado pelo carinho e preocupação que você sempre demonstrou por mim. Se eu pudesse, te ligaria todos os dias para bater um papo, é legal demais conversar com você.

Christian Barton, I also have to say an enormous thank you for this amazing guy that was one of my PhD supervisors. I have gained much more than knowledge during the years I spent working with him, I have gained a friend, a brother, sometimes a father and more important, a family. I have no words to describe what Christian and his family have done for me in Australia, this experience was far beyond to obtaining a PhD title, it was about how people can be good and generous. Christian, Sara, Frankie and Ted, thanks for making my days better, I have learnt so much from you.

Gostaria de agradecer a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa de doutorado concedida (processo número: 2015/11534-1) e pela bolsa BEPE (processo número: 2016/11665-1). As opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas neste material são de responsabilidade do(s) autor(es) e não necessariamente refletem a visão da FAPESP.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

E para finalizar, talvez seja a pessoa que mais tenha me ensinado na vida, profissionalmente e pessoalmente. Professor Dr. Fábio Mícolis de Azevedo, muito obrigado por ter me dado tantas

oportunidades. Muito obrigado por ter me aceitado no seu grupo de pesquisa. Muito obrigado por confiar tanto em mim e me ajudar tanto. Você é uma das pessoas mais inteligentes que eu conheço, eu não consigo descrever a quantidade de coisas que eu aprendi com você nesses 6 anos de convivência. Eu dei meu máximo para absorver intensamente tudo que você tinha a oferecer. Você é uma pessoa diferenciada e foi realmente um prazer ter convivido todos esses anos com você. Tenho extremo orgulho de ser o seu primeiro aluno de doutorado. Obrigado.

EPÍGRAFE

*“Hard work will always overcome natural talent
when natural talent does not work hard enough”*

Sir Alex Fergusson

“To dare is to do”

Tottenham Supporters
(UEFA Champions League 2018/2019 Semi-Finals)

RESUMO

O tema central desta tese de doutorado é o estudo da dor femoropatelar (DFP). A DFP é caracterizada por dor na região anterior do joelho exacerbada por atividades que aumentam a sobrecarga da articulação femoropatelar. Por muitos anos as pesquisas relacionadas a DFP eram de caráter puramente biomecânico. Recentemente, com a propagação do modelo biopsicossocial começou-se a entender que outros aspectos clínicos e psicológicos também estão envolvidos nesta condição. Esta tese busca avançar no sentido de entender se há e como se dá a integração de fatores biomecânicos, clínicos e psicológicos no indivíduo com DFP. Para isso, sete estudos originais foram conduzidos com o objetivo geral de entender a natureza biopsicossocial da DFP por meio do estudo da integração de fatores biomecânicos, clínicos e psicológicos. Os estudos abordam especificamente os seguintes tópicos: (i) O primeiro estudo aborda as características biomecânicas de mulheres com DFP durante o gesto de subir escadas comparado a mulheres assintomáticas; (ii) O segundo estudo busca entender a influência da dor nas características biomecânicas de mulheres com DFP; (iii) O terceiro estudo aborda a influência da crepitação do joelho em características biomecânicas, clínicas e psicológicas de mulheres com DFP e mulheres assintomáticas; (iv) O quarto estudo é uma revisão sistemática investigando as características de processamento da dor em mulheres com DFP; (v) O quinto estudo aborda se mulheres com DFP apresentam maiores níveis de cinesiofobia e catastrofização da dor comparado a mulheres assintomáticas e o potencial impacto desses fatores em aspectos clínicos de mulheres com DFP; (vi) O sexto estudo aborda a relação entre cinesiofobia e características cinemáticas durante a subida de escada e torque muscular dos extensores do joelho de mulheres com DFP; (vii) O sétimo estudo é um ensaio clínico aleatorizado que busca considerar fatores biomecânicos, clínicos e psicológicos no tratamento de indivíduos com DFP. De forma geral conclui-se que há integração entre esses fatores e quando incluídos no tratamento de indivíduos com DFP parecem apresentar benefícios.

PALAVRAS-CHAVE

Dor femoropatelar;

Biomecânica;

Joelho;

Ensaio clínico;

Fisioterapia

TITLE: UNDERSTANDING THE BIOPSYCOSOCIAL NATURE OF
PATELLOFEMORAL PAIN: INTEGRATION OF BIOMECHANICAL, CLINICAL AND
PSYCHOLOGICAL FACTORS

ABSTRACT

The main focus of this thesis was to investigate the biopsychosocial aspects of patellofemoral pain (PFP). PFP is characterized by anterior knee pain exacerbated by activities that overload the patellofemoral joint. For many years PFP-related research was purely biomechanical. Recently, with a greater focus on the biopsychosocial model, researchers and clinicians are trying to enhance their understanding on clinical and psychological aspects of PFP. This thesis aimed to advance in the understanding whether there is an integration of biomechanical, clinical and psychological factors in the individual with PFP. Seven original studies were conducted with the general aim of understanding the biopsychosocial nature of PFP investigating the integration among biomechanical, clinical and psychological factors. The studies specifically addressed the following topics: (i) The first study addresses biomechanical characteristics of women with PFP climbing stairs compared to asymptomatic women; (ii) The second study aims to understand the influence of pain on the biomechanics of women with PFP; (iii) The third study addresses the influence of knee crepitus on biomechanical, clinical and psychological aspects of women with PFP and asymptomatic women; (iv) The fourth study is a systematic review investigating the pain processing characteristics in women with PFP; (v) The fifth study addresses whether women with PFP have higher levels of kinesiophobia and catastrophic pain compared to asymptomatic women and the impact of these factors on clinical aspects of women with PFP; (vi) The sixth study investigates the relationship between kinesiophobia and kinematics during climbing stairs and torque of the knee extensor muscles of women with PFP; (vii) The seventh study is a randomized clinical trial aiming to consider biomechanical, clinical, and psychological factors in the treatment of individuals with PFP. The studies included in this thesis indicated there seems to have an integration among biomechanical, clinical and psychological aspects of individuals with PFP. Additionally, including these factors in a rehabilitation program seems to benefit individuals with PFP.

KEYWORDS

Patellofemoral pain;

Biomechanics;

Knee;

Clinical trial;

Physiotherapy

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. ESTRUTURA DA TESE..... | 19 |
| 2. DOR FEMOROPATELAR: ESTADO DA ARTE..... | 21 |
| 2.1. Definição e diagnóstico..... | 21 |
| 2.2. Epidemiologia..... | 21 |
| 2.3. De onde vem a dor femoropatelar?..... | 22 |
| 2.3.1. Modelo teórico baseado em achados biomecânicos..... | 23 |
| 2.3.2. Modelo teórico baseado na homeostase tecidual..... | 27 |
| 2.3.3. Modelo teórico baseado na alteração estrutural..... | 29 |
| 2.3.4. Modelo teórico baseado em fatores neurofisiológicos..... | 30 |
| 2.3.5. Fatores não mecânicos presentes na dor femoropatelar..... | 32 |
| 2.4. Quais são as evidências sobre o tratamento da dor femoropatelar?..... | 34 |
| 2.4.1. Exercícios..... | 35 |
| 2.4.2. Retreinamento do padrão de movimento..... | 38 |
| 2.4.3. Taping..... | 39 |
| 2.4.4. Palmilha..... | 40 |
| 2.4.5. Educação..... | 41 |
| 2.5. O que sabemos sobre o prognóstico da dor femoropatelar?..... | 42 |
| 2.6. Possível progressão da dor femoropatelar para osteoartrite femoropatelar..... | 43 |
| 2.7. Referências..... | 45 |
| 3. SEÇÃO A – FATORES BIOMECÂNICOS..... | 54 |
| 3.1. Estudo 1: A mecânica proximal durante a subida das escadas apresenta maior capacidade discriminatória de mulheres com dor femoropatelar do que a mecânica distal..... | 54 |
| 3.1.1. Introdução..... | 54 |
| 3.1.2. Métodos..... | 56 |
| 3.1.3. Resultados..... | 63 |
| 3.1.4. Discussão..... | 65 |
| 3.1.5. Conclusão..... | 68 |
| 3.1.6. Referências do estudo 1..... | 69 |
| 3.2. Estudo 2: A influência da dor em parâmetros cinemáticos proximais, locais e distais de mulheres com dor femoropatelar durante subida de escadas..... | 72 |
| 3.2.1. Introdução..... | 72 |
| 3.2.2. Métodos..... | 73 |
| 3.2.3. Resultados..... | 75 |
| 3.2.4. Discussão..... | 76 |
| 3.2.5. Conclusão..... | 77 |
| 3.2.6. Referências do estudo 2..... | 78 |

| | |
|---|------------|
| 4. SEÇÃO B – FATORES CLÍNICOS | 80 |
| 4.1. Estudo 3: Implicações da crepitação do joelho na apresentação clínica de mulheres com e sem dor femoropatelar..... | 80 |
| 4.1.1. Introdução | 80 |
| 4.1.2. Métodos..... | 82 |
| 4.1.3. Resultados | 87 |
| 4.1.4. Discussão | 92 |
| 4.1.5. Conclusão..... | 94 |
| 4.1.6. Referências do estudo 3 | 95 |
| 4.2. Estudo 4: Manifestações de sensibilização da dor em indivíduos com dor femoropatelar: Uma revisão sistemática com meta-análise..... | 98 |
| 4.2.1 Introdução | 98 |
| 4.2.2. Métodos..... | 99 |
| 4.2.3. Resultados | 103 |
| 4.2.4. Discussão | 106 |
| 4.2.5. Conclusão..... | 109 |
| 4.2.6. Referências do estudo 4 | 109 |
| 5. SEÇÃO C – FATORES PSICOLÓGICOS | 113 |
| 5.1. Estudo 5 – Influência da cinesiofobia e catastrofização da dor na função objetiva em mulheres com dor femoropatelar | 113 |
| 5.1.1. Introdução | 113 |
| 5.1.2. Métodos..... | 114 |
| 5.1.3. Resultados | 119 |
| 5.1.4. Discussão | 123 |
| 5.1.5. Conclusão..... | 125 |
| 5.1.6. Referências do estudo 5 | 126 |
| 5.2. Estudo 6: Cinesiofobia está associada com alterações cinemáticas, mas não com alterações de torque muscular em mulheres com dor femoropatelar..... | 130 |
| 5.2.1. Introdução | 130 |
| 5.2.2. Métodos..... | 132 |
| 5.2.3. Resultados | 137 |
| 5.2.4. Discussão | 139 |
| 5.2.5. Conclusão..... | 143 |
| 5.2.6. Referências do Estudo 6..... | 143 |
| 6. SEÇÃO D – REABILITAÇÃO INTEGRANDO FATORES BIOMECÂNICOS, CLÍNICOS E PSICOLÓGICOS | 146 |
| 6.1. Estudo 7 – Benefícios da educação e exercícios para pacientes com dor femoropatelar (BEEP): Estudo clínico aleatorizado piloto | 146 |

| | |
|--------------------------------------|------------|
| 6.1.1. Introdução | 146 |
| 6.1.2. Métodos..... | 148 |
| 6.1.3. Resultados | 155 |
| 6.1.4. Discussão | 160 |
| 6.1.5. Conclusão..... | 162 |
| 6.1.6. Referências do estudo 7 | 162 |
| 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 165 |

1. ESTRUTURA DA TESE

Esta tese de doutorado contém 7 estudos originais que buscam integrar fatores biomecânicos, clínicos e psicológicos presentes em indivíduos com dor femoropatelar (DFP). Primeiramente será apresentada uma contextualização sobre o estado da arte da DFP. Em seguida, a tese será dividida em quatro seções principais: Seções A, B, C e D.

A seção A é composta por dois estudos originais investigando primariamente fatores biomecânicos em mulheres com DFP. O primeiro estudo aborda as características biomecânicas de mulheres com DFP durante o gesto de subir escadas comparada a uma população de mulheres assintomáticas. O segundo estudo busca entender a influência da dor nas características biomecânicas de mulheres com DFP. Estes estudos foram conduzidos no Laboratório de Biomecânica e Controle Motor (LABCOM) em Presidente Prudente – SP, Brasil.

A seção B é composta por dois estudos originais investigando primariamente fatores clínicos em indivíduos com DFP. O terceiro estudo aborda a influência da crepitação do joelho em características biomecânicas, clínicas e psicológicas de mulheres com DFP e mulheres assintomáticas. O quarto estudo é uma revisão sistemática investigando as características de processamento da dor em mulheres com DFP. Estes estudos foram conduzidos no Laboratório de Biomecânica e Controle Motor (LABCOM) em Presidente Prudente – SP, Brasil. Porém, para conduzir a revisão sistemática realizou-se uma parceria com pesquisadores do *La Trobe Sport and Exercise Medicine Research Centre (LASEM)* em Melbourne, Austrália e *Research Unit for General Practice of Aalborg University* em Aalborg, Dinamarca.

A seção C é composta por dois estudos originais investigando primariamente fatores psicológicos em mulheres com DFP. O quinto estudo aborda se mulheres com DFP apresentam maiores níveis de cinesiofobia e catastrofização da dor comparado a mulheres assintomáticas e o potencial impacto desses fatores na função de mulheres com DFP. O sexto estudo aborda a

relação entre cinesiofobia com características cinemáticas durante a subida de escada e torque muscular dos músculos extensores do joelho de mulheres com DFP.

A seção D é composta por um estudo original que busca considerar fatores biomecânicos, clínicos e psicológicos no tratamento de indivíduos com DFP. Para o desenvolvimento deste estudo clínico aleatorizado (o sétimo estudo), foi desenvolvida uma plataforma online para dar suporte ao autogerenciamento da DFP por parte dos pacientes. O estudo clínico foi desenvolvido em duas fases; Fase 1: Os participantes receberam 6 semanas de acesso a uma plataforma online com informações e diretrizes sobre como autogerenciar a dor no joelho. Fase 2: Os participantes que não se recuperaram completamente na fase 1 foram aleatorizados para receber 12 semanas de tratamento presencial ou online. Este estudo foi conduzido no *La Trobe Sport and Exercise Medicine Research Centre (LASEM)* em Melbourne, Austrália durante 18 meses de estágio de pesquisa no exterior.

2. DOR FEMOROPATELAR: ESTADO DA ARTE

2.1. Definição e diagnóstico

A DFP é caracterizada por dor ao redor ou atrás da patela, agravada por atividades que aumentam a carga na articulação femoropatelar, como agachamento, subida e descida de escadas, ficar sentando com flexão de joelho por tempo prolongado e corrida¹. Indivíduos com DFP também podem relatar e/ou apresentar crepitação na articulação femoropatelar, apresentar sensibilidade à palpação das facetas da patela e/ou leve edema na região femoropatelar¹.

O exame clínico é fundamental para o diagnóstico da DFP¹, apesar de não existir nenhum teste clínico considerado padrão ouro para diagnosticar essa desordem. O teste clínico com maior sensibilidade (91%) para identificar indivíduos com DFP é dor relatada durante o agachamento, porém, apesar do alto valor de sensibilidade, apresenta apenas 50% de especificidade. Ou seja, existe 50% de chance de um indivíduo assintomático reportar dor no joelho durante este teste². Portanto, a história da doença e ausência de outras desordens no joelho com causas específicas (ex. lesão ligamentar, lesão de menisco, tendinopatia patelar, etc.) são fatores que precisam ser considerados para o diagnóstico de DFP^{1,2}.

2.2. Epidemiologia

A DFP é uma das condições mais prevalentes em medicina esportiva, ortopedia e clínica geral^{3,4}. A incidência de DFP varia significativamente entre populações específicas, com valores de 3% em corredores e até 43% em recrutas navais durante o treinamento militar básico⁵. Em adolescentes, 6-7% da população é acometida pela DFP⁶. Já na população de adolescentes atletas, a incidência de DFP foi relatada como sendo de 10% em atletas do ensino

médio durante uma temporada competitiva de basquete⁷. Estes dados epidemiológicos fazem com que a DFP seja uma das desordens de joelho mais comuns entre adolescentes.

A DFP também apresenta dados epidemiológicos diferentes entre os gêneros masculino e feminino. Boling e colaboradores (2010) investigaram a incidência e prevalência de DFP em uma coorte de 1525 cadetes da Academia Naval dos Estados Unidos, os quais foram acompanhados por até 2,5 anos, dependendo do ano de ingresso na academia⁸. Dentre os cadetes avaliados, 206 apresentaram história de DFP e 45 foram diagnosticados durante o período do estudo, dessa forma, a prevalência encontrada foi de 13,5% e a taxa de incidência, calculada pelo número de indivíduos com DFP dividido pelo tempo de acompanhamento para cada indivíduo antes do desenvolvimento da DFP, foi de 22/1000 pessoas-ano⁸. A taxa de incidência em mulheres foi maior que em homens (33/1000 e 15/1000, respectivamente), sendo que as mulheres apresentaram 2,23 vezes mais chance de desenvolver DFP que os homens⁸.

A variabilidade na incidência e alta prevalência em populações específicas é indicativa de uma condição multifatorial complexa e falta de consenso sobre os critérios diagnósticos mais apropriados¹.

2.3. De onde vem a dor femoropatelar?

Embora amplamente pesquisada, a fonte exata da dor em indivíduos com DFP ainda é incerta, com vários modelos teóricos descritos anteriormente^{9,10}. Estes modelos teóricos incluem (i) alteração do trajeto da patela no sulco troclear do fêmur, resultando em pressão mais elevada na articulação femoropatelar devido a redução da área de contato^{11,12}; (ii) perda da homeostase tecidual nos tecidos inervados circundantes, incluindo o revestimento sinovial ou o tecido adiposo infrapatelar¹³; (iii) alteração estrutural da anatomia do joelho¹⁴; (iv)

alterações neurofisiológicas¹⁵. Neste tópico iremos explorar algumas teorias que buscam explicar a origem da DFP.

2.3.1. Modelo teórico baseado em achados biomecânicos

Os paradigmas tradicionais de apresentação da dor derivam de uma via nociceptiva primária diretamente associada à sobrecarga da articulação femoropatelar¹⁶. Tem sido proposto que alterações biomecânicas dos membros inferiores resultam em desalinhamento da patela dentro do sulco troclear, o que geraria *input* nociceptivo levando à dor¹⁷ (Figura 1).

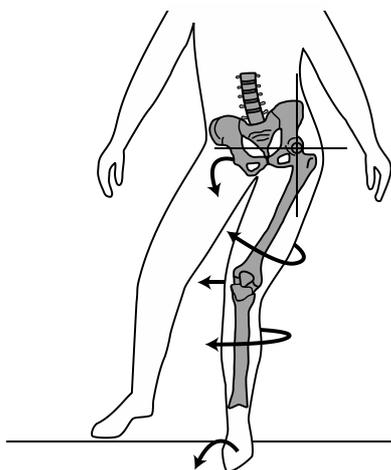


Figura 1 – O desenho esquemático demonstra alterações biomecânicas que levam ao desalinhamento da patela dentro do sulco troclear durante atividades dinâmicas.
- De proximal a distal as setas indicam queda pélvica contralateral, rotação interna do fêmur, valgo do joelho, rotação interna da tíbia e pronação do pé.

Acredita-se que múltiplos mecanismos resultem no desalinhamento na articulação femoropatelar, incluindo o movimento da patela em relação ao fêmur, ou do fêmur sobre a patela, impulsionado por parâmetros biomecânicos proximais ou distais¹⁸. Teoricamente, esse desalinhamento patelar aumenta o estresse na articulação femoropatelar, iniciando disparos nociceptivos a partir do osso subcondral que é densamente innervado¹⁶.

Alterações biomecânicas proximais, locais e distais à articulação femoropatelar são evidentes em indivíduos com DFP¹⁹. Em alguns casos, essas alterações podem existir antes do desenvolvimento da desordem²⁰, potencialmente agindo como *driver* primário dos sintomas.

Porém, acredita-se que a DFP apenas se desenvolve após eventos de sobrecarga resultando na perda da homeostase tecidual da articulação femoropatelar¹³.

Localmente, o músculo mais pesquisado na articulação femoropatelar é o quadríceps femoral, com evidências prospectivas indicando que o desenvolvimento da DFP é mais comum em indivíduos com força de extensão do joelho reduzida^{20,21}. Além disso, evidências indicando o atraso de ativação muscular do músculo vasto medial em relação ao vasto lateral²² e redução da área de secção transversa do quadríceps²³ também são encontradas na literatura. Os dados prospectivos são, no entanto, limitados às populações militares^{24,25} e atualmente não está claro se a fraqueza do quadríceps ou os atrasos na ativação do músculo vasto medial aumentam o risco de desenvolvimento da DFP em populações não militares. Do ponto de vista do padrão de movimento, indivíduos com DFP sobem escadas com pico de flexão de joelho reduzido comparados a indivíduos assintomáticos^{26,27}, este mecanismo de proteção pode ocorrer devido à cinesiofobia²⁸ ou a uma tentativa inconsciente de reduzir a dor por meio de redução do estresse femoropatelar²⁹. Esses fatores serão explorados nos estudos originais apresentados nesta tese.

A contribuição da musculatura do quadril para o desenvolvimento da DFP ainda é incerta, estudos prospectivos não reportam associação entre força dos músculos do quadril e risco de desenvolver DFP no futuro³⁰. No entanto, em um estudo prospectivo com adolescentes, maior força dos abdutores do quadril foi um fator de risco para o desenvolvimento da DFP³¹. Esta informação contradiz a crença de que a fraqueza dos músculos do quadril é a causa da DFP. O raciocínio biomecânico apresentado pelos autores para explicar este achado foi o seguinte, acredita-se que os abdutores do quadril geram maior momento abductor externo durante atividades funcionais para evitar o padrão cinemático de excessiva adução de quadril apresentado por indivíduos com DFP. Porém, quando a demanda em adução excessiva se torna maior do que a o momento abductor externo do joelho pode suportar, o sistema acaba entrando

em colapso e o indivíduo desenvolve DFP³². Neste sentido, estudos transversais apresentam evidências mais consistentes de diminuição da força muscular dos abdutores, extensores e rotadores externos do quadril^{30,33}, juntamente com o atraso e menor duração da atividade muscular glútea durante tarefas funcionais, em indivíduos com DFP³⁴. Consistente com os achados do quadríceps femoral, a fraqueza muscular do quadril é relatada em adolescentes com DFP mais velhos (15-19 anos), mas não nos mais jovens (12-16 anos)³⁵. Isso indica que déficits musculares proximais podem se desenvolver como resultado da DFP, não como causa. No entanto, considerando os potenciais efeitos do quadril na mecânica do joelho, esses déficits representam um ponto-chave para tratamento desta desordem²⁸.

Fatores cinemáticos proximais foram associados com maior risco de desenvolver DFP, incluindo aumento do pico rotação interna do quadril em uma coorte militar predominantemente masculina durante a aterrissagem após salto³⁶ e aumento da adução do quadril em mulheres durante a corrida³⁷. Esse padrão de movimento alterado do quadril parece existir consistentemente durante tarefas de maior demanda biomecânica, como corrida e subida e descida de escadas^{28,38}. Curiosamente, o mesmo padrão não é visto durante a caminhada, em que indivíduos com DFP apresentam pico de rotação interna de quadril menor comparado a indivíduos assintomáticos³⁹.

Distal a articulação femoropatelar, foi proposto que o acoplamento entre a eversão do retropé e a rotação tibial pode influenciar a mecânica da articulação femoropatelar (Figura 2), possivelmente conduzindo ao desenvolvimento ou à persistência dos sintomas.

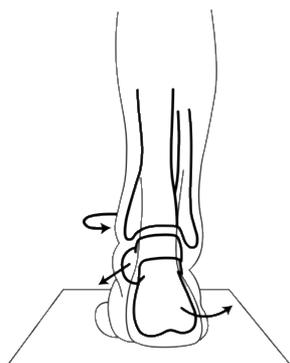


Figura 2 – Representação visual do acoplamento entre o movimento de eversão do retropé e rotação da tibia.

Especificamente, foi proposto um paradigma teórico que descreve que a eversão do retropé prolongada ou excessiva, atrasa a rotação externa da tíbia (deixando-a em rotação interna excessiva) e resulta no aumento compensatório da rotação interna do fêmur para alcançar a extensão do joelho⁴⁰. A consequência desse movimento acoplado é o aumento da carga entre o côndilo femoral lateral e a faceta lateral da patela⁴¹. As investigações subsequentes deste padrão de movimento em indivíduos com DFP têm sido conflitantes^{42,43}. Por exemplo, indivíduos com DFP demonstraram postura do pé hiperpronada tanto estaticamente⁴⁴ quanto quasi-estaticamente (*navicular drop test*)⁴⁴ quando comparados a indivíduos assintomáticos, no entanto, o impacto desses achados sobre a função dinâmica não é claro. Prospectivamente, o aumento da queda navicular tem sido relatado como um fator de risco para o desenvolvimento de DFP na população militar⁴⁴, mas a pequena diferença entre aqueles que desenvolveram e não desenvolveram dor (< 1mm) significa que o achado pode ser de relevância clínica questionável. No geral, a relevância do alinhamento estático permanece incerta, garantindo apenas atenção limitada durante a avaliação do paciente com DFP.

Durante tarefas dinâmicas, não parece haver diferenças no pico de eversão do retropé entre indivíduos com DFP e assintomáticos durante a corrida⁴³ ou marcha³⁹. No entanto, durante a subida e descida de escada, estudos recentes reportaram maior eversão do retropé em indivíduos com DFP^{27,45}. Porém, a dificuldade experimental de se avaliar esse movimento durante tarefas dinâmicas em ambientes clínicos, limita a aplicabilidade dos achados distais.

Nosso grupo reportou recentemente que a apresentação de alterações biomecânicas em indivíduos com DFP é comum e variada⁴⁶. Após a avaliação de parâmetros cinemáticos proximais, locais e distais durante a subida de escadas, 52% das mulheres com DFP apresentaram duas alterações cinemáticas e três alterações cinemáticas foram encontradas em 48% das mulheres (Figura 3)⁴⁶. Além disso, encontramos correlação positiva forte entre o

número de alterações cinemáticas com maiores níveis de dor ($r = 0,78$) e correlação negativa forte com menores níveis de função autorreportada ($r = 0,79$).

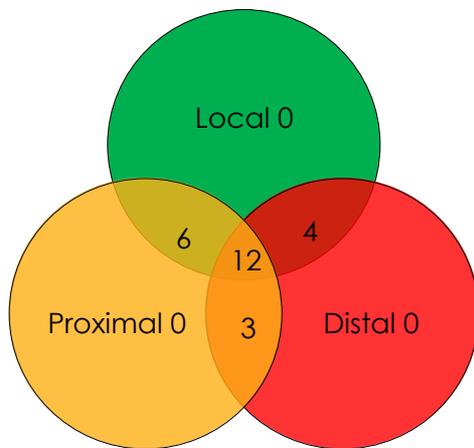


Figura 3 – Imagem demonstrando a distribuição de alterações cinemáticas nas regiões proximal, local e distal à articulação femoropatelar em um total de 25 indivíduos com DFP.

Portanto, clínicos devem avaliar cuidadosamente os padrões de movimento em toda a cadeia cinética durante diferentes tarefas, pois as alterações biomecânicas identificadas podem indicar uma condição mais grave e podem ajudar a orientar um plano de tratamento individual e específico. Uma lacuna ainda não explorada na literatura e que pretende-se explorar nesta tese é se a presença da dor pode influenciar o comportamento biomecânico de indivíduos com DFP. Este parâmetro clínico pode mudar a forma de realizar a avaliação de indivíduos com DFP.

2.3.2. Modelo teórico baseado na homeostase tecidual

Em 1999, Dye e colaboradores⁴⁷ propuseram um modelo de homeostase tecidual para o desenvolvimento da DFP, descrevendo como uma carga subfisiológica ou suprafisiológica nos tecidos musculoesqueléticos inervados da região da articulação femoropatelar pode resultar no desenvolvimento dos sintomas (Figura 4). A teoria aborda que um evento de carga única resultando em magnitude suficiente ou um número de eventos de carga de menor magnitude

pode resultar na perda de homeostase tecidual, pelo menos temporariamente, porém este evento seria capaz de aumentar os disparos nociceptivos na região femoropatelar¹³. Neste sentido, os autores sugerem que as alterações biomecânicas propostas acima não são a causa da DFP, porém, deixam o sistema mais suscetível à perda da homeostase tecidual quando eventos de sobrecarga são impostos ao sistema.

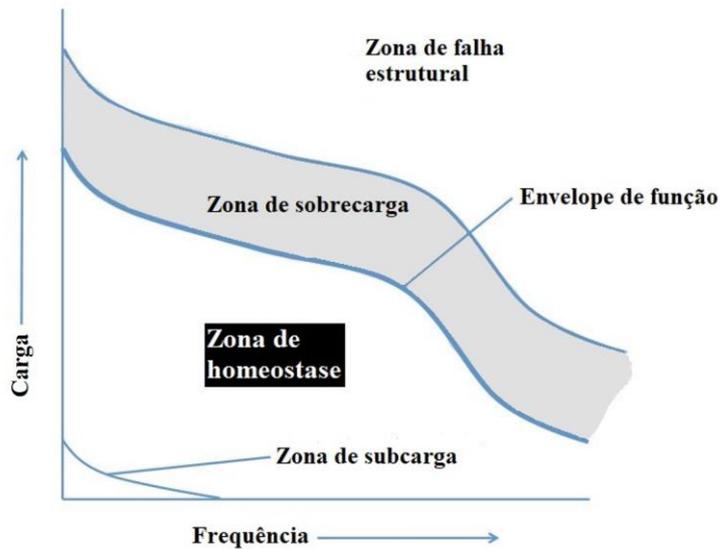


Figura 4 – Imagem demonstrando modelo de homeostase tecidual proposto por Scott Dye (1999).

Em uma analogia simples (Figura 5), as alterações biomecânicas agem como o pavio de uma dinamite, os eventos de sobrecarga agem como o fogo que acende esse pavio o levando para explodir a dinamite que é a DFP. Se houver apenas o pavio (alterações biomecânicas), sem o fogo (eventos de sobrecarga), não existe a explosão da dinamite (DFP).



Figura 5 – Imagem demonstrando uma analogia ao modelo de homeostase tecidual

2.3.3. Modelo teórico baseado na alteração estrutural

Antes e após a sugestão do modelo de homeostase tecidual, grande número de características derivadas das estruturas que circundam a articulação femoropatelar foram investigadas e propostas como origem da DFP¹⁶. Estes incluíram alterações na neovascularidade⁴⁸ e espessura do retináculo lateral⁴⁹, além do aumento do conteúdo líquido no osso subcondral⁵⁰. A ausência de associação entre alterações estruturais e a presença de DFP continua a desafiar a suposição de que a dor do paciente pode ser explicada por mudanças estruturais isoladas^{14,16}. Também se questiona o quanto exames de imagem agregam para o diagnóstico e para tomada decisão clínica de terapeutas tratando pacientes com DFP. Por exemplo, o estudo de van Der Heijden e colaboradores (2016) investigaram uma série de parâmetros estruturais por meio de ressonância magnética e não encontraram diferenças entre indivíduos com DFP e assintomáticos (Figura 6).



Figura 6 – Ilustrando as regiões da articulação femoropatelar investigadas por Van Heijden et al. (2016). O contorno em azul a esquerda representa a região da cartilagem patelar.

No entanto, avaliação das estruturas subjacentes à articulação femoropatelar e do grau de lesão articular podem ser importantes para evidenciar algumas apresentações específicas de DFP, por exemplo, pacientes com idade avançada e sinais clínicos de osteoartrite de joelho. Porém, os achados dos exames de imagem devem ter impacto limitado nas decisões de

tratamento na maioria dos casos, e os clínicos que trabalham com pacientes que buscam intervenções direcionadas à estrutura ou lesão estrutural devem garantir tempo adequado para discutir as evidências disponíveis⁵¹. O uso de tratamentos especificamente voltados à estrutura da articulação femoropatelar (por exemplo, injeções de plasma rico em plaquetas⁵² e cirurgia^{53,54}) não são suportadas por estudos clínicos aleatorizados. Os profissionais de saúde devem ser encorajados a considerar cuidadosamente o objetivo de solicitar exames de imagem e devem garantir que o paciente seja bem informado sobre a relevância das alterações estruturais identificadas após as investigações por imagem.

2.3.4. Modelo teórico baseado em fatores neurofisiológicos

Como reportado nos tópicos anteriores a DFP é considerada uma desordem musculoesquelética de etiologia multifatorial. Portanto, existem diversas alterações biomecânicas associadas a essa condição, como por exemplo, alterações musculares de déficit de força²⁰, atrofia⁵⁵ e disfunção neuromuscular no tempo de ativação dos músculos do quadríceps⁵⁶. Aminaka e colaboradores (2011) avaliaram indivíduos com e sem DFP durante os gestos de subida e descida de escada e observaram que indivíduos com DFP apresentam menor tempo de ativação do músculo vasto medial quando comparado ao grupo controle. A hipótese levantada pelos autores foi de que os *inputs* sensoriais aferentes provenientes de uma articulação lesionada podem gerar respostas motoras alteradas pela ativação de interneurônios inibitórios que agem sobre a via eferente motora levando à diminuição da ativação muscular⁵⁷. No entanto, até aquele momento, nenhum estudo havia explorado, de forma direta, esses mecanismos neurofisiológicos possivelmente associados a DFP.

Uma técnica experimental não invasiva que pode fornecer informações relevantes em relação aos mecanismos neurofisiológicos que regulam a excitabilidade de motoneurônios

espinhais envolve a obtenção do reflexo de Hoffmann, ou reflexo-H. O reflexo-H foi descrito inicialmente em 1990 por Paul Hoffmann e é considerado equivalente ao reflexo monossináptico, ou de estiramento, gerado por estímulo elétrico e pode ser obtido em diferentes músculos como o sóleo, flexor radial do carpo e quadríceps femoral⁵⁸. Em um estudo utilizando essa técnica, Park e Hopkins (2013) identificaram uma redução de 12% no pico do reflexo-H de indivíduos assintomáticos após a indução de dor por meio da aplicação de injeção de solução salina na bolsa infrapatelar⁵⁹. Este resultado sugere que a presença de dor pode ser um dos fatores responsáveis pela inibição da excitabilidade da via reflexa. No entanto, esses resultados não podem ser facilmente extrapolados para a população com DFP, pois existem certas particularidades dos sintomas da DFP que devem ser levados em consideração, como o fato dos sintomas persistirem por longos períodos⁶⁰, a característica intermitente da dor (i.e. ora está presente e ora não está)⁶¹, bem como a localização difusa, podendo variar desde a região anterior do joelho até as áreas ao redor da patela dependendo do indivíduo⁶².

Diante destas particularidades e com evidências sugerindo que a dor poderia estar relacionada com a inibição muscular, nosso grupo de pesquisa iniciou uma nova vertente na área da DFP, pensando além dos fatores biomecânicos proximais, locais e distais amplamente estudados nessa área e reportados anteriormente^{18,19,63}. Com o objetivo de explorar os mecanismos neurofisiológicos associados à DFP, o nosso grupo de pesquisa foi pioneiro em revelar que mulheres com DFP apresentam redução na amplitude do reflexo-H do músculo VM quando comparadas à mulheres assintomáticas⁶⁴. Diante destes resultados, um estudo subsequente também conduzido por nosso grupo de pesquisa mostrou que a amplitude reduzida do reflexo-H do VM está associada com altos índices de dor, de limitação funcional e com a cronicidade da DFP. Em outras palavras, mulheres que apresentam os sintomas da DFP por mais tempo, apresentam também menor amplitude do reflexo-H do VM⁶⁵ (Figura 7).

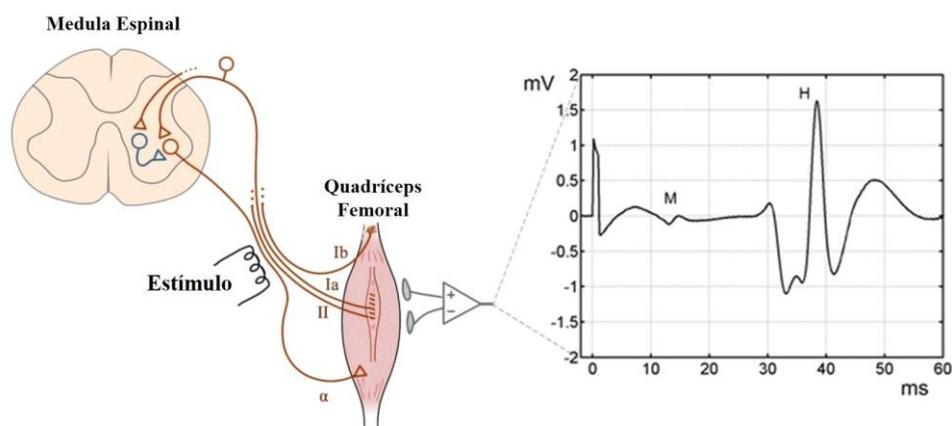


Figura 7 – Ilustração representando a forma de obtenção do reflexo H.

No entanto, até o presente momento, não é possível inferir acerca da relação causa-efeito entre essa alteração na excitabilidade do reflexo-H e o desenvolvimento da DFP, já que apenas estudos de caráter transversal foram realizados. Devido a este fato, até o presente momento, este é um modelo teórico. Porém, com base na identificação da diminuição da excitabilidade do reflexo-H do VM em mulheres com DFP e na forte associação entre a amplitude do reflexo-H e cronicidade da DFP evidenciada em nossos estudos^{64,65}, duas hipóteses podem ser levantadas: (1) a redução na excitabilidade dos motoneurônios é um precursor (fator de risco) da DFP; ou (2) essa redução na excitabilidade do reflexo-H é um subproduto da DFP em longo prazo. Esta hipótese foi publicada e está sendo testada em um projeto de doutorado de nosso grupo de pesquisa¹⁵.

2.3.5. Fatores não mecânicos presentes na dor femoropatelar

Apesar da nocicepção representar o mecanismo dominante da dor aguda, o grande número de indivíduos com sintomas recorrentes ou persistentes de DFP justificam a exploração de possíveis fatores não mecânicos que contribuem para a persistência dos sintomas⁶⁶. O modelo biomédico isolado possui limitações inerentes dentro do complexo paradigma da percepção da dor humana⁶⁷.

Em alguns casos, a amplificação não mecânica da nocicepção que pode ocorrer tanto no sistema nervoso central quanto no periférico (sensibilização à dor) pode ser o fator predominante na percepção e persistência da dor⁶⁸. Tanto em adolescentes⁶⁹ como em mulheres adultas⁶¹ com DFP encontrou-se sinais de hiperalgesia local e generalizada, indicando a presença de processamento alterado da dor nestas populações. As atividades que sobrecarregam a articulação femoropatelar (por exemplo: corrida, subida e descida de escadas) podem gerar estímulos nociceptivos repetitivos, levando ao desenvolvimento e manutenção da sensibilização à dor. Um estudo recente publicado pelo nosso grupo fornece suporte para essa afirmação, uma vez que o maior volume de corrida foi associado com maior hiperalgesia local (região do joelho) e remota (membro superior contralateral) em corredoras com DFP⁷⁰. Portanto, além de tratamentos voltados para compreensão da dor, o gerenciamento da carga de atividades físicas a qual o paciente se expõe também parece ser importante para a melhora clínica de pacientes com DFP (Figura 8).

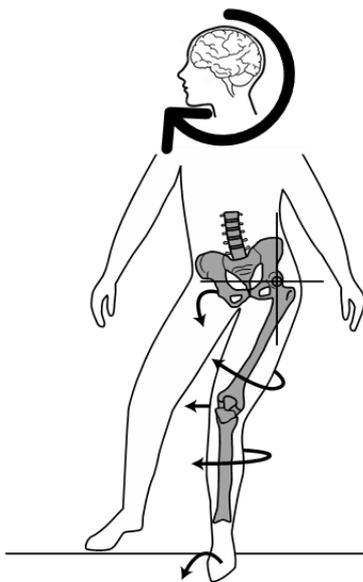


Figura 8 – Representa os fatores não mecânicos presentes na DFP, como cinesiofobia, catastrofização da dor, hiperalgesia generalizada.

Uma revisão sistemática recente evidenciou que indivíduos com DFP também apresentam níveis elevados de ansiedade, depressão, catastrofismo e cinesiofobia (medo de movimentos)⁷¹. Esses parâmetros psicossociais têm a capacidade de influenciar negativamente

a função e os comportamentos relacionados à atividade física de indivíduos com DFP⁷¹. Além disso, reduções nos níveis de cinesiofobia e catastrofismo foram associados a reduções no nível de dor e melhora funcional de indivíduos com DFP. Porém, as informações disponíveis acerca destes fatores ainda são muito escassas e mais investigações se fazem necessárias. Por exemplo, nosso grupo conduziu uma revisão sistemática recentemente e não encontramos nenhum estudo clínico aleatorizado que tenha proposto tratamentos para indivíduos com DFP considerando algum fator psicossocial como desfecho primário⁷². Além disso, ainda não sabemos se a cinesiofobia reportada por indivíduos com DFP, tem de fato alguma implicação no movimento propriamente dito. Este é um dos objetivos desta tese, explorar a implicação da cinesiofobia em parâmetros biomecânicos e aspectos funcionais para melhor entender o modelo biopsicossocial na DFP, sem priorizar nenhum aspecto do modelo, seja o “bio”, o “psico” ou o “social” e sim, integrá-los.

2.4. Quais são as evidências sobre o tratamento da dor femoropatelar?

O desenvolvimento e implementação de um plano de tratamento individualizado, que incorpora intervenções de eficácia comprovada, deve seguir a avaliação detalhada do indivíduo, incluindo aspectos físicos objetivos (força muscular, performance funcional), aspectos físicos subjetivos (ferramentas de capacidade funcional autorreportada) e aspectos psicossociais. Embora intervenções que visam recuperar déficits específicos sejam defendidas, as atuais intervenções físicas recomendadas para o gerenciamento da DFP incluem abordagens amplas que combinam mais de uma forma de tratamento⁷³. Porém, para fornecer o tratamento mais preciso para cada paciente, é necessário compreender os mecanismos de efeito de cada técnica⁷³. Clínicos são encorajados a utilizar essa abordagem ampla, incorporando uma ou mais técnicas de tratamento que serão apresentadas abaixo, se indicado após a avaliação clínica.

Todos os tratamentos recomendados por esta tese são suportados pelo mais recente *consensus statement* da área da DFP, no qual o autor principal da tese está no corpo de autores deste documento científico de extrema relevância junto com os mais renomados pesquisadores e clínicos da área da DFP⁷⁴.

2.4.1. Exercícios

Com base nas evidências atuais, a terapia com exercícios constitui o aspecto mais importante para o tratamento da DFP e, tradicionalmente, o exercício concentra-se na musculatura do joelho (quadríceps femoral). No entanto, os achados de uma revisão sistemática⁷⁵ indicam que o exercício direcionado à musculatura proximal (músculos do quadril), quando adicionado aos exercícios direcionados ao joelho, pode melhorar os sintomas e a função a curto (< 3 meses), médio (3-12 meses) e longo prazo (> 12 meses). Além disso, nos estágios iniciais da reabilitação (primeiros 6 meses), o exercício direcionado à musculatura proximal pode apresentar melhores resultados em relação à dor e a função do que o exercício direcionado a musculatura do joelho⁷⁵. Esses avanços mais recentes na compreensão da terapia de exercícios para a DFP destacam que o foco precoce (< 6 meses) da prescrição de exercícios deve ser reabilitação proximal para aumentar a força muscular e melhorar a mecânica do quadril, particularmente em pacientes nos quais os exercícios direcionados ao joelho podem exacerbar os sintomas (Figura 9).

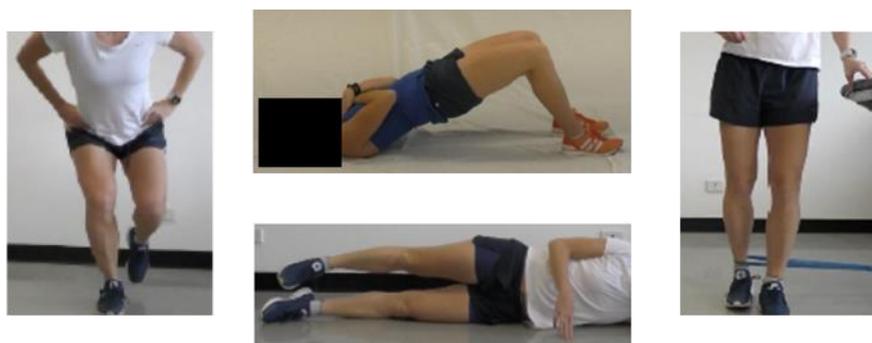


Figura 9 – Representação de exercícios com foco na musculatura proximal que podem ser prescritos para DFP.

Embora o mecanismo para a intervenção do exercício não tenha sido estabelecido definitivamente, vários autores investigaram potenciais mecanismos de efeito após a terapia com exercícios. Localmente, mudanças no tempo de ativação dos músculos vasto medial e vasto lateral⁷⁶ e o aumento da força isométrica do quadríceps⁷⁷ foram reportados. Com relação à região proximal, os ganhos de força dos músculos do quadril⁷⁸ e a variabilidade reduzida do valgo do joelho durante a corrida⁷⁹ foram reportados após tratamento, entretanto estes grupos não foram comparados a nenhum grupo controle.

Embora o efeito benéfico da terapia com exercícios seja grande, não é possível replicar protocolos de exercícios publicados anteriormente para a DFP⁸⁰. Além disso, a maioria dos estudos anteriores parece focar na prescrição de exercício neuromuscular ou de resistência, apesar de reportarem o termo fortalecimento em seus títulos⁷⁵. Considerando possíveis déficits de força³⁰ e potência muscular⁸¹, clínicos e pesquisadores devem avaliar cada paciente quanto a déficits específicos da função muscular e prescrever um programa específico de treinamento resistido progressivo. Quando necessário, a elaboração de um programa adequado deve ser baseada na utilização de princípios de prescrição de exercício reportados pelas diretrizes do Colégio Americano de Medicina Desportiva⁸².

Os programas de exercício de curta duração raramente oferecem benefícios adicionais quando avaliados a longo prazo (por exemplo, 12 meses) e, em alguns casos, os benefícios iniciais em comparação com intervenções controle diminuem com o tempo^{75,83}. Considerando que indivíduos com DFP apresentam dor crônica, cinesiofobia⁸⁴ e déficits de força associados a atrofia muscular²³, a ineficiência de programas de curta duração não é surpreendente. Simplificando, para um programa de exercícios abordar completamente os déficits significativos da função muscular levará tempo - muito mais do que as 3 a 8 semanas de intervenção que têm sido comumente descritas dentro da base atual de evidências^{75,80}.

Grandes adaptações neurais ocorrem nos estágios iniciais de qualquer treinamento de resistência⁸² e, portanto, é provável que elas expliquem muitas melhorias dos programas de reabilitação com exercícios avaliados anteriormente para o gerenciamento da DFP^{75,83}. No entanto, a real hipertrofia muscular, que pode ser necessária para tratar a atrofia muscular em indivíduos com DFP, é muito mais lenta, levando cerca de 6 semanas antes que sinais de hipertrofia sejam evidentes. É improvável que as melhorias ocorram de fato antes de 6 meses em adultos saudáveis⁸², na presença de atrofia muscular como resultado da DFP, acredita-se que esse período de tempo pode ser muito mais longo. Embora em todos os ambientes terapêuticos e em estudos clínicos aleatorizados a administração do tratamento durante períodos mais longos não seja de fácil implementação, o acompanhamento durante pelo menos 12 meses após o início da reabilitação é desejável.

Embora a prescrição de exercícios deva ser adaptada no início da reabilitação para priorizar os déficits principais de cada paciente, a evolução do programa deve ser orientada para garantir que todos os déficits sejam abordados ao longo do tempo. Não há receitas, e a progressão requer uma avaliação cuidadosa e contínua pelo clínico responsável pelo tratamento. Deve-se considerar os déficits específicos, incluindo o tipo de ativação muscular (concêntrica, excêntrica, isométrica), velocidade de movimento e potência, resistência, amplitude de movimento e grupo muscular (quadríceps, glúteo, etc.). Além disso, os objetivos funcionais do paciente também devem ser considerados. Para atingir esses objetivos de tratamento, os pacientes precisarão continuar com um programa de exercícios a longo prazo (> 6 meses). Aliar os objetivos funcionais do paciente a um bom programa de exercícios pode inclusive aumentar a aderência do paciente ao tratamento. É função do clínico estabelecer como o programa de exercícios individualizado será executado, por exemplo, se o melhor é o paciente ingressar em uma academia para executar os exercícios, ir até a clínica ou realizar o programa em casa.

2.4.2. Retreinamento do padrão de movimento

Há evidências que sugerem que exercícios visando a função muscular (por exemplo, fortalecimento) podem não alterar os padrões de movimento (cinemática) durante uma tarefa específica como corrida^{85,86}. Para um subgrupo de indivíduos, como corredores, com déficits no padrão de movimento que contribuíram para o desenvolvimento dos sintomas³⁷, isso pode explicar os resultados ruins a longo prazo observados após a realização de programas de exercícios⁶⁰.

O retreinamento do padrão de movimento para indivíduos com DFP está recebendo atenção crescente na pesquisa e na prática clínica, e tem sido recomendado por especialistas internacionais⁵¹. Em mulheres corredoras com DFP e excessiva adução de quadril ($> 20^\circ$), evidências indicam que dicas visuais e verbais são eficazes na redução dos ângulos de adução do quadril e sintomas relatados pelas pacientes^{87,88}. Estratégias para reduzir a adução do quadril podem ser particularmente importantes considerando que a adução excessiva do quadril durante a corrida é relatada como um fator de risco para o desenvolvimento da DFP³⁷ e o fortalecimento dos músculos do quadril e quadríceps em indivíduos com DFP não parece resolver esse déficit^{85,86}. Instruções similares para reduzir a adução do quadril e a rotação interna do fêmur durante outras atividades que aumentam carga na articulação femoropatelar, como agachamentos, subida e descida de escadas, também podem ser parte importante da reabilitação em indivíduos com DFP, por se tratar de atividades funcionais. A necessidade de retreinamento do padrão de movimento deve ser avaliada individualmente e pode ser auxiliada por *feedback* de vídeo e espelho no ambiente clínico⁵¹.

Estudos mais recentes têm avaliado outras estratégias de retreinamento do padrão de movimento para corredores com DFP. Roper e colaboradores⁸⁹ reportaram redução

significativa na dor a curto prazo após uma dica para a transição da técnica de corrida, aterrissagem com o antepé. Além disso, Bonacci e colaboradores⁹⁰ reportaram redução significativa na dor a curto prazo após dicas para aumentar a cadência, combinada com o uso de calçados minimalistas, em comparação com órteses pré-fabricadas. Em contraste, Esculier e colaboradores⁹¹ avaliaram o benefício adicional de aumentar a cadência com a opção de transição para um padrão de aterrissagem com o mediopé ou antepé, se o clínico considerasse necessário. Porém, não reportaram nenhum benefício adicional desse protocolo de retreinamento comparado a um grupo com gerenciamento de carga e educação. Embora a evidência emergente apresente resultados conflitantes, a revisão sistemática mais recente da literatura indica que as estratégias de retreinamento do padrão de movimento são benéficas para redução da dor curto prazo, mas não necessariamente alteram o movimento em si⁹².

2.4.3. Taping

Tratamentos utilizando o taping em indivíduos com DFP variam em técnicas e tempo de aplicação⁹³. Existem evidências moderadas de que o taping patelar aplicado de forma individualizada (efeito grande) e também de forma não individualizada (efeito pequeno) reduzem a dor de forma imediata⁹³. A distinção importante relacionada à aplicação individualizada e a não individualizada do taping é utilizar os movimentos de inclinação, deslizamento e a rotação patelar baseado no *feedback* do paciente. Já a aplicação não individualizada tende a envolver apenas uma faixa de fita que visa evitar deslizamento lateral da patela.

Além do efeito imediato de redução da dor, evidências limitadas também indicam que o taping patelar individualizado combinado com exercícios reduz a dor em curto prazo e promove aumento dos momentos internos de extensão do joelho quando comparado ao exercício

isolado⁹³. Estes achados destacam que o taping patelar individualizado pode ser benéfico para melhorar os resultados dos exercícios nos estágios iniciais da reabilitação, bem como proporcionar redução da dor.

2.4.4. Palmilha

Em linhas gerais, existem duas formas de palmilhas a serem consideradas para indivíduos com DFP; palmilhas comerciais e customizadas. Atualmente, as pesquisas tendem a se concentrar em palmilhas comerciais de baixo custo⁹⁴. Com base nas evidências atuais, essa abordagem de prescrição é eficaz na redução da dor e na melhora dos desfechos a curto prazo (6 semanas)⁹⁵.

Considerando que nem todas as pessoas com DFP se beneficiarão da prescrição de palmilhas, estudos procuram identificar o perfil de indivíduos que poderiam se beneficiar de palmilhas^{96,97}. Com base na teoria biomecânica descrita no tópico 2.3.1, entende-se que o mecanismo de ação das palmilhas é por meio da redução da pronação subtalar excessiva do retropé. Entretanto, evidências mostram que a postura estática do pé não está relacionada com maior chance de sucesso do tratamento utilizando palmilhas⁹⁵.

A avaliação dinâmica da função do pé pode fornecer uma visão melhor para identificar aqueles com maior probabilidade de se beneficiar de palmilhas, por exemplo, Barton e colaboradores reportaram⁹⁸ que o maior pico de eversão do retropé durante a caminhada pode prever o sucesso do tratamento com palmilhas em indivíduos com DFP. Uma limitação para a aplicação destes resultados à prática clínica, é que os achados são baseados em análises de movimento tridimensional, uma ferramenta raramente disponível no ambiente clínico. Outra limitação é que medidas de movimento do pé não são quantificadas com precisão usando análise de vídeo bidimensional.

2.4.5. Educação

A educação é considerada um componente vital no tratamento da DFP por *experts* da área, apesar da ausência de pesquisas que avaliem diretamente sua eficácia⁵¹. Os objetivos da educação devem incluir o gerenciamento das expectativas do paciente, gerenciamento da carga de atividade física realizada pelo paciente, controle de peso quando apropriado, assegurar a compreensão da importância do autogerenciamento de sua condição, ensinar a importância da adesão ao exercício terapêutico e implementar estratégias para lidar com o medo do movimento.

Dados recentes indicam que 57% de indivíduos com DFP reportam desfechos desfavoráveis 5-8 anos depois de um programa de reabilitação⁶⁰, indicando que a resolução completa dos sintomas nem sempre será possível. É importante ressaltar que evidências recentes associam a cronicidade da DFP a um pior prognóstico⁹⁹. Portanto, gerenciar as expectativas do paciente em relação ao resultado provável da reabilitação, particularmente a curto e médio prazo, é de grande importância. Se houver potencial de melhoria na condição do paciente, ele deve ser capaz de compreender o tempo e o esforço necessários para concluir a reabilitação e a mudança de comportamento apropriadas (por exemplo, gerenciamento de carga). Portanto, uma boa sessão de educação é fundamental para atingir estes objetivos.

O potencial de intervenções voltadas a educação dos pacientes tem sido pouco explorada na área da DFP apesar de editoriais recentes enfatizarem sua importância¹⁰⁰. Portanto, um dos principais objetivos desta tese de doutorado é explorar os efeitos da educação em indivíduos com DFP. Muitas vezes a educação é subutilizada como uma intervenção controle, sem ênfase na forma de “entregar” a educação ou no seu conteúdo. Acreditamos que explorar a literatura da DFP em sua plenitude e sintetizar o conteúdo em um formato “*user-*

friendly” para o paciente, pode promover ganhos importantes e mudanças de comportamento que mudarão os desfechos a longo prazo. Intervenções pontuais (por exemplo, programa de exercícios) já provaram ser benéficas a curto e médio prazo, mas os resultados não se mantêm a longo prazo, o que acreditamos ser possível apenas com mudança de comportamento e com a participação ativa do paciente. O paciente precisa ser capaz de atuar nos fatores de risco e gerenciar sua condição. Após revisar todo o conteúdo de educação disponível na literatura científica sobre DFP desenvolvemos nesta tese um programa online de educação completo, baseado nas melhores e mais recentes evidências (<http://mykneecap.trekeeducation.org>).

2.5. O que sabemos sobre o prognóstico da dor femoropatelar?

As pesquisas que se propõem a acompanhar indivíduos com DFP por longos períodos fornecem informações relevantes a respeito das características desta desordem musculoesquelética. Rathleff e colaboradores¹⁰¹ acompanharam 504 adolescentes (entre 15 e 19 anos) com dor no joelho e observaram que 55% deles continuavam reportando dor após dois anos, sendo que os adolescentes diagnosticados com DFP no início da pesquisa tinham maior risco de apresentar dor após 2 anos do que aqueles adolescentes com dor no joelho devido a outras desordens. Dentre os adolescentes com DFP, 71% reduziram ou pararam completamente de praticar atividades esportivas após os dois anos e mais da metade deles relataram que sentiam dores no joelho diariamente ou várias vezes durante a semana¹⁰¹. Estes resultados evidenciam que a DFP tem elevado potencial para a cronicidade e que há necessidade de medidas preventivas por meio de tratamento precoce baseado em evidências.

Porém, mesmo com a realização de tratamentos que apresentam evidência científica, o prognóstico continua sendo desfavorável. Collins e colaboradores⁹⁹ destacaram que 40% de um total de 310 indivíduos com DFP, que receberam diferentes tipos de tratamento,

classificaram a sua recuperação global entre “melhora moderada” e “pior do que nunca” após um ano do término do tratamento. Ou seja, quase metade dos participantes do estudo não obtiveram a resolução dos sintomas após o tratamento. Acompanhando os mesmos 310 indivíduos com DFP por cerca de 5 a 8 anos, foi possível observar que grande parte dos que responderam os questionários continuavam apresentando sinais e sintomas de DFP, mesmo depois de terem recebido tratamento no início da pesquisa⁶⁰. A identificação de fatores que podem afetar o prognóstico da DFP fornece informações sobre características que podem prever a evolução clínica dos pacientes. Diante disso, Collins e colaboradores⁹⁹ identificaram que a presença dos sintomas da DFP por longos períodos, juntamente com a pontuação inferior a 70 no questionário *Anterior Knee Pain Scale* (AKPS), são indicadores consistentes de mau prognóstico e estão associados com a piora da dor e da severidade dos sintomas dentro de um período de até oito anos⁶⁰.

Dessa forma, essas pesquisas destacam a necessidade da elaboração de medidas preventivas para reduzir a proporção de indivíduos com DFP que desenvolvem dor severa de longa duração^{60,99}. Uma de nossas hipóteses é que com um programa de educação consistente, seremos capazes de alterar o comportamento dos pacientes a longo prazo e conseqüentemente os resultados benéficos encontrados e curto prazo, poderão se manter.

2.6. Possível progressão da dor femoropatelar para osteoartrite femoropatelar

A osteoartrite de joelho é uma doença degenerativa, caracterizada por perda de cartilagem articular e inflamação sinovial, levando a rigidez, inchaço, dor e perda de mobilidade articular¹⁰². Woolf e Pflieger¹⁰³ publicaram, no Boletim da Organização Mundial da Saúde, uma estimativa de que no ano de 2020 a osteoartrite será a quarta maior causa de incapacidade funcional em adultos e idosos, sendo que, em 1990 (apenas 30 anos antes) esta

doença ocupava a oitava posição. Além disso, em 2011 foram realizadas perto de 500.000 artroplastias totais de joelho em decorrência de osteoartrite nos Estados Unidos, e estima-se que essa quantidade de procedimentos cirúrgicos aumente para 3,5 milhões em 2030¹⁰⁴. Estes dados alarmantes enfatizam a importância do desenvolvimento de medidas preventivas e curativas que possam reduzir os gastos públicos com o gerenciamento da osteoartrite. Caso a DFP seja de fato precursora da osteoartrite, como vem sendo sugerido recentemente¹⁰⁵, o bom gerenciamento dessa desordem musculoesquelética deverá agir diretamente na prevenção da osteoartrite, que cresce exponencialmente em número de casos^{103,104}.

No terceiro consenso dos pesquisadores de DFP, foi considerada a possibilidade da osteoartrite como progressão da DFP¹⁸. Porém, ainda não existem evidências prospectivas desta relação. No entanto, uma das mais renomadas pesquisadoras na área relatou algumas similaridades entre indivíduos com DFP e osteoartrite femoropatelar¹⁰⁵. Em um editorial, Crossley reportou que em ambas as condições, os indivíduos podem apresentar mau alinhamento patelar, disfunções no quadríceps e nos abdutores de quadril, bem como dificuldade para subir e descer escadas e padrão semelhante de dor na região do joelho. A argumentação deste editorial foi evidenciada pela revisão narrativa de Wyndow e colaboradores¹⁰⁶, a qual enfatiza que diversas alterações biomecânicas como instabilidade patelar, disfunção e atrofia dos músculos do quadríceps femoral, mau alinhamento dinâmico do joelho, entre outras, parecem estar presentes tanto em indivíduos com DFP quanto em indivíduos com osteoartrite de joelho.

Esta hipótese de continuidade/progressão ganhou força à medida que estudos como o de Utting e colaboradores¹⁰⁷ foram publicados. Neste estudo, 22% dos indivíduos submetidos à artroplastia de joelho em decorrência de osteoartrite na articulação femoropatelar, relataram a presença de dor crônica, com duração de aproximadamente 16 anos e início ainda na fase adulta jovem (18 anos). No entanto, apenas 6% dos indivíduos que realizaram tratamento

cirúrgico para tratamento da osteoartrite tibiofemoral relataram presença de dor prévia, mas por um tempo reduzido, menos de 10 anos. Além disso, uma revisão sistemática¹⁰⁸ conseguiu compilar os dados de prevalência de osteoartrite de joelho provenientes de onze estudos, e identificaram que 39% das pessoas com dor no joelho apresentavam sinais radiológicos compatíveis com a presença de osteoartrite na articulação femoropatelar. Indivíduos com osteoartrite moderada neste compartimento do joelho apresentam níveis mais elevados de dor e limitações funcionais quando comparados a indivíduos com osteoartrite tibiofemoral moderada¹⁰⁹ (Figura 10).

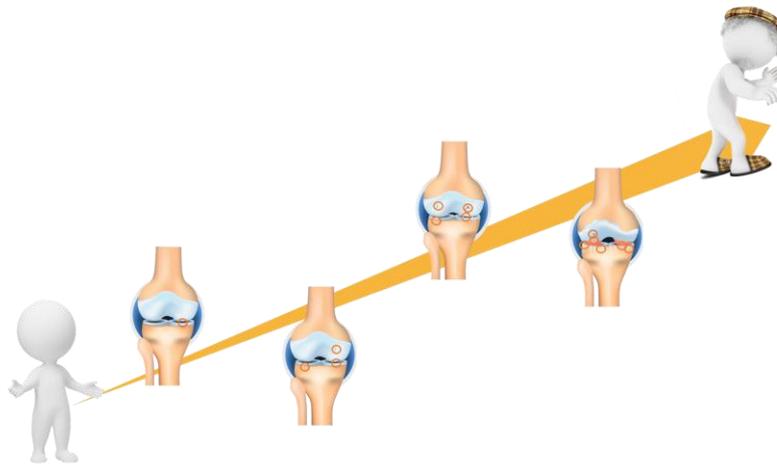


Figura 10 – Ilustra a possível progressão da DFP para osteoartrite de joelho com o decorrer do tempo.

Estes estudos reforçam que a hipótese de continuidade/progressão pode ser verdadeira, e, como destacado por Crossley¹⁰⁵, se a DFP é um fator de risco ou um sinal de início da osteoartrite femoropatelar, então a DFP deve ser objeto de mais pesquisas e financiamentos, podendo ser considerada o estágio inicial de uma doença autolimitante que gera gastos elevados aos sistemas públicos e privados de saúde ao redor do mundo.

2.7. Referências

1. Crossley KM, Stefanik JJ, Selfe J, et al. 2016 Patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 1: Terminology, definitions, clinical examination, natural history, patellofemoral

- osteoarthritis and patient-reported outcome m. *Br J Sports Med.* 2016;50(14):839-843. doi:10.1136/bjsports-2016-096384
2. 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):54-59. doi:10.1016/j.ptsp.2012.11.003
 3. Taunton, J. E., Ryan, M. B., Clement, D. B., McKenzie, D. C., Lloyd-Smith, D. R., & Zumbo BD. A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. *Br J Sports Med.* 2002;36(2):95-101.
 4. Kannus P, Aho H, Järvinen M, Niittymäki S. Computerized recording of visits to an outpatient sports clinic. *Am J Sports Med.* 1987;15(1):79-85.
 5. Smith BE, Selfe J, Rathleff MS. Incidence and prevalence of patellofemoral pain: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2018;13(1):e0190892. doi:10.1371/journal.pone.0190892
 6. 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
 7. Myer GD, Ford KR, Barber Foss KD, et al. The incidence and potential pathomechanics of patellofemoral pain in female athletes. *Clin Biomech.* 2010;25(7):700-707. doi:10.1016/j.clinbiomech.2010.04.001
 8. 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
 9. Dye S. Patellofemoral pain current concepts: An overview. *Sport Med Arthrosc Rev.* 2001;9(4):264-272.
 10. Powers C. The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: A theoretical perspective. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003;33(11):639-646.
 11. Souza RB, Draper CE, Fredericson M, Powers CM. Femur rotation and patellofemoral joint kinematics: a weight-bearing magnetic resonance imaging analysis. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40(5):277-285. doi:10.2519/jospt.2010.3215
 12. Powers CM, Ward SR, Fredericson M, Guillet M, Shellock FG. Patellofemoral kinematics during weight-bearing and non-weight-bearing knee extension in persons with lateral subluxation of the patella: A preliminary study. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2003;33(11):677-685.
 13. Dye SF. The Pathophysiology of Patellofemoral Pain. *Clin Orthop Relat Res.* 2005;(436):100-110. doi:10.1097/01.blo.0000172303.74414.7d
 14. van der Heijden RA, Oei EHG, Bron EE, et al. No difference on quantitative magnetic resonance imaging in patellofemoral cartilage composition between patients with patellofemoral pain and healthy controls. *Am J Sports Med.* 2016;44(5):1172-1178. doi:10.1177/0363546516632507
 15. Pazzinatto MF, de Oliveira Silva D, Pappas E, Magalhães FH, de Azevedo FM. Is quadriceps H-reflex excitability a risk factor for patellofemoral pain? *Med Hypotheses.* 2017;108:124-127. doi:10.1016/j.mehy.2017.08.019
 16. Powers CM, Witvrouw E, Davis IS, Crossley KM. Evidence-based framework for a

- pathomechanical model of patellofemoral pain: 2017 patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester, UK: part 3. *Br J Sports Med.* 2017;51(24):1713-1723. doi:10.1136/bjsports-2017-098717
17. Arendt-Nielsen L, Graven-Nielsen T. Translational musculoskeletal pain research. *Best Pract Res Clin Rheumatol.* 2011;25(2):209-226. doi:10.1016/j.berh.2010.01.013
 18. 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):411-414. doi:10.1136/bjsports-2014-093450
 19. 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
 20. Lankhorst NE, Bierma-Zeinstra SM a, Van Middelkoop M. Risk factors for patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2012;42(2):81-94. doi:10.2519/jospt.2012.3803
 21. Neal BS, Lack SD, Lankhorst NE, Raye A, Morrissey D, Van Middelkoop M. Risk factors for patellofemoral pain: A systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2019;53(5):270-281. doi:10.1136/bjsports-2017-098890
 22. Briani RV, 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
 23. Giles LS, Webster KE, McClelland JA, Cook J. Atrophy of the Quadriceps Is Not Isolated to the Vastus Medialis Oblique in Individuals With Patellofemoral Pain. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2015;45(8):613-619. doi:10.2519/jospt.2015.5852
 24. 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):1099-1105. doi:10.1177/0363546508331135
 25. Duvigneaud N, Bernard E, Stevens V, Witvrouw E, Van Tiggelen D. Isokinetic assessment of patellofemoral pain syndrome: A prospective study in female recruits. *Isokinet Exerc Sci.* 2008;16:213-219. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=s3h&AN=35821828&lang=es&site=ehost-live>.
 26. 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
 27. De Oliveira Silva D, Magalhães FH, Pazzinatto MF, et al. Contribution of altered hip, knee and foot kinematics to dynamic postural impairments in females with patellofemoral pain during stair ascent. *Knee.* 2016;23(3):376-381. doi:10.1016/j.knee.2016.01.014
 28. De Oliveira Silva D, Barton CJ, Pazzinatto MF, Briani RV, de Azevedo FM. Proximal mechanics during stair ascent are more discriminate of females with patellofemoral pain than distal mechanics. *Clin Biomech.* 2016;35(5):56-61. doi:10.1016/j.clinbiomech.2016.04.009

29. 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
30. Rathleff MS, Rathleff CR, Crossley KM, Barton CJ. Is hip strength a risk factor for patellofemoral pain? A systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2014;48(14):1088-1088. doi:10.1136/bjsports-2013-093305
31. Herbst K a., Barber Foss KD, Fader L, et al. Hip strength is greater in athletes who subsequently develop patellofemoral pain. *Am J Sports Med.* 2015;43(11):2747-2752. doi:10.1177/0363546515599628
32. Myer GD, Ford KR, Di Stasi SL, Barber Foss KD, Micheli LJ, Hewett TE. High knee abduction moments are common risk factors for patellofemoral pain (PFP) and anterior cruciate ligament (ACL) injury in girls: Is PFP itself a predictor for subsequent ACL injury? *Br J Sports Med.* 2014;0:1-7. doi:10.1136/bjsports-2013-092536
33. Ferreira AS, de Oliveira Silva D, Barton CJ, et al. Impaired isometric, concentric, and eccentric rate of torque development at the hip and knee in patellofemoral pain. *J Strength Cond Res.* 2019;(25):1. doi:10.1519/JSC.0000000000003179
34. Barton CJ, Lack S, Malliaras P, Morrissey D. Gluteal muscle activity and patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2012;47:207-214. doi:10.1136/bjsports-2012-090953
35. Rathleff CR, Baird WN, Olesen JL, Roos EM, Rasmussen S, Rathleff MS. Hip and knee strength is not affected in 12-16 year old adolescents with patellofemoral pain - A cross-sectional population-based study. *PLoS One.* 2013;8(11):1-8. doi:10.1371/journal.pone.0079153
36. Boling MC, Padua DA, Marshall SW, Guskiewicz K, Pyne S, Beutler A. A prospective investigation of biomechanical risk factors for patellofemoral pain syndrome. The joint undertaking to monitor and prevent ACL injury (JUMP-ACL) cohort. *Am J Sports Med.* 2009;37(11):2108-2116. doi:10.1177/0363546509337934
37. Noehren B, Hamill J, Davis I. Prospective evidence for a hip etiology in patellofemoral pain. *Med Sci Sports Exerc.* 2013;45(6):1120-1124. doi:10.1249/MSS.0b013e31828249d2
38. Noehren B, Pohl MB, Sanchez Z, Cunningham T, Lattermann C. Proximal and distal kinematics in female runners with patellofemoral pain. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2012;27(4):366-371. doi:10.1016/j.clinbiomech.2011.10.005
39. Barton CJ, Levinger P, Webster KE, Menz HB. Walking kinematics in individuals with patellofemoral pain syndrome: a case-control study. *Gait Posture.* 2011;33(2):286-291. doi:10.1016/j.gaitpost.2010.11.022
40. 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.
41. Lee TQ, Morris G, Csintalan RP. The influence of tibial and femoral rotation on patellofemoral contact area and pressure. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003;33(11):686-693.
42. Barton CJ, Levinger P, Crossley KM, Webster KE, Menz HB. The relationship between rearfoot, tibial and hip kinematics in individuals with patellofemoral pain syndrome. *Clin Biomech.* 2012;27(7):702-705. doi:10.1016/j.clinbiomech.2012.02.007

43. Powers CM, Chen P, Reischl SF. Comparison of foot pronation and lower extremity rotation in persons with and without patellofemoral pain. *Foot Ankle Int.* 2002;23(7):634-640.
44. Neal BS, Griffiths IB, Dowling GJ, et al. Foot posture as a risk factor for lower limb overuse injury: a systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Res.* 2014;7(55). doi:10.1186/s13047-014-0055-4
45. 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
46. Ferrari D, Briani RV, de Oliveira Silva D, et al. Higher pain level and lower functional capacity are associated with the number of altered kinematics in women with patellofemoral pain. *Gait Posture.* 2018;60:268-272. doi:10.1016/j.gaitpost.2017.07.034
47. Dye SF, St HU, Biedert RM, Vaupel GL. The mosaic of pathophysiology causing patellofemoral pain: Therapeutic implications. *Operative Tech Sport Med.* 1999;7(2):46-54.
48. Sanchis-Alfonso V. Holistic approach to understanding anterior knee pain. Clinical implications. *Knee surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2014;22:2275-2285. doi:10.1007/s00167-014-3011-8
49. Fulkerson JP. Diagnosis and Treatment of Patients with Patellofemoral Pain. *Am J Sport Med.* 2002;30(3):447-456.
50. Ho K, Hu HH, Colletti PM, Powers CM. Recreational runners with patellofemoral pain exhibit elevated patella water content. *Magn Reson Imaging.* 2014;32(7):965-968. doi:10.1016/j.mri.2014.04.018
51. 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):923-934. doi:10.1136/bjsports-2014-093637
52. Örsçelik A, Yildiz Y. Comparison of single and triple platelet rich plasma injections in the treatment of patellofemoral pain syndrome. *Turkiye Klin J Med Sci.* 2015;5(2):78-87. doi:10.5336/medsci.2014-42651
53. Kettunen JA, Harilainen A, Sandelin J, et al. Knee arthroscopy and exercise versus exercise only for chronic patellofemoral pain syndrome : a randomized controlled trial. *BMJ Open.* 2007;38(5). doi:10.1186/1741-7015-5-38
54. Kettunen JA, Harilainen A, Sandelin J, et al. Knee arthroscopy and exercise versus exercise only for chronic patellofemoral pain syndrome: 5-year. *Br J Sports Med.* 2012;46(5):243-246. doi:10.1136/bjism.2010.079020
55. Pattyn E, Verdonk P, Steyaert A, et al. Vastus medialis obliquus atrophy: does it exist in patellofemoral pain syndrome? *Am J Sport Med.* 2011;39(7):1450-1455. doi:0363546511401183 [pii]r10.1177/0363546511401183
56. 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):982-987. doi:10.1016/j.jelekin.2011.08.002

57. Aminaka N, Pietrosimone BG, Armstrong CW, Meszaros A, Gribble PA. Patellofemoral pain syndrome alters neuromuscular control and kinetics during stair ambulation. *J Electromyogr Kinesiol.* 2011;21(4):645-651. doi:10.1016/j.jelekin.2011.03.007
58. Burke D. Clinical uses of H reflexes of upper and lower limb muscles. *Clin Neurophysiol Pract.* 2016;1:9-17. doi:10.1016/j.cnp.2016.02.003
59. Park J, Hopkins JT. Induced anterior knee pain immediately reduces involuntary and voluntary quadriceps activation. *Clin J Sport Med.* 2013;23(1):19-24. doi:10.1097/JSM.0b013e3182717b7b
60. Lankhorst NE, van Middelkoop M, Crossley KM, et al. Factors that predict a poor outcome 5–8 years after the diagnosis of patellofemoral pain: a multicentre observational analysis. *Br J Sports Med.* 2016;50(14):881-886. doi:10.1136/bjsports-2015-094664
61. Pazzinatto MF, de Oliveira Silva D, Barton C, Rathleff MS, Briani RV, de Azevedo FM. Female adults with patellofemoral pain are characterized by widespread hyperalgesia, which is not affected immediately by patellofemoral joint loading. *Pain Med.* 2016;17(10):1953-1961. doi:10.1093/pm/pnw068
62. Rathleff MS, Petersen KK, Arendt-Nielsen L, Thorborg K, Graven-Nielsen T. Impaired Conditioned Pain Modulation in Young Female Adults with Long-Standing Patellofemoral Pain: A Single Blinded Cross-Sectional Study. *Pain Med.* December 2015. doi:10.1093/pm/pnv017
63. Davis IS, Powers CM. Patellofemoral pain syndrome: proximal, distal, and local factors - An International Research Retreat. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40(3):A1-A48. doi:10.2519/jospt.2010.
64. De Oliveira Silva D, Magalhães FH, Faria NC, et al. Lower Amplitude of the Hoffmann Reflex in Women With Patellofemoral Pain: Thinking Beyond Proximal, Local, and Distal Factors. *Arch Phys Med Rehabil.* 2016;97:1115-1120. doi:10.1016/j.apmr.2015.12.017
65. De Oliveira Silva D, Magalhães FH, Faria NC, et al. Vastus medialis Hoffmann reflex excitability is associated with pain level, self-reported function, and chronicity in women with patellofemoral pain. *Arch Phys Med Rehabil.* 2017;98:114-119. doi:10.1016/j.apmr.2016.06.011
66. Graven-Nielsen T, Arendt-Nielsen L. Assessment of mechanisms in localized and widespread musculoskeletal pain. *Nat Rev Rheumatol.* 2010;6(10):599-606. doi:10.1038/nrrheum.2010.107
67. Woolf CJ. What to call the amplification of nociceptive signals in the central nervous system that contribute to widespread pain? *Pain.* 2014;155(10):1911-1912. doi:10.1016/j.pain.2014.07.021
68. 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
69. 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):414-421. doi:10.2519/jospt.2013.4383
70. Pazzinatto MF, de Oliveira Silva D, Pradela J, Coura MB, Barton C, de Azevedo FM. Local and widespread hyperalgesia in female runners with patellofemoral pain are influenced by running volume. *J Sci Med Sport.* 2017;20(2):362-367. doi:10.1016/j.jsams.2016.09.004

71. Maclachlan LR, Collins NJ, Matthews MLG, Hodges PW, Vicenzino B. The psychological features of patellofemoral pain: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2017;51(9):732-742. doi:10.1136/bjsports-2016-096705
72. Briani RV, Ferreira AS, Pazzinatto MF, Pappas E, De Oliveira Silva D, Azevedo FM de. What interventions can improve quality of life or psychosocial factors of individuals with knee osteoarthritis? A systematic review with meta-analysis of primary outcomes from randomised controlled trials. *Br J Sports Med.* 2018;52(16):1031-1038. doi:10.1136/bjsports-2017-098099
73. Crossley KM, van Middelkoop M, Callaghan MJ, Collins NJ, Rathleff MS, Barton CJ. 2016 Patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 2: recommended physical interventions (exercise, taping, bracing, foot orthoses and combined interventions). *Br J Sports Med.* 2016;50(14):844-852. doi:10.1136/bjsports-2016-096268
74. Collins NJ, Barton CJ, Middelkoop M Van, et al. 2018 Consensus statement on exercise therapy and physical interventions (orthoses, taping and manual therapy) to treat patellofemoral pain: recommendations from the 5th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Gold Coast, Australia, 2017. *Br J Sports Med.* 2018;52:1170-1178. doi:10.1136/
75. Lack S, Barton C, Sohan O, Crossley K, Morrissey D. Proximal muscle rehabilitation is effective for patellofemoral pain: a systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2015;49(21):1365-1376. doi:10.1136/bjsports-2015-094723
76. Cowan SM, Bennell KL, Crossley KM, Hodges PW, McConnell J. Physical therapy alters recruitment of the vasti in patellofemoral pain syndrome. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34(12):1879-1885. doi:10.1249/01.MSS.0000038893.30443.CE
77. Van Tiggelen D, Witvrouw E, Coorevits P, Croisier J, Roget P. Analysis of isokinetic parameters in the development of anterior knee pain syndrome: a prospective study in a military setting. *Isokinet Exerc Sci.* 2004;12(4):223-228. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cin20&AN=2005065763&lang=es&site=ehost-live>.
78. Khayambashi K, Mohammadkhani Z, Ghaznavi K, Lyle M, Powers CM. The effects of isolated hip abductor and external rotator muscle strengthening on pain, health status, and hip strength in females with patellofemoral pain: a randomized controlled trial. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2012;42(1):22-29. doi:10.2519/jospt.2012.3704
79. Ferber R, Cat CÀ, Kendall KD, Farr L. Changes in knee biomechanics after a hip-abductor strengthening protocol for runners with patellofemoral pain syndrome. *J Athl Train.* 2011;46(2):142-149.
80. Holden S, Rathleff MS, Jensen MB, Barton CJ. How can we implement exercise therapy for patellofemoral pain if we don't know what was prescribed? A systematic review. *Br J Sports Med.* 2018;52:386-394. doi:10.1136/bjsports-2017-097547
81. Nunes GS, John C, Viadanna F. Hip rate of force development and strength are impaired in females with patellofemoral pain without signs of altered gluteus medius and maximus morphology. *J Sci Med Sport.* 2018;21(2):123-128. doi:10.1016/j.jsams.2017.05.014
82. Ratamess NA, Alvar BA, Evetoch TK, et al. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sport Exerc.* 2009;41(3):687-708.

doi:10.1249/MSS.0b013e3181915670

83. van der Heijden RA, Lankhorst NE, van Linschoten R, Bierma-Zeinstra SM, van Middelkoop M. Exercise for treating patellofemoral pain syndrome. *Cochrane database Syst Rev*. 2015;20(1).
84. Domenech J, Sanchis-Alfonso V, López L, Espejo B. Influence of kinesiophobia and catastrophizing on pain and disability in anterior knee pain patients. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc*. 2013;21(7):1562-1568. doi:10.1007/s00167-012-2238-5
85. Willy RW, Davis IS. The effect of a hip-strengthening program on mechanics during running and during a single-leg squat. *J Orthop Sport Phys Ther*. 2011;41(9):625-632. doi:10.2519/jospt.2011.3470
86. Sheerin KR, Hume PA, Whatman C. Effects of a lower limb functional exercise programme aimed at minimising knee valgus angle on running kinematics in youth athletes. *Phys Ther Sport*. 2012;13(4):250-254. doi:10.1016/j.ptsp.2012.01.003
87. Willy RW, Scholz JP, Davis IS. Mirror gait retraining for the treatment of patellofemoral pain in female runners. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2012;27(10):1045-1051. doi:10.1016/j.clinbiomech.2012.07.011
88. Noehren B, Scholz J, Davis I. The effect of real-time gait retraining on hip kinematics, pain and function in subjects with patellofemoral pain syndrome. *Br J Sports Med*. 2011;45(9):691-696. doi:10.1136/bjism.2009.069112
89. Roper JL, Harding EM, Doer D, et al. The effects of gait retraining in runners with patellofemoral pain: A randomized trial. *Clin Biomech*. 2016;35:14-22. doi:10.1016/j.clinbiomech.2016.03.010
90. Bonacci J, Hall M, Saunders N, Vicenzino B. Gait retraining versus foot orthoses for patellofemoral pain: a pilot randomised clinical trial. *J Sci Med Sport*. 2017:In Press. doi:10.1016/j.jsams.2017.09.187
91. Esculier J-FF, Bouyer LJ, Dubois B, et al. Is combining gait retraining or an exercise programme with education better than education alone in treating runners with patellofemoral pain? A randomised clinical trial. *Br J Sports Med*. 2018;52(10):659-666. doi:10.1136/bjsports-2016-096988
92. Neal BS, Barton CJ, Gallie R, O'Halloran P, Morrissey D. Runners with patellofemoral pain have altered biomechanics which interventions can alter: a systematic review and meta-analysis. *Gait Posture*. 2016;45:69-82. doi:10.1016/j.gaitpost.2015.11.018
93. Barton C, Balachandar V, Lack S, Morrissey D. Patellar taping for patellofemoral pain: a systematic review and meta-analysis to evaluate clinical outcomes and biomechanical mechanisms. *Br J Sports Med*. 2014;48(6):417-424. doi:10.1136/bjsports-2013-092437
94. Collins N, Crossley K, Beller E, Darnell R, McPoil T, Vicenzino B. Foot orthoses and physiotherapy in the treatment of patellofemoral pain syndrome: randomised clinical trial. *Br Med J*. March 2008;337:a1735. doi:10.1136/bmj.a1735
95. Barton CJ, Munteanu SE, Menz HB, Crossley KM. The efficacy of foot orthoses in the treatment of individuals with patellofemoral pain syndrome: A systematic review. *Sport Med*. 2010;40(5):377-395.
96. 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(11):1-7. doi:10.1186/1471-2474-11-11

97. Vicenzino B, Collins N, Cleland J, McPoil T. A clinical prediction rule for identifying patients with patellofemoral pain who are likely to benefit from foot orthoses: a preliminary determination. *Br J Sports Med.* 2010;44(12):862-866. doi:10.1136/bjism.2008.052613
98. Barton CJ, Menz HB, Levinger P, Webster KE, Crossley KM. Greater peak rearfoot eversion predicts foot orthoses efficacy in individuals with patellofemoral pain syndrome. *Br J Sports Med.* 2011;45(9):697-701. doi:10.1136/bjism.2010.077644
99. Collins NJ, Bierma-Zeinstra SM a, Crossley KM, van Linschoten RL, Vicenzino B, van Middelkoop M. Prognostic factors for patellofemoral pain: a multicentre observational analysis. *Br J Sports Med.* 2013;47(4):227-233. doi:10.1136/bjsports-2012-091696
100. Rathleff MS, Thomsen JL, Barton CJ. Patient education in patellofemoral pain: potentially potent and essential, but under-researched. *Br J Sports Med.* 2018;52(10):623-624. doi:10.1136/bjsports-2017-098298
101. Rathleff MS, Rathleff CR, Olesen JL, Rasmussen S, Roos EM. Is knee pain during adolescence a self-limiting condition? Prognosis of patellofemoral pain and other types of knee pain. *Am J Sports Med.* 2016;44(5):1165-1171. doi:10.1177/0363546515622456
102. Musumeci G, Aiello F, Szychlinska M, Di Rosa M, Castrogiovanni P, Mobasher A. Osteoarthritis in the XXIst Century: Risk Factors and Behaviours that Influence Disease Onset and Progression. *Int J Mol Sci.* 2015;16(3):6093-6112. doi:10.3390/ijms16036093
103. Woolf AD, Pfleger B. Burden of major musculoskeletal conditions. *Bull World Health Organ.* 2003;81(9):646-656. doi:S0042-96862003000900007 [pii]
104. Kurtz S, Ong K, Lau E, Mowat F, Helpert M. Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. *J Bone Jt Surg Am.* 2007;89:780-785.
105. Crossley KM. Is patellofemoral osteoarthritis a common sequela of patellofemoral pain? *Br J Sports Med.* 2014;48(6):409-410. doi:10.1136/bjsports-2014-093445
106. Wyndow N, Collins N, Vicenzino B, Tucker K, Crossley K. Is there a biomechanical link between patellofemoral pain and osteoarthritis? A narrative review. *Sport Med.* 2016;46(12):1797-1808. doi:10.1007/s40279-016-0545-6
107. Utting MR, Davies G, Newman JH. Is anterior knee pain a predisposing factor to patellofemoral osteoarthritis? *Knee.* 2005;12(5):362-365. doi:10.1016/j.knee.2004.12.006
108. Kobayashi S, Pappas E, Fransen M, Refshauge K, Simic M. The prevalence of patellofemoral osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. *Osteoarthr Cartil.* 2016. doi:10.1016/j.joca.2015.02.968
109. Duncan R, Peat G, Thomas E, Wood L, Hay E, Croft P. How do pain and function vary with compartmental distribution and severity of radiographic knee osteoarthritis? *Rheumatology.* 2008;47(11):1704-1707. doi:10.1093/rheumatology/ken339

3. SEÇÃO A – FATORES BIOMECÂNICOS

3.1. Estudo 1: A mecânica proximal durante a subida das escadas apresenta maior capacidade discriminatória de mulheres com dor femoropatelar do que a mecânica distal

O estudo original 1 foi publicado no periódico científico *Clinical Biomechanics* (Fator de impacto = 1.86).



3.1.1. Introdução

A DFP pode ser definida como dor anterior de joelho de origem idiopática e é uma condição comum que se apresenta às práticas ortopédicas e de medicina esportiva¹. Estima-se que a prevalência de DFP na população geral de mulheres seja de 13%, e ainda mulheres são 2,23 vezes mais propensas a apresentarem DFP comparado a homens². Apesar da alta incidência e prevalência a etiologia permanece em debate com muitas alterações biomecânicas relatadas na literatura, destacando a natureza multifatorial da DFP³. Neste sentido, o *consensus statement* do 3º *International Patellofemoral Pain Research Retreat* liderado por *experts* da área agrupou possíveis fatores biomecânicos alterados em três categorias biomecânicas: fatores proximais, locais e distais⁴.

O aumento do estresse femoropatelar parece ser o principal problema de indivíduos com DFP⁵. Várias hipóteses teóricas vem sendo propostas em uma tentativa de explicar os patomecanismos subjacentes ao desenvolvimento da DFP⁶. Distalmente, a excessiva eversão do retropé leva ao atraso da rotação externa da tíbia e para permitir o acoplamento ideal com a tíbia o fêmur, em caráter compensatório, faz rotação interna excessiva⁷. Consequentemente, esta cadeia de movimentos compensatórios leva ao aumento do estresse femoropatelar devido a redução da área de contato entre o côndilo femoral e faceta lateral da patela⁷.

A fraqueza dos músculos rotadores externos e abdutores do quadril podem contribuir para excessiva adução do quadril em atividades que requerem descarga de peso^{8,9}. É importante ressaltar que adução de quadril excessiva durante a corrida é fator de risco para mulheres assintomáticas desenvolverem DFP¹⁰. McKenzie e colaboradores (2010)¹¹, reportaram aumento da adução de quadril durante subida e descida de escadas, no entanto, a mecânica distal não foi avaliada neste estudo. Além disso, nós reportamos recentemente maior amplitude de movimento da eversão de retropé durante subida de escada em mulheres com DFP, porém, não avaliamos os picos angulares, que são comumente mais utilizados na prática clínica, nós também não avaliamos o movimento do quadril concomitantemente¹². A avaliação concomitante da mecânica proximal e distal durante subida de escada na mesma população com DFP é necessária para determinar qual seria o foco mais importante de um possível programa de reabilitação¹³.

Uma consideração importante quando interpretamos achados de estudos transversais avaliando a cinemática de indivíduos com DFP é a provável presença de medo do movimento (cinesiofobia) desenvolvido devido ao aumento do estresse femoropatelar¹⁴. Com relação a subida de escada, gesto o qual indivíduos com DFP comumente reportam exacerbação da dor, Crossley et al., (2004) reportaram redução do pico de flexão do joelho em indivíduos com DFP.

Esta estratégia de movimento compensatória para reduzir o estresse femoropatelar pode ter influência na adução de quadril e eversão de retropé¹⁵.

Até o momento, nenhum estudo investigou a mecânica proximal e distal, concomitantemente a um mecanismo de proteção estabelecido, como a redução da flexão do joelho em indivíduos com DFP durante subida de escada. Além disso, estudos anteriores avaliando estes parâmetros separadamente, reportaram apenas diferenças entre grupos, sem nenhuma tentativa de identificar a capacidade destes parâmetros em discriminar/identificar indivíduos com DFP.

Portanto, o objetivo deste estudo foi investigar (i) possíveis diferenças no pico de adução do quadril, flexão do joelho e eversão do retropé durante subida de escada; (ii) a capacidade discriminatória de cada parâmetro em classificar indivíduos com DFP. Hipotetiza-se que comparados a indivíduos assintomáticos, os indivíduos com DFP apresentariam excessiva adução de quadril, flexão de joelho e eversão de retropé. Além disso, hipotetiza-se que os parâmetros do quadril apresentariam maior capacidade discriminatória.

3.1.2. Métodos

3.1.2.1. Amostra

A amostra foi composta por 36 mulheres com DFP e 31 mulheres assintomáticas com faixa etária de 18 a 35 anos¹⁵ que foram recrutadas por meio de anúncio nos cursos de graduação e pós-graduação da Universidade Estadual Paulista e também por posts em mídias sociais (Facebook e Twitter – Figura 11). Todos os voluntários que participaram da pesquisa assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, elaborado

conforme resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, ficando uma cópia com o voluntário e outra com o pesquisador.



Figura 11 – Postagem em mídia social para recrutamento de participantes feita por uma das integrantes do grupo.

3.1.2.2. Cálculo amostral

O cálculo amostral foi baseado em estudos prévios^{5,16} que analisaram parâmetros cinemáticos em condições semelhantes às do presente estudo. Optou-se pelos resultados com maior desvio padrão e menor diferença a ser detectada¹⁷. O parâmetro utilizado foi pico de adução de quadril durante descida de escadas¹⁶, com desvio padrão de 6,7 e diferença a ser detectada de 5,5°. Para um teste com poder de 80% ($1-\beta=0,80$) e $\alpha=0,05$, bicaudal, o tamanho da amostra calculado foi de 23 indivíduos em cada grupo.

3.1.2.3. Critérios de elegibilidade

Os critérios de inclusão adotados para este projeto foram baseados em estudos de diagnóstico e revisões sistemáticas previamente publicadas¹⁸⁻²⁰. Todos os critérios foram aplicados por um fisioterapeuta.

Os critérios de inclusão para o grupo DFP foram: (1) Dor anterior de joelho ao executar, pelo menos, duas das seguintes atividades: permanecer sentado por tempo prolongado, ajoelhado, realizar agachamentos, correr, subir e descer escadas, e em saltos e aterrissagens; (2) dor durante a palpação patelar; (3) sintomas de início insidioso e duração de pelo menos 1 mês; (4) o pior nível de dor no mês anterior de pelo menos 30 mm na escala visual analógica de dor 0 – 100 mm (EVA)²¹. Era necessário que a participante se enquadrasse nos quatro critérios para ser incluída no grupo DFP. Além disso, aplicou-se o questionário de limitação funcional *Anterior Knee Pain Scale* (AKPS) validado para população brasileira²² e de acordo com as recomendações de Kujala (1993)²³ escores menores que 83 são considerados indivíduos com dor anterior de joelho, portanto, este também foi um dos critérios adotado pelo estudo.

Critérios de inclusão para o grupo controle: Foram incluídas mulheres que não apresentassem dor no joelho ou em outra articulação dos membros inferiores e sem histórico de lesão ou cirurgia nos membros inferiores.

Critérios de não inclusão e exclusão para os dois grupos: Não puderam incluir o grupo amostral indivíduos com sinal ou sintoma de qualquer outra disfunção no joelho, história recente (dentro de três meses) de cirurgia nessa articulação, história de subluxação patelar ou evidência clínica de lesão meniscal, instabilidade ligamentar, osteoartrose em qualquer articulação dos membros inferiores, patologia no tendão patelar, ou dor referida vinda da coluna; presença de doença neurológica; presença de processo inflamatório; fisioterapia prévia (pelo menos 6 meses). Foram excluídos do estudo, indivíduos que não completaram alguma etapa do estudo proposto.

3.1.2.4. Escada de teste

Para a realização do estudo foi utilizada uma escada que possibilitou a execução dos gestos de subida o mais próximo possível do habitual de cada indivíduo, possibilitando maior reprodutibilidade dos dados (Figura 12). A elaboração da escada atendeu às recomendações de Yu e colaboradores (1997)²⁴, sendo assim, a escada de teste foi confeccionada em base de madeira, com sete degraus de 18cm de altura, 28cm de profundidade e com largura de 1m. Antes do primeiro degrau e após o último, havia uma passarela de 2m para que os voluntários iniciassem e terminassem o movimento com uma breve caminhada. Estas dimensões obedecem às normas propostas pela NBR 9077/2001 para a construção de escadas.

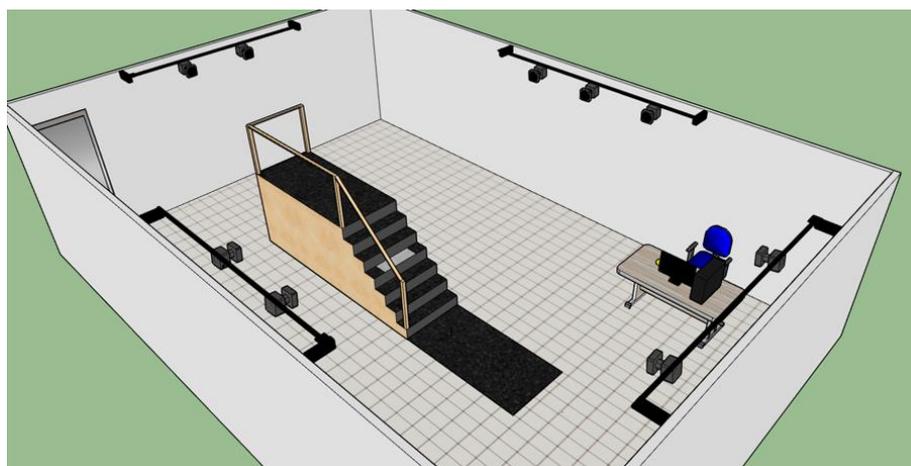


Figura 12 – Representação do *set up* experimental utilizado para coleta de dados.

3.1.2.5. Procedimento experimental

Previamente à coleta de dados foi definido o espaço de captura do movimento, que compreendeu o volume de captura, cercado pelas câmeras, ao longo do quarto degrau da escada. A calibração permitiu definir o volume de captura e a posição relativa de orientação das câmeras. Antes da captura cinemática, foram realizadas as calibrações dinâmica e estática das câmeras, utilizando um instrumento de calibração ativo em forma de “T”, pré-definida pelo

fabricante. Durante a calibração de origem do sistema, o instrumento foi posicionado no quarto degrau da escada, demarcando assim a origem das coordenadas para as câmeras. Para o volume de captura de cada câmera foi aceito erro de no máximo 0,08 mm.

Após a colocação dos marcadores anatômicos (Figura 13) para captação das imagens, foi realizada a calibração estática do indivíduo. A participante foi posicionada em pé no quarto degrau da escada e o avaliador realizou uma gravação de 3 segundos para que a marcação dos pontos anatômicos no sistema pudesse ser realizada e os segmentos construídos. Após a calibração estática as participantes foram orientadas a praticar a atividade de subir a escada três vezes, a fim de se familiarizar com o procedimento e o ambiente do laboratório.

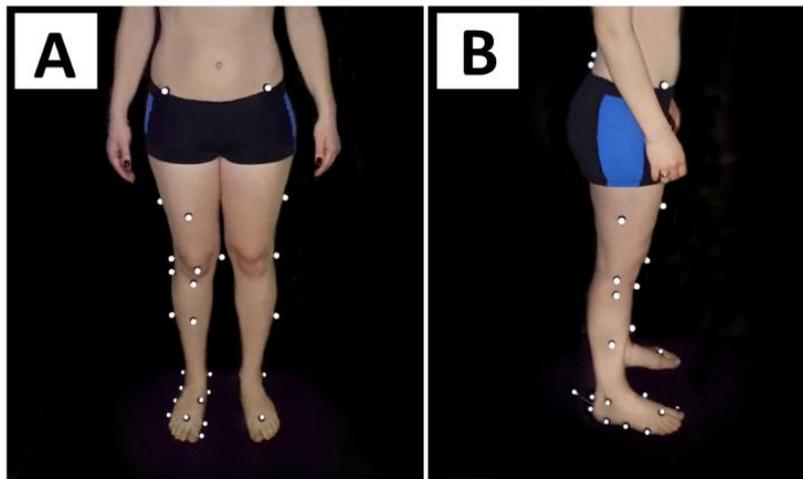


Figura 13 – A) Visão anterior do modelo cinemático Plug-in-Gait + Oxford Foot Model. B) Visão lateral do modelo cinemático Plug-in-Gait + Oxford Foot Model.

As voluntárias foram orientadas a executar pequena caminhada até chegar à escada e, a partir daí, de maneira contínua, subir os degraus, com alternância dos membros inferiores, velocidade e ritmo autocontrolados, de maneira a assemelhar-se ao máximo à atividade habitual da participante. Ao final do último degrau continuaram o movimento com pequena caminhada em um patamar que constituía o último degrau. O movimento foi repetido 5 vezes, pois segundo Winter, (2009)²⁵ parâmetros biomecânicos necessitam ser coletados no mínimo três vezes devido a variabilidade intra-indivíduo e utilizou-se a média das 5 tentativas de cada participante para as análises.

3.1.2.6. Instrumentação

Plataforma de força

O degrau escolhido para análise dos dados foi o quarto degrau da escada, portanto, uma plataforma de força (Bertec Corporation, Columbus, OH, model FP4060) foi embutida neste degrau para a monitoração da fase de apoio de cada participante (Figura 14). Foram considerados os picos e amplitude de movimento de cada parâmetro cinemático durante a fase de apoio, definida pela força vertical de reação do solo. Os sinais analógicos provenientes da plataforma foram digitalizados em 16 bits por meio de um conversor A/D que compõe o módulo de integração de sinais analógicos do sistema de análise de movimento. A frequência de aquisição foi de 4000Hz²⁵.

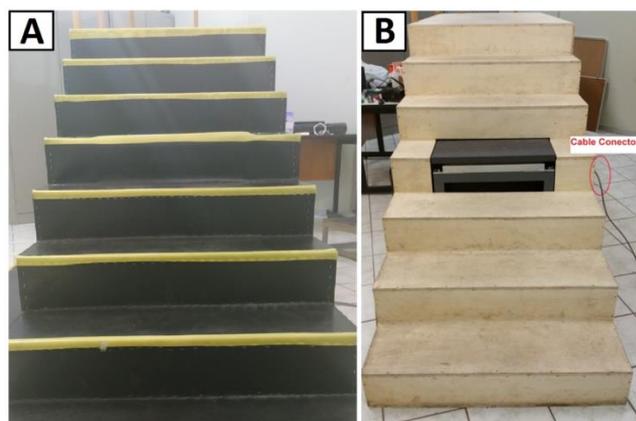


Figura 14 – A) Escada revestida com material emborrachado para ocultar a plataforma de força. B) Plataforma de força embutida no quarto degrau da escada.

Sistema de análise de imagens em 3D

O sistema utilizado para aquisição dos sinais cinemáticos (Vicon Movimento Systems Inc, EUA) foi composto por nove câmeras infravermelho (modelo Bonita 10[®]), com resolução de 1 Megapixel – 1024x1024 com frequência de aquisição de 100Hz. O posicionamento dos marcadores para a construção do modelo biomecânico durante os testes de subida e descida de

escada foi feito conforme a descrição apresentada em um estudo prévio com subida de escada⁶, associação entre o modelo *Plug-in-Gait* e o *Oxford Foot Model*. A plataforma de força e o sistema de cinemetria foram sincronizados pelo módulo de sincronismo Vicon Lock[®].

3.1.2.7. Processamento dos sinais

Cada subida de escada foi filtrada com um filtro tipo *Butterworth* 4^a ordem passa-baixa com frequência de corte de 6 Hz²⁵. Os marcadores retro refletivos foram identificados e rotulados dentro do Vicon Nexus[®] 2.0 (Vicon Movimento Systems Inc, EUA) para a reconstrução. Os dados da componente vertical de força de reação do solo permitiram a identificação dos eventos da subida de escada (toque inicial e final no quarto degrau) (Figura 15), bem como a mensuração da cadência (steps/min). As variáveis de interesse foram: pico e amplitude de movimento da adução do quadril, flexão de joelho e eversão do retropé, durante a fase de apoio da subida e descida de escada.

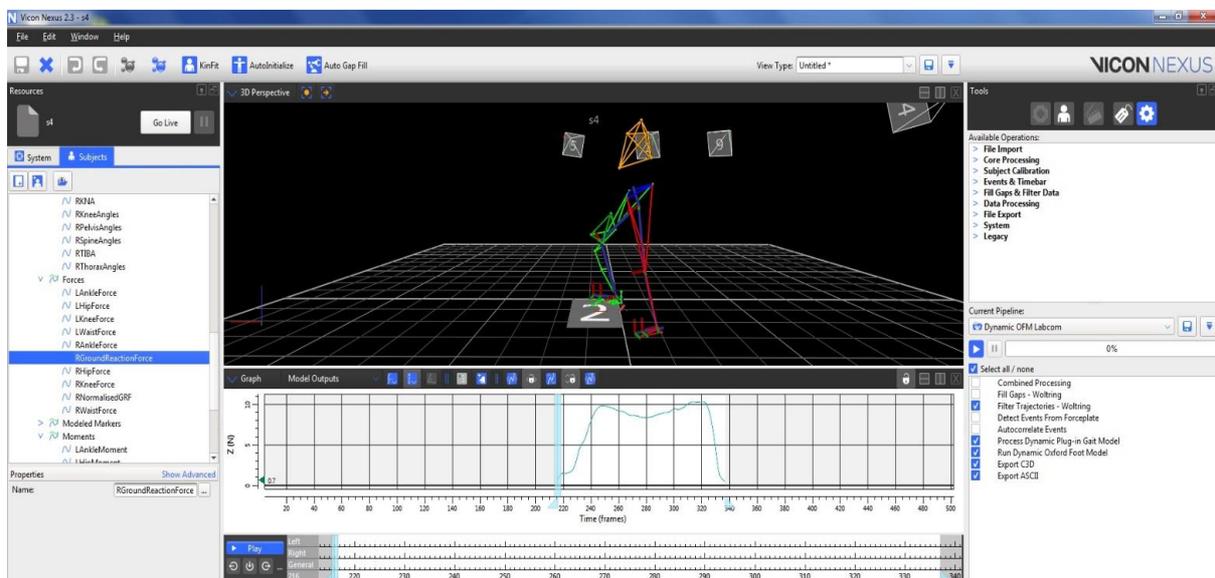


Figura 15 – Exemplo do período o qual os parâmetros cinemáticos foram obtidos.

3.1.2.8. Análise estatística

A análise estatística foi realizada no programa SPSS (versão 18.0, SPSS inc., Chicago, IL). Antes da análise estatística, todas as variáveis foram avaliadas quanto à normalidade e encontraram-se normalmente distribuídas com base na obtenção de $p < 0,05$ no teste de Shapiro-Wilk. Média da idade, altura, massa, nível de atividade física, cadência e medidas cinemáticas foram comparadas entre grupos usando testes t independentes. Curvas de características operacionais do receptor (ROC) com valores de sensibilidade e especificidade foram realizadas para verificar a capacidade discriminatória de cada variável. O ponto da curva ROC que maximizou a sensibilidade e a especificidade foi escolhido como ponto de corte. O *Youden index* foi usado neste estudo, pois é uma medida frequentemente usada para identificar esse ponto ideal¹⁶. Os coeficientes de correlação de Pearson (r) foram calculados para avaliar a associação entre as medidas cinemáticas durante a subida das escadas em indivíduos com DFP, coeficientes de correlação também foram calculados para avaliar a associação entre cadência e medidas cinemáticas. O nível de significância foi definido como 0,05.

3.1.3. Resultados

Não houve diferenças significativas entre os grupos para idade, altura, massa corporal ou nível de atividade física, mas a cadência foi significativamente menor no grupo DFP (Tabela 1).

Tabela 1 – Características dos participantes

| Variáveis | Controle (n = 31) | DFP (n = 36) | p-valor |
|---|-------------------|-------------------|---------|
| | Média (DP) | Média (DP) | |
| Idade | 22,07 (3,67) | 21,90 (2,72) | 0,428 |
| Massa corporal (kg) | 62,30 (7,30) | 65,72 (10,76) | 0,098 |
| Altura (m) | 1,65 (0,04) | 1,65 (0,05) | 0,736 |
| Pior dor último mês (EVA) | 0,00 (0,00) | 5,32 (1,37) | <0,001* |
| Dor durante subida de escada (EVA) | 0,00 (0,00) | 2,22 (2,21) | <0,001* |
| Cadência (degraus/min) | 83,01 (7,87) | 75,09 (3,72) | 0,035* |
| Atividade Física (MET·min·sem ⁻¹) | 3.829,62 (655,56) | 4.525,93 (382,88) | 0,631 |

Legenda: * representa diferenças estatisticamente significativa ($p < 0.05$). EVA = Escala visual analógica.

Observou-se maior pico de adução do quadril e o pico da eversão do retropé por 3,0° (valor $t_{(df)} = 5,93_{(1,65)}$; $p > 0,001$) e 2,9° (valor $t_{(df)} = 2,47_{(1,65)}$; $p = 0,017$), respectivamente, em mulheres com DFP. Também se observou menor pico de flexão do joelho em mulheres com DFP (valor $t_{(df)} = 1,98_{(1,65)}$; $p = 0,021$). Os valores de sensibilidade e especificidade para os melhores pontos de corte discriminatórios baseados nas curvas ROC para cada variável são apresentados na tabela 2.

Tabela 2 – Valores de sensibilidade e especificidade para os valores de ponto de corte (graus) e área sob a curva (AUC) mais equilibrados.

| Variáveis | Ponto de corte° | Sensibilidade % | Especificidade % |
|--------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| Eversão de retropé | 5,0 | 58 | 67 |
| Adução de quadril | 10,6 | 67 | 77 |
| Flexão de joelho | 42,5 | 63 | 45 |

Legenda: Ângulos de pico durante a fase de apoio foram os parâmetros utilizados para as variáveis cinemáticas.

Cadência não foi significativamente relacionada com quaisquer variáveis cinemáticas analisados neste estudo, como pico de adução do quadril ($r = -0,10$; $p = 0,789$) pico de flexão de joelho ($r = 0,05$; $p = 0,801$) e pico de eversão de retropé ($r = 0,04$; $p = 0,812$). Observou-se

que o pico de adução do quadril correlacionou-se significativamente com o pico de flexão do joelho em indivíduos com DFP ($r = 0,54$; $p = 0,002$), com flexão do joelho (variável independente) explicando 29% da variância da adução do quadril (variável dependente). Não houve outras correlações significativas, entre pico de adução do quadril e eversão do retro pé de pico ($r = -0,19$, $p = 0,382$) ou pico de eversão do retro pé e pico de flexão do joelho ($r = -0,08$; $p = 0,756$).

3.1.4. Discussão

Nossos resultados indicam que tanto pico de adução do quadril e pico de eversão do retro pé são maiores em mulheres com DFP durante a subida de escada comparado a mulheres assintomáticas. No entanto, o pico de adução do quadril pode discriminar as mulheres com DFP melhor do que o pico de eversão do retro pé, indicando que as intervenções direcionadas a região proximal podem ser mais importantes que distais. Além disso, o pico de adução do quadril correlaciona-se ($r^2 = 0,29$) com o pico de flexão do joelho no grupo DFP, que combinado com uma cadência reduzida pode ser uma estratégia compensatória para reduzir o estresse da articulação femoropatelar.

O maior pico de adução do quadril em mulheres com DFP durante a subida da escada encontrado neste estudo é consistente com resultados de estudos prévios em subida e descida de escada¹¹, corrida¹⁷ e agachamento¹⁸. Juntas, essas descobertas destacam a importância potencial do foco na mecânica do quadril durante a reabilitação de indivíduos com DFP. Particularmente, considerando que o retreinamento do gesto motor para reduzir a adução do quadril durante a corrida em mulheres com DFP também foi capaz de reduzir efetivamente a dor^{19,20}. Mais pesquisas são necessárias para identificar as melhores abordagens para reduzir a

adução do quadril durante a subida das escadas encontradas neste estudo em indivíduos com DFP, e se as reduções têm efeitos semelhantes sobre a dor como encontrado durante a corrida.

Maior pico de eversão do retropé ($2,9^\circ$) durante a subida das escadas em mulheres com DFP encontrado neste estudo é consistente com os nossos achados anteriores¹², onde maior amplitude de movimento de eversão do retropé (3°) durante a subida da escada foi identificada em mulheres com DFP. Curiosamente, estudos avaliando outras tarefas não relataram diferenças na magnitude da eversão do retropé de pico durante a caminhada e corrida^{17,21} entre mulheres com e sem DFP. Uma possível razão para este achado inconsistente entre os estudos que avaliam diferentes tarefas é que a subida das escadas pode colocar maior demanda no controle do plano frontal do membro inferior e, portanto, seria mais provável identificar déficits caso existissem. Mais pesquisas avaliando a subida das escadas em combinação com outras tarefas em indivíduos com DFP são necessárias para explorar essa possibilidade. Independentemente disso, os achados deste estudo destacam a importância potencial de avaliar a função do pé durante a subida de degraus em indivíduos com DFP e pode fornecer alguma justificativa teórica para os mecanismos potenciais para a eficácia de palmilhas para indivíduos com DFP^{22,23}.

Além das comparações cinemáticas entre grupos, avaliamos a capacidade discriminatória de medidas cinemáticas proximais (adução do quadril), locais (flexão do joelho) e distais (eversão do retropé) em mulheres com DFP de mulheres assintomáticas usando curvas ROC e *Youden index*¹⁶. Apesar das diferenças identificadas entre os grupos, a maior eversão do retropé do pé (definida como $> 5,0^\circ$) durante a subida da escada teve apenas 58% de sensibilidade e 67% de especificidade, gerando assim um grande número de falsos positivos e negativos. Esse achado pode refletir a natureza multifatorial da DFP, na qual apenas um subgrupo de indivíduos apresenta eversão excessiva do retropé²⁴.

Resultados relacionados ao valor de capacidade discriminatória do pico de adução do quadril (definida como $> 10,6^\circ$) indica maior importância em comparação com o pico de eversão do retropé. Este parâmetro possui os melhores valores de sensibilidade 67% e especificidade 77% dos fatores cinemáticos avaliados em nossa coorte. O pico de flexão do joelho (definido como $< 42,5^\circ$) possui a menor capacidade discriminatória em nossa coorte, com 63% de sensibilidade e 45% de especificidade. Isso pode refletir que alguns indivíduos desenvolvem estratégias compensatórias (isto é, redução da flexão do joelho) enquanto outros não desenvolvem, ou alguns indivíduos não sentiam dor no momento da coleta de dados devido à característica intermitente da dor em indivíduos com DFP²⁵.

Achados do nosso estudo indicam possíveis estratégias compensatórias para reduzir a carga da articulação femoropatelar em indivíduos com DFP durante a subida de escadas, incluindo redução da flexão de pico do joelho ($3,6^\circ$) e cadência (8 passos/min). Esses achados são consistentes com pesquisas anteriores avaliando o pico de flexão do joelho²⁶ e a cadência²⁷ durante a subida da escada. Além disso, a associação entre o pico de adução do quadril e o pico de flexão do joelho pode indicar uma estratégia potencial para evitar o “colapso do valgo do joelho” e o subsequente estresse da articulação femoropatelar, uma vez que o aumento da adução do quadril pode reduzir a área de contato da articulação femoropatelar²⁸. De acordo com o nosso conhecimento, este é o primeiro estudo a destacar a relação potencial entre a compensação para o pico de flexão do joelho e a subsequente redução do pico de adução do quadril em indivíduos com DFP. É importante ressaltar que essa relação em mulheres com DFP pode reduzir a magnitude das diferenças na adução de pico do quadril entre indivíduos com e sem DFP. Investigação adicional dessa possível associação avaliada durante outras tarefas deve ser considerada na interpretação dos achados relacionados à cinemática do quadril.

Maior adução do quadril e eversão do retropé encontradas durante a subida de escada em mulheres com DFP indica que tanto as intervenções direcionadas proximal quanto

distalmente podem ser efetivas durante a reabilitação. Esta sugestão é consistente com as evidências atuais que apoiam a eficácia do exercício de reabilitação proximal e de palmilhas em indivíduos com DFP²⁹.

Considerando que o pico de adução do quadril possui melhor capacidade discriminatória do que a eversão do retropé e a flexão do joelho neste estudo, parece que os fatores proximais podem ser de maior importância. Com base nos achados deste estudo, intervenções direcionadas proximais (por exemplo, reabilitação de exercícios) podem ser necessárias para a maioria dos pacientes, enquanto intervenções distais (por exemplo, palmilha) podem ter relevância clínica para alguns poucos pacientes. No entanto, a generalização de nossas descobertas para outras tarefas (ou seja, agachamento, corrida e descida de degraus) requer cautela até que investigações similares possam ser concluídas.

Achados deste estudo e mecanismos de proteção reportado em outros estudos sugerem a possível presença de cinesiofobia em indivíduos com DFP durante a subida da escada^{30,31}. A importância de abordar este tópico na DFP é destacado pelos links recentemente³² de melhora clínica na dor e incapacidade com redução na cinesiofobia em indivíduos com DFP.

3.1.5. Conclusão

Maior pico de adução do quadril e eversão do retropé combinada com pico de flexão do joelho indica que a cinemática proximal, local e distal deve ser considerada no gerenciamento da DFP. No entanto, considerando que o pico máximo de adução do quadril possui o maior valor discriminatório, as intervenções direcionadas ao quadril (proximais) podem ser mais importantes. A relação de redução da flexão do joelho com redução da adução do quadril também indica uma possível estratégia compensatória para reduzir o estresse dinâmico do joelho em valgo e da articulação femoropatelar. Essa compensação deve ser

considerada em outra pesquisa que avalie a cinemática do quadril em indivíduos com DFP e que precise ser abordada durante a reabilitação.

3.1.6. Referências do estudo 1

1. Crossley KM, Stefanik JJ, Selfe J, et al. 2016 Patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 1: Terminology, definitions, clinical examination, natural history, patellofemoral osteoarthritis and patient-reported outcome m. *Br J Sports Med.* 2016;50(14):839-843. doi:10.1136/bjsports-2016-096384.
2. 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.
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. 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):411-414. doi:10.1136/bjsports-2014-093450.
5. Powers CM, Witvrouw E, Davis IS, Crossley KM. Evidence-based framework for a pathomechanical model of patellofemoral pain: 2017 patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester, UK: part 3. *Br J Sports Med.* 2017;bjsports-2017-098717. doi:10.1136/bjsports-2017-098717.
6. Lankhorst NE, Bierma-Zeinstra SM a, Van Middelkoop M. Risk factors for patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2012;42(2):81-94. doi:10.2519/jospt.2012.3803.
7. 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.
8. Powers C. The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: A theoretical perspective. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003;33(11):639-646.
9. Powers CM, Ward SR, Fredericson M, Guillet M, Shellock FG. Patellofemoral kinematics during weight-bearing and non-weight-bearing knee extension in persons with lateral subluxation of the patella: A preliminary study. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2003;33(11):677-685.
10. Noehren B, Hamill J, Davis I. Prospective evidence for a hip etiology in patellofemoral pain. *Med Sci Sports Exerc.* 2013;45(6):1120-1124. doi:10.1249/MSS.0b013e31828249d2.
11. McKenzie K, Galea V, Wessel J, Pierrynowski M. Lower extremity kinematics of females with patellofemoral pain syndrome while stair stepping. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40(10):625-632. doi:10.2519/jospt.2010.3185.

12. 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.
13. Barton CJ, Levinger P, Menz HB, Webster KE. Kinematic gait characteristics associated with patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *Gait Posture.* 2009;30(4):405-416. doi:10.1016/j.gaitpost.2009.07.109.
14. Domenech J, Sanchis-Alfonso V, López L, Espejo B. Influence of kinesiphobia and catastrophizing on pain and disability in anterior knee pain patients. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2013;21(7):1562-1568. doi:10.1007/s00167-012-2238-5.
15. 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):267-274. doi:10.1016/j.orthres.2003.08.014.
16. Perkins NJ, Schisterman EF. The inconsistency of “optimal” cut-points using two ROC based criteria. *Am J Epidemiol.* 2006;163(7):670-675.
17. Noehren B, Pohl MB, Sanchez Z, Cunningham T, Lattermann C. Proximal and distal kinematics in female runners with patellofemoral pain. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2012;27(4):366-371. doi:10.1016/j.clinbiomech.2011.10.005.
18. Song C-Y, Huang H-Y, Chen S-C, Lin J-J, Chang AH. Effects of femoral rotational taping on pain, lower extremity kinematics, and muscle activation in female patients with patellofemoral pain. *J Sci Med Sport.* 2014;Epub ahead. doi:10.1016/j.jsams.2014.07.009.
19. Noehren B, Scholz J, Davis I. The effect of real-time gait retraining on hip kinematics, pain and function in subjects with patellofemoral pain syndrome. *Br J Sports Med.* 2011;45(9):691-696. doi:10.1136/bjism.2009.069112.
20. Willy RW, Scholz JP, Davis IS. Mirror gait retraining for the treatment of patellofemoral pain in female runners. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2012;27(10):1045-1051. doi:10.1016/j.clinbiomech.2012.07.011.
21. Barton CJ, Levinger P, Webster KE, Menz HB. Walking kinematics in individuals with patellofemoral pain syndrome: a case-control study. *Gait Posture.* 2011;33(2):286-291. doi:10.1016/j.gaitpost.2010.11.022.
22. Collins N, Crossley K, Beller E, Darnell R, McPoil T, Vicenzino B. Foot orthoses and physiotherapy in the treatment of patellofemoral pain syndrome: randomised clinical trial. *Br Med J.* March 2008;337:a1735. doi:10.1136/bmj.a1735.
23. Barton CJ, Menz HB, Levinger P, Webster KE, Crossley KM. Greater peak rearfoot eversion predicts foot orthoses efficacy in individuals with patellofemoral pain syndrome. *Br J Sports Med.* 2011;45(9):697-701. doi:10.1136/bjism.2010.077644.
24. Ferreira AS, de Oliveira Silva D, Briani RV, et al. Which is the best predictor of excessive hip internal rotation in women with patellofemoral pain: Rearfoot eversion or hip muscle strength? Exploring subgroups. *Gait Posture.* 2018;62:366-371. doi:10.1016/j.gaitpost.2018.03.037.
25. Briani R V., Pazzinatto MF, Silva DO, Azevedo FM. Different pain responses to distinct levels of physical activity in women with patellofemoral pain. *Brazilian J Phys Ther.* 2017;21(2):138-143. doi:10.1016/j.bjpt.2017.03.009.

26. DeOliveira 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.
27. 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.
28. Willson JD, Davis IS. Lower extremity strength and mechanics during jumping in women with patellofemoral pain. *J Sport Rehabil.* 2009;18(1):76-90.
29. 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):923-934. doi:10.1136/bjsports-2014-093637.
30. Powers CM, Perry J, Hsu A, Hislop HJ. Are patellofemoral pain and quadriceps femoris muscle torque associated with locomotor function? *Phys Ther.* 1997;77(10):1063-1075. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9327821>.
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):115-123. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12297253>.
32. Doménech J, Sanchis-Alfonso V, Espejo B. Changes in catastrophizing and kinesiophobia are predictive of changes in disability and pain after treatment in patients with anterior knee pain. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014;22(10):2295-2300. doi:10.1007/s00167-014-2968-7.

3.2. Estudo 2: A influência da dor em parâmetros cinemáticos proximais, locais e distais de mulheres com dor femoropatelar durante subida de escadas

Este estudo encontra-se em fase de revisão pelos autores e será submetido para o periódico *Medicine & Science in Sport & Exercise* (Fator de Impacto = 4.29).

3.2.1. Introdução

Existe controvérsia na literatura com relação aos achados cinemáticos proximais, locais e distais. Alguns estudos reportam que indivíduos com DFP apresentam alterações de parâmetros cinemáticos de quadril¹, joelho² e pé³, enquanto achados de outros estudos os contrapõem⁴⁻⁶. Uma hipótese pertinente para esta controvérsia é que devido a característica intermitente da dor em indivíduos com DFP⁷, não é possível garantir que os indivíduos estejam em condição dolorosa no momento da coleta de dados e, conseqüentemente, os parâmetros cinemáticos podem não apresentar alterações em relação aos indivíduos assintomáticos⁸. Para testar esta hipótese, podemos utilizar um protocolo previamente publicado pelo nosso grupo de pesquisa^{9,10}, que gera sobrecarga na articulação femoropatelar, aumentando os níveis de dor.

Porém, a contribuição deste estudo vai além da contribuição estritamente científica (incoerência entre parâmetros cinemáticos na literatura reportados no parágrafo anterior), este estudo tem forte contribuição clínica. Compreender se, na presença de dor, indivíduos com DFP alteram o padrão de movimento é extremamente importante para o clínico responsável por avaliar e orientar esses indivíduos.

É importante ressaltar que estudos anteriores já demonstraram interesse em investigar a influência da dor no padrão de movimento de indivíduos com DFP, no entanto, esses estudos apresentam uma limitação importante. A limitação desses estudos^{11,12} é que o seus protocolos

envolvem aumento tanto do nível da dor quanto da fadiga, portanto, separar as influências desses fatores é impossível. Neste sentido, o protocolo proposto pelo nosso grupo é capaz de isolar a influência da dor, pois, reportamos anteriormente que este protocolo não leva a fadiga neuromuscular¹⁰. O objetivo deste estudo é avaliar a influência da dor em parâmetros cinemáticos proximais (quadril), locais (joelho) e distais (pé) de mulheres com DFP durante subida de escadas.

3.2.2. Métodos

Algumas seções dos métodos deste estudo foram idênticas aos métodos descritos no estudo 1, portanto, não serão repetidas neste estudo. Por favor, se referir aos seguintes tópicos para informações sobre: critérios de elegibilidade (tópico 3.1.2.3.); escada de teste (tópico 3.1.2.4.); procedimento experimental (tópico 3.1.2.5.); instrumentação (tópico 3.1.2.6.); sistema de análise de imagens em 3D (tópico 3.1.2.6.); processamento dos sinais (tópico 3.1.2.7.).

3.2.2.1. Amostra

A amostra foi composta por 57 mulheres com DFP com faixa etária de 18 a 35 anos¹³ que foram recrutadas por meio de anúncio nos cursos de graduação e pós-graduação da Universidade Estadual Paulista e também por posts em mídias sociais (Facebook e Twitter). Todas voluntárias que participaram da pesquisa assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, elaborado conforme resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, ficando uma cópia com o voluntário e outra com o pesquisador.

3.2.2.2. Subida de escadas pós protocolo de sobrecarga.

Após as 5 subidas de escada descritas no procedimento experimental (tópico 3.1.2.5.), as participantes foram submetidas a um protocolo de sobrecarga na articulação femoropatelar^{9,10}, no qual, elas realizaram 15 subidas de escadas vestindo uma mochila com carga equivalente a 35% da massa corporal de cada participante, com o intuito de aumentar o estresse na articulação femoropatelar de forma padronizada (Figura 16). Um metrônomo foi utilizado para padronizar o ritmo da subida e descida de escadas das voluntárias, o ritmo definido foi de 96 steps/min^{2,14}. O protocolo de sobrecarga da articulação femoropatelar foi interrompido quando a dor atingiu nível incompatível com a realização da tarefa, definido pela percepção de cada participante. Durante o protocolo, as participantes foram orientadas a marcar o nível de dor na EVA (0 – 100mm), após cada descida. Após um intervalo de 10 minutos ao protocolo as participantes repetiram à coleta dos dados cinemáticos.

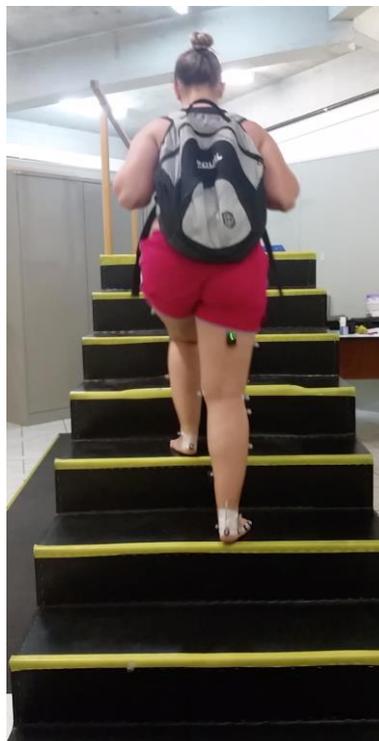


Figura 16 - Voluntária realizando subida de escada com carga equivalente a 35% da massa corporal em uma mochila.

3.2.2.3. Análise estatística

A análise estatística foi realizada no programa SPSS (versão 23.0, IBM, SPSS inc., Chicago, Il). Antes da análise estatística, todas as variáveis foram avaliadas quanto à normalidade e encontraram-se normalmente distribuídas com base na obtenção de $p < 0,05$ no teste de Kolmogorov-Smirnov. Média da idade, altura, massa corporal, nível de atividade física, cadência e medidas cinemáticas foram comparadas antes e após o protocolo usando testes t para amostras dependentes.

3.2.3. Resultados

As 57 mulheres incluídas neste estudo apresentam as seguintes características antropométricas em média (DP): idade = 22,04 anos; altura = 1,62 m; massa corporal = 61,9 kg; índice de massa corporal = 23,62 kg/m².

Após realizar o protocolo de sobrecarga o nível de dor no joelho das participantes aumentou de forma significativa e clinicamente importante 24,00 mm na escala visual analógica de dor ($p < 0,001$, 95% IC = 19,23; 28,76) – Tabela 3.

Apenas o pico de adução de quadril apresentou alteração estatisticamente significativa após a execução do protocolo de esforço, porém a redução de 0,35° parece não apresentar relevância clínica. As variáveis pico de flexão de joelho e pico de eversão do calcâneo não apresentaram diferença após a execução do protocolo de esforço. Os valores médios bem como a diferença média e o intervalo de confiança 95% das variáveis estão reportados na Tabela 3.

Tabela 3 – Média (DP) dos parâmetros cinemáticos antes e após a execução do protocolo de sobrecarga.

| Variáveis | Pré-Protocolo | Pós-Protocolo | Diferença média (Intervalo de Confiança 95%) |
|---------------------------|---------------|---------------|---|
| Dor após escada (EVA) | 15,93 (22,51) | 39,93 (27,71) | 24,00 (19,23; 28,76)* |
| Pico adução quadril (°) | 12,32 (3,35) | 11,96 (3,23) | 0,35 (0,04; 0,66)* |
| Pico flexão joelho (°) | 64,30 (4,31) | 64,40 (6,15) | 1,35 (-1,05; 3,76) |
| Pico eversão calcâneo (°) | 3,93 (3,81) | 4,02 (4,21) | -0,083 (-0,95; 0,78) |

* indica $p < 0,005$.

3.2.4. Discussão

Após a realização do protocolo de esforço as participantes relataram aumento clinicamente importante da dor no joelho e das 57 participantes apenas 3 não reportaram aumento da dor no joelho. Estes resultados indicam que o protocolo foi capaz de colocar quase a totalidade da amostra em uma condição de dor, conforme o proposto nos objetivos deste estudo. Entretanto, o comportamento dos picos das variáveis cinemáticas se manteve semelhantes a condição pré protocolo. Estes achados indicam que a presença de dor parece não influenciar essas variáveis cinemáticas comumente alteradas em indivíduos com DFP durante o gesto de subir escadas^{3,15,16}.

Apesar de nossa hipótese ser de que a exacerbação da dor seria acompanhada de alterações cinemáticas ter sido refutada é interessante discutir estes achados frente a literatura. Em uma revisão sistemática¹⁷ os autores indicaram que protocolos de tratamento são capazes de reduzir a dor e aumentar a função de indivíduos com DFP, sem que necessariamente haja mudança no padrão de movimento. Outro estudo recente¹⁸ mostrou que o pico de adução de quadril durante gestos funcionais não apresentou correlação com a melhora dos sintomas após um protocolo de tratamento.

Outro ponto a se considerar é que neste estudo avaliamos apenas o pico máximo de movimento das variáveis cinemáticas propostas, este parâmetro fornece poucas indicações do que realmente está acontecendo no traço cinemático durante toda a fase de apoio. E ainda, sabe-se que a variabilidade do movimento também é um fator importante a ser considerado, mesmo que picos máximos de movimento não se modifiquem de forma clinicamente importante^{19,20}. Além disso, este estudo não investigou parâmetros cinéticos como momentos articulares e estresse na articulação femoropatelar. Mesmo sem a mudança cinemática, esses parâmetros podem apresentar alteração na presença de dor.

Os achados deste estudo são extremamente importantes para certificar que a avaliação do padrão de movimento de pacientes com DFP durante gestos funcionais realizada por clínicos de forma visual, com sistemas de cinemetria 2D ou 3D, não sofrem interferência da característica intermitente da dor reportada por indivíduos com DFP⁹. Esses achados podem ser diretamente aplicados para prática clínica de fisioterapeutas e outros profissionais da saúde que avaliem a qualidade do movimento.

Algumas limitações metodológicas precisam ser mencionadas para que os nossos achados possam ser interpretados sem equívocos. Nós incluímos apenas mulheres adultas jovens na nossa amostra, portanto esses resultados não servem de base para interpretação clínica ou experimental em população de homens, adolescentes ou idosos. Nós apenas avaliamos o gesto de subida de escada, sabe-se que indivíduos com DFP reportam dor em várias atividades que sobrecarregam a articulação femoropatelar, não podemos afirmar que nossos achados se repetirão em outros gestos funcionais como agachamento, corrida e/ou aterrissagens.

3.2.5. Conclusão

A exacerbação imediata da dor parece não causar alterações clinicamente importantes nos picos máximos de adução de quadril, flexão de joelho e eversão do calcâneo em mulheres com DFP durante a subida de escadas.

3.2.6. Referências do estudo 2

1. Souza RB, Draper CE, Fredericson M, Powers CM. Femur rotation and patellofemoral joint kinematics: a weight-bearing magnetic resonance imaging analysis. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40(5):277-285. doi:10.2519/jospt.2010.3215
2. 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):267-274. doi:10.1016/j.orthres.2003.08.014
3. 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
4. Bolgla L, Malone TR, Umberger BR, Uhl TL. Hip strength and hip and knee kinematics during stair descent in females with and without patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008;38(1):12-18. doi:10.2519/jospt.2008.2462
5. Barton CJ, Levinger P, Webster KE, Menz HB. Walking kinematics in individuals with patellofemoral pain syndrome: a case-control study. *Gait Posture.* 2011;33(2):286-291. doi:10.1016/j.gaitpost.2010.11.022
6. 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
7. Grenholm A, Stensdotter AK, 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
8. Noehren B, Sanchez Z, Cunningham T, McKeon PO. The effect of pain on hip and knee kinematics during running in females with chronic patellofemoral pain. *Gait Posture.* 2012;36(3):596-599. doi:10.1016/j.gaitpost.2012.05.023
9. Pazzinatto MF, de Oliveira Silva D, Barton C, Rathleff MS, Briani RV, de Azevedo FM. Female adults with patellofemoral pain are characterized by widespread hyperalgesia, which is not affected immediately by patellofemoral joint loading. *Pain Med.* 2016;17(10):1953-1961. doi:10.1093/pm/pnw068
10. Briani R V., Pazzinatto MF, Silva DO, Azevedo FM. Different pain responses to distinct levels of physical activity in women with patellofemoral pain. *Brazilian J Phys Ther.* 2017;21(2):138-143. doi:10.1016/j.bjpt.2017.03.009
11. Dierks T a., Manal KT, Hamill J, Davis IS. Proximal and Distal Influences on Hip and Knee Kinematics in Runners With Patellofemoral Pain Syndrome During a Prolonged Run. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008;38(8):448-456. doi:10.2519/jospt.2008.2490
12. Willson JD, Davis IS. Lower extremity mechanics of females with and without patellofemoral pain across activities with progressively greater task demands. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2008;23(2):203-211.
13. 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.

14. 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(11):1-7. doi:10.1186/1471-2474-11-11
15. De Oliveira Silva D, Barton CJ, Pazzinatto MF, Briani RV, de Azevedo FM. Proximal mechanics during stair ascent are more discriminate of females with patellofemoral pain than distal mechanics. *Clin Biomech.* 2016;35(5):56-61. doi:10.1016/j.clinbiomech.2016.04.009
16. 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
17. Neal BS, Barton CJ, Gallie R, O'Halloran P, Morrissey D. Runners with patellofemoral pain have altered biomechanics which interventions can alter: a systematic review and meta-analysis. *Gait Posture.* 2016;45:69-82. doi:10.1016/j.gaitpost.2015.11.018
18. Pairo de Fontenay B, Esculier JF, Bouyer L, Roy JS. Hip kinematics during functional tasks in females with patellofemoral pain: Modification following rehabilitation and correlation with clinical improvement. *Phys Ther Sport.* 2018;32:7-14. doi:10.1016/j.ptsp.2018.03.001
19. Hamill J, Van Emmerik RE a, Heiderscheit BC, Li L. A dynamical systems approach to lower extremity running injuries. *Clin Biomech.* 1999;14(5):297-308. doi:10.1016/S0268-0033(98)90092-4
20. Heiderscheit BC, Hamill J, Van Emmerik RE a. Variability of stride characteristics and joint coordination among individuals with unilateral patellofemoral pain. *J Appl Biomech.* 2002;18(2):110-121.

4. SEÇÃO B – FATORES CLÍNICOS

4.1. Estudo 3: Implicações da crepitação do joelho na apresentação clínica de mulheres com e sem dor femoropatelar

O estudo original 3 foi publicado no periódico científico *Physical Therapy in Sport* (Fator de impacto = 1.91).

Physical Therapy in Sport 33 (2018) 89–95



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Physical Therapy in Sport

journal homepage: www.elsevier.com/ptsp



Original Research

Implications of knee crepitus to the overall clinical presentation of women with and without patellofemoral pain

Danilo de Oliveira Silva ^{a, b, *}, Christian Barton ^b, Kay Crossley ^b, Marina Waiteman ^a, Bianca Taborda ^a, Amanda Schenatto Ferreira ^a, Fábio Mícolis de Azevedo ^a



^a Laboratory of Biomechanics and Motor Control, School of Science and Technology, São Paulo State University (UNESP), Presidente Prudente, Brazil
^b La Trobe Sports and Exercise Medicine Research Centre (LASEM), School of Allied Health, La Trobe University, Bundoora, Victoria, Australia

4.1.1. Introdução

A DFP afeta até 25% dos indivíduos ativos,^{1,2} e acredita-se que esteja ligada ao desenvolvimento de osteoartrite femoropatelar (OA)^{3,4}. As mulheres têm duas vezes mais chances de desenvolver DFP do que os homens⁵. Clinicamente, pessoas com DFP frequentemente relatam dor durante atividades que sobrecarregam a articulação femoropatelar em posição de flexão do joelho ⁶. Pesquisas indicam que menor força do joelho⁷, padrão de movimento alterado⁸, cinesiofobia⁹, aumento da massa corporal¹⁰ e crepitação do joelho^{6,11} estão associados com DFP.

A crepitação do joelho é uma queixa frequente de indivíduos com DFP, e sua presença é reportada como critério de inclusão em vários estudos¹²⁻¹⁵. Crepitação do joelho sem a presença de dor parece ser um fator importante a ser considerado. Especificamente, em uma população sem nenhum sintoma de desordem no joelho pré-existente a nenhum sinal radiográfico de osteoartrite, a crepitação do joelho foi considerada um fator de risco para o desenvolvimento de osteoartrite sintomática de joelho¹⁶ após 4 anos do teste inicial, possivelmente representando sinais precoces de osteoartrite femoropatelar¹⁷. Apesar de ter sido amplamente estudada e reportada na literatura de osteoartrite de joelho, a potencial importância da crepitação de joelho em indivíduos com DFP é pouco compreendida.

Para o indivíduo com DFP, a crepitação do joelho cria emoções negativas e crenças que o levam a alterar o seu comportamento (ex: cinesiofobia e redução do nível de atividade física)¹⁸. Apesar disso, um estudo recente do nosso grupo de pesquisa indicou que a crepitação do joelho não está associada com função autorreportada e dor em vários gestos funcionais em indivíduos com DFP¹¹. Entretanto, ainda não se sabe a capacidade da crepitação do joelho em influenciar outras características clínicas de indivíduos com DFP (ex: catastrofização da dor, cinesiofobia, diminuição do nível de atividade física e redução do torque muscular dos extensores de joelho), as quais podem estar relacionadas com pior prognóstico desta população¹⁹. Entender melhor a relação entre a crepitação do joelho e outras características clínicas presentes em indivíduos com DFP, pode auxiliar clínicos e pesquisadores a determinar a importância de desenvolver intervenções buscando reduzir a intensidade e/ou frequência da crepitação²⁰. Além disso, investigar a implicação da crepitação do joelho em indivíduos assintomáticos pode indicar a necessidade de estudos prospectivos investigando se a crepitação do joelho é um fator de risco para indivíduos com DFP.

O objetivo deste estudo foi comparar características antropométricas, função objetiva e autorreportada, rigidez do joelho autorreportada, cinesiofobia, catastrofismo e torque dos

músculos extensores do joelho entre mulheres (i) com DFP e crepitação (DFP_{crepitação}); (ii) com DFP e sem crepitação (DFP_{NOcrepitação}); (iii) sem DFP e com crepitação (Assintomática_{crepitação}); e (iv) sem DFP e sem crepitação (Assintomática_{NOcrepitação}).

4.1.2. Métodos

4.1.2.1. Participantes

Sessenta e seis mulheres com DFP e cinquenta e uma mulheres assintomáticas com idade entre 18-35 anos foram recrutadas por meio de anúncios na universidade e posts em mídias sociais. Com o objetivo de manter o cegamento nas avaliações, um fisioterapeuta que não participou das coletas de dados foi o responsável pelo recrutamento. Este estudo transversal foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual Paulista, campus Presidente Prudente-SP. Cada participante forneceu consentimento livre e esclarecido antes da participação no estudo. Os critérios de elegibilidade utilizados neste estudo foram os mesmos já descritos no tópico 3.1.2.3.

4.1.2.2. Procedimentos

Um avaliador previamente treinado explicou em detalhes para os participantes como realizar cada teste. Antes de iniciar a avaliação propriamente dita alguns dados demográficos foram obtidos como: idade, massa corporal e altura.

4.1.2.3. Teste clínico de crepitação do joelho

O investigador colocou a palma da mão sobre a patela de cada participante para detectar a presença de uma sensação de ranger durante dois agachamentos consecutivos, os participantes foram instruídos a agachar o mais profundo que eles conseguissem até o limite máximo de 90°²¹. O teste era considerado positivo para crepitação do joelho quando uma sensação de ranger ou estalos eram detectados durante o arco de movimento²⁰. Entretanto, apenas um ou dois estalos eventuais não eram considerados crepitação²⁰. A reprodutibilidade deste teste foi previamente testada com valores de Kappa iguais a 0.860 (Intervalo de confiança 95% = 0.727–0.993) para indivíduos com DFP e iguais a 0.906 (Intervalo de confiança 95% = 0.816–0.995) para indivíduos assintomáticos¹¹.

4.1.2.4. Instrumentos autorreportados

Os participantes preencheram os seguintes instrumentos: AKPS para função; Escala Tampa para cinesiofobia; Escala de catastrofização da dor; e uma EVA (0-100mm) para rigidez do joelho.

4.1.2.5. Função objetiva

Duas tarefas foram realizadas para avaliar a função objetiva das participantes: (i) *Step-down* anterior e o *Single leg hop test* (Figura 17). Cada participante realizou 3 familiarizações antes de executar cada teste.

Para realizar o *Step-down* anterior os participantes ficavam em pé com apoio bipodal em um degrau com altura de 20cm e faziam o movimento com a perna não avaliada simulando uma descida de degrau, enquanto mantinham a perna avaliada fixa no degrau. Ao tocar o calcanhar da perna não avaliada no chão os voluntários eram orientados a retornar a posição

inicial. Durante todo o teste os voluntários deviam manter as mãos na cintura. O número máximo de repetições que os participantes eram capazes de fazer durante 30 segundos, era anotado pelo avaliador²².

Para realizar o *Single leg hop test*, os participantes foram posicionados com o calcanhar em uma marca no chão e instruídos a permanecerem em apoio unipodal com os braços cruzados em suas costas. Então, os participantes foram orientados a pular o mais longe possível e aterrissarem com o mesmo pé. A distância do salto foi mensurada em centímetros da marca inicial a qual os participantes foram posicionados inicialmente até a posição do tornozelo no momento da aterrissagem. O salto só era validado caso a participante mantivesse o equilíbrio e não desse saltos extras no momento da aterrissagem. Quando a tentativa não era validada o participante era orientado a repetir a tentativa. O teste foi repetido 3 vezes e a média foi utilizada para as análises.

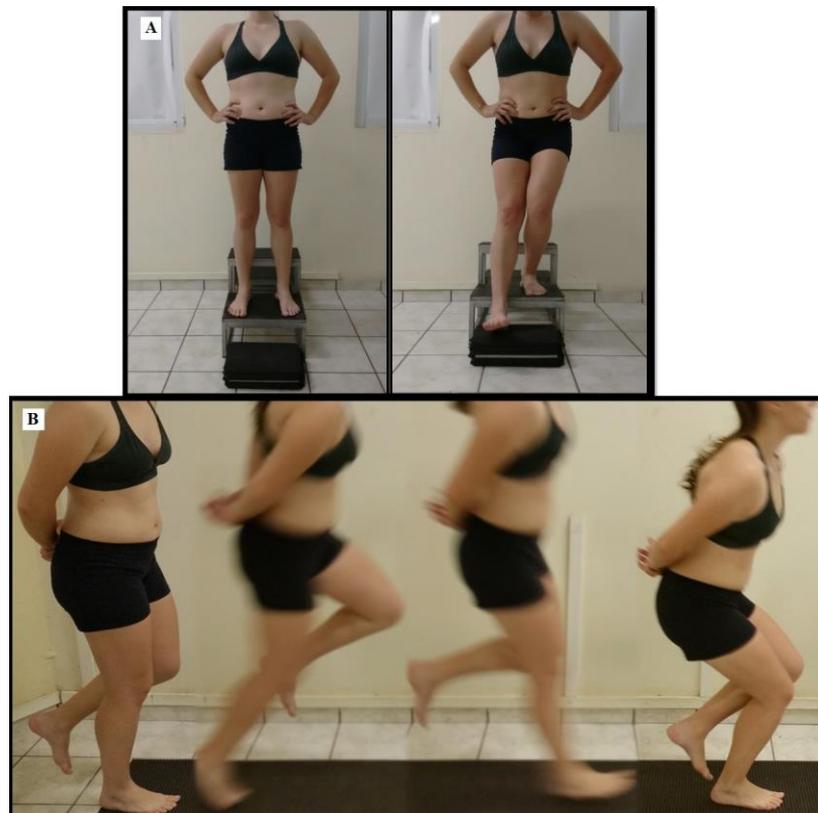


Figura 17 - A) Step-down anterior. B) Single leg hop test.

4.1.2.6. Torque dos músculos extensores do joelho

Foi realizada a avaliação do torque isométrico, concêntrico e excêntrico dos músculos extensores do joelho com o uso de um dinamômetro isocinético (*Biodex System 4 Pro*, New York, USA). Os participantes foram avaliados na posição sentada com o quadril e joelho não testado com 90° de flexão de joelho. O centro da articulação do joelho foi alinhado com o eixo do dinamômetro e quatro cintos foram utilizados para estabilizar as participantes. Os músculos extensores do joelho foram avaliados em uma angulação de 60° de flexão do joelho^{23,24}. A ordem da avaliação das contrações foi aleatorizada.

Os participantes realizaram um procedimento de familiarização para o teste isométrico com 2 contrações submáximas de 6 segundos com intervalos de 1 minuto entre as tentativas. Em seguida, duas contrações máximas de 6 segundos com intervalos de 1 minuto entre cada tentativa, o maior valor foi considerado para as análises. Os participantes também realizaram procedimentos de familiarização para os testes concêntrico e excêntrico, com uma série de 5 contrações submáximas e uma série de 2 contrações máximas, com 1 minuto de intervalos para descanso²⁵. Os testes concêntricos e excêntricos foram realizados na velocidade angular de 30°/s²⁶. Na sequência, as participantes realizaram 2 séries de 5 repetições máximas com 3 minutos de intervalo entre as séries. Durante todos os tipos de contração encorajamentos verbais padronizados foram realizados para estimular os participantes a produzirem seu máximo esforço. Para corrigir a influência da gravidade, o membro avaliado foi pesado antes de cada teste e o *software* (*Biodex System 4 Pro*) do dinamômetro isocinético corrigiu os dados automaticamente.

Os dados obtidos pelo dinamômetro isocinético foram analisados utilizando rotinas customizadas no *software* MatLab (MATLAB; The MathWorks, Inc, Natick, MA). As variáveis de interesse foram pico máximo dos torques isométrico, concêntrico e excêntrico dos

músculos extensores do joelho. Os dados de torque (N.m) foram normalizados pela massa corporal ($[\text{N.m/kg}] \times 100$)²⁵.

4.1.2.7. Análise estatística

Primeiramente, a amostra foi dividida em 4 grupos baseado na presença de DFP e crepitação: (i) com DFP e crepitação (DFP_{crepitação}); (ii) com DFP e sem crepitação (DFP_{NOcrepitação}); (iii) sem DFP e com crepitação (Assintomática_{crepitação}); e (iv) sem DFP e sem crepitação (Assintomática_{NOcrepitação}). O teste Chi-quadrado foi utilizado para avaliar a associação entre a presença de crepitação e a presença de DFP.

A média de idade, altura, massa corporal índice de massa corporal, medidas autorreportadas, função objetiva, torques isométricos, concêntrico e excêntricos foram comparadas entre grupos usando análises de variância (ANOVA). Quando valores de F foram significativos ($p < 0.05$), foram utilizados testes *post-hoc* Tukey ajustados para comparações múltiplas para identificar quais grupos apresentaram diferenças. Para não basearmos nossa interpretação somente em valores de p, também calculamos as diferenças medias, intervalo de confiança 95% e tamanhos de efeito (D de Cohen) para cada comparação *post-hoc*. As diretrizes para interpretação do D de Cohen são: 0 a 0,40 efeito pequeno, 0,41 a 0,70 efeito moderado, 0,71 ou efeito grande²⁷. As análises estatísticas foram realizadas usando o *Statistical Software for Social Sciences* (IBM 23.0, SPSS inc., Chicago, IL) com o nível de significância de 0,05 definido *a priori*.

4.1.3. Resultados

4.1.3.1. Presença de crepitação do joelho

Das 65 mulheres com DFP incluídas neste estudo, 33 (50,7%) apresentaram crepitação do joelho e 32 (49,3%) não apresentaram crepitação do joelho. Das 51 mulheres assintomáticas incluídas neste estudo 17 (33,3%) apresentaram crepitação do joelho e 36 (66,7%) não apresentaram crepitação do joelho. Os resultados do teste Chi-quadrado indicaram que a presença de crepitação do joelho foi estatisticamente associada com a presença de DFP ($\chi^2_{(1)} = 4,17$; $p = 0,031$). Os dados médios de todas as variáveis estão reportados na tabela 4.

Tabela 4 – Características dos participantes.

| Variáveis | Assintomática_{NO}crepitação | Assintomática_{crepitação} | DFP_{NO}crepitação | DFP_{crepitação} | Valor F | p-valor |
|--|---|---|-----------------------------------|---------------------------------|----------------|----------------|
| <i>Demográficos</i> | | | | | | |
| Idade (anos) | 22,06 (2,81) | 22,18 (3,57) | 21,53 (3,87) | 22,91 (2,56) | 1,02 | 0,383 |
| Altura (m) | 1,64 (0,03) | 1,62 (0,04) | 1,64 (0,05) | 1,63 (0,06) | 0,132 | 0,584 |
| Massa corporal (kg) | 57,82 (5,65) | 56,92 (6,92) | 61,94 (7,55) | 64,72 (6,12) | 7,89 | <0,001 |
| Índice de massa corporal | 22,01 (2,82) | 21,61 (2,15) | 22,77 (3,74) | 24,74 (3,36) | 5,50 | 0,001 |
| <i>Variáveis autorreportadas</i> | | | | | | |
| Função (AKPS) | 98,56 (2,31) | 98,29 (3,09) | 70,94 (10,58) | 74,82 (9,25) | 107,92 | <0,001 |
| Cinesiofobia | 28,32 (4,74) | 28,47 (4,41) | 36,28 (6,77) | 36,30 (6,84) | 16,82 | <0,001 |
| Catastrofização da dor | 1,29 (3,52) | 3,24 (4,59) | 16,06 (9,94) | 12,55 (7,67) | 30,07 | <0,001 |
| Rigidez do joelho (EVA) | 0,79 (2,50) | 4,71 (9,40) | 27,88 (2,68) | 28,36 (1,25) | 19,90 | <0,001 |
| <i>Função objetiva</i> | | | | | | |
| Step-down anterior (repetição) | 21,26 (5,92) | 18,24 (6,00) | 17,53 (4,79) | 17,91 (6,44) | 2,86 | 0,040 |
| Single leg hop teste (cm) | 96,96 (19,61) | 86,41 (17,95) | 85,50 (14,94) | 90,81 (23,13) | 2,96 | 0,039 |
| <i>Torque dos extensores do joelho</i> | | | | | | |
| Isométrico (Pico TQ/MC) | 278,27 (60,82) | 265,88 (56,60) | 225,23 (68,37) | 223,85 (72,89) | 5,51 | 0,001 |
| Concêntrico (Pico TQ/MC) | 223,40 (41,71) | 215,34 (41,71) | 205,85 (71,52) | 183,51 (63,62) | 2,84 | 0,041 |
| Excêntrico (Pico TQ/MC) | 279,55 (70,52) | 265,33 (80,08) | 237,66 (70,21) | 230,75 (81,01) | 2,98 | 0,034 |

AKPS = Anterior knee pain scale; EVA = Escala visual analógica; TQ/MC = Pico do torque normalizado pela massa corporal.

4.1.3.2. Variáveis autorreportadas e antropométricas

Não houve diferença entre os grupos para idade ($p = 0,383$) e altura ($p = 0,584$). Entretanto, o grupo DFP_{crepitação} apresentou maior massa corporal ($p < 0,001$, tamanho de efeito moderado a grande) e índice de massa corporal ($p = 0,001$, tamanho de efeito de moderado a grande) comparado aos outros 3 grupos (Tabela 5).

Tabela 5 – Diferença média, intervalo de confiança (IC) 95% e tamanhos de efeito das comparações *post hoc* com $p < 0,05$ para medidas antropométricas.

| Variáveis | Diferença média (IC 95%) | Tamanho de efeito (IC 95%) |
|--|-----------------------------|-------------------------------|
| <i>Massa corporal (kg)</i> | | |
| DFP _{crepitação} vs DFP _{NOcrepitação} | 4,79 (0,35; 9,23) | 0,41 (0,09; 0,89) |
| DFP _{crepitação} vs Assintomática _{crepitação} | 9,02 (4,29; 13,74) | 1,19 (0,57; 1,83) |
| DFP _{crepitação} vs Assintomática _{NOcrepitação} | 7,52 (3,89; 11,14) | 1,17 (0,65; 1,67) |
| <i>Índice de massa corporal (kg/m²)</i> | | |
| DFP _{crepitação} vs DFP _{NOcrepitação} | 1,97 (0,20; 3,73) | 0,55 (0,55; 1,04) |
| DFP _{crepitação} vs Assintomática _{crepitação} | 3,12 (1,31; 4,93) | 1,10 (0,60; 1,62) |
| DFP _{crepitação} vs Assintomática _{NOcrepitação} | 2,72 (1,21; 4,24) | 0,88 (0,23; 1,45) |

Ambos grupos com DFP apresentaram menor função autorreportada ($p < 0,001$, tamanho de efeito grande); e maior cinesiofobia ($p < 0,001$, tamanho de efeito grande), catastrofização da dor ($p < 0,001$, tamanho de efeito grande) e rigidez do joelho ($p < 0,001$, tamanho de efeito grande) comparado com ambos os grupos de mulheres assintomáticas (Tabela 6). Houve diferenças entre os grupos DFP_{crepitação} e DFP_{NOcrepitação} comparado aos grupos Assintomática_{crepitação} e Assintomática_{NOcrepitação} para todas as variáveis.

Tabela 6 – Diferença média, intervalo de confiança (IC) 95% e tamanhos de efeito das comparações *post hoc* com $p < 0,05$ para as variáveis autorreportadas.

| Variáveis | Diferença média (IC 95%) | Tamanho de efeito (IC 95%) |
|--|-----------------------------|-------------------------------|
| <i>Anterior Knee Pain Scale (AKPS)</i> | | |
| DFP _{crepitação} vs Assintomática _{crepitação} | -23,47 (-28,13; -18,81) | 3,40 (2,67; 4,18) |
| DFP _{crepitação} vs Assintomática _{NOcrepitação} | -23,74 (-27,00; -20,47) | 3,52 (2,19; 3,90) |
| DFP _{NOcrepitação} vs Assintomática _{crepitação} | -27,35 (-32,66; -22,05) | 3,50 (2,78; 4,34) |
| DFP _{NOcrepitação} vs Assintomática _{NOcrepitação} | -27,62 (-31,33; -23,90) | 3,60 (2,25; 4,00) |
| <i>Cinesiofobia</i> | | |
| DFP _{crepitação} vs Assintomática _{crepitação} | 7,83 (4,14; 11,52) | 1,36 (0,83; 1,88) |
| DFP _{crepitação} vs Assintomática _{NOcrepitação} | 7,98 (5,11; 10,84) | 1,35 (0,62; 1,90) |
| DFP _{NOcrepitação} vs Assintomática _{crepitação} | 7,81 (4,14; 11,47) | 1,37 (0,84; 1,90) |
| DFP _{NOcrepitação} vs Assintomática _{NOcrepitação} | 7,95 (5,09; 10,81) | 1,27 (0,63; 1,92) |
| <i>Catastrofização da dor</i> | | |
| DFP _{crepitação} vs Assintomática _{crepitação} | 9,31 (5,22; 13,39) | 1,47 (0,94; 2,01) |
| DFP _{crepitação} vs Assintomática _{NOcrepitação} | 11,25 (8,35; 14,15) | 1,68 (1,00; 2,36) |
| DFP _{NOcrepitação} vs Assintomática _{crepitação} | 12,82 (7,69; 17,96) | 1,67 (1,11; 2,23) |
| DFP _{NOcrepitação} vs Assintomática _{NOcrepitação} | 14,76 (11,14; 18,39) | 1,74 (1,05; 2,43) |
| <i>Rigidez do joelho (0 – 100mm EVA)</i> | | |
| DFP _{crepitação} vs Assintomática _{crepitação} | 23,65 (11,25; 33,05) | 3,52 (2,66; 4,17) |
| DFP _{crepitação} vs Assintomática _{NOcrepitação} | 27,57 (20,23; 34,90) | 13,94 (12,16; 18,54) |
| DFP _{NOcrepitação} vs Assintomática _{crepitação} | 23,16 (10,11; 36,22) | 3,35 (2,50; 3,97) |
| DFP _{NOcrepitação} vs Assintomática _{NOcrepitação} | 27,08 (19,26; 34,89) | 10,45 (7,99; 12,35) |

4.1.3.3. Função objetiva e torque dos músculos extensores do joelho

Os dois grupos com DFP e o grupo Assintomática_{crepitação} apresentaram menor função objetiva durante o Step-down anterior ($p < 0,040$, tamanho de efeito moderado) e Single leg hop teste ($p < 0,039$, tamanho de efeito pequeno a moderado) comparado ao grupo Assintomática_{NOcrepitação} (Tabela 7).

Tabela 7 – Diferença média, intervalo de confiança (IC) 95% e tamanhos de efeito das comparações *post hoc* com $p < 0,05$ para função objetiva.

| Variáveis | Diferença média (IC 95%) | Tamanho de efeito (IC 95%) |
|--|-----------------------------|-------------------------------|
| <i>Step-down anterior (repetição)</i> | | |
| DFP _{crepitação} vs Assintomática _{NOcrepitação} | -3,35 (-6,37; -0,33) | 0,54 (0,07; 1,12) |
| DFP _{NOcrepitação} vs Assintomática _{NOcrepitação} | -3,73 (-6,39; -1,07) | 0,69 (0,10; 1,31) |
| Assintomática _{crepitação} vs Assintomática _{NOcrepitação} | -3,02 (-6,58; -0,52) | 0,50 (0,02; 1,08) |
| <i>Single leg hop teste (cm)</i> | | |
| DFP _{crepitação} vs Assintomática _{NOcrepitação} | -6,14 (-16,59; -0,04) | 0,28 (-0,31; 0,86) |
| DFP _{NOcrepitação} vs Assintomática _{NOcrepitação} | -11,46 (-20,07; -2,84) | 0,68 (0,08; 1,28) |
| Assintomática _{crepitação} vs Assintomática _{NOcrepitação} | -10,52 (-21,92; -0,86) | 0,56 (0,04; 1,16) |

Os dois grupos com DFP apresentaram menor torque isométrico, concêntrico e excêntrico dos músculos extensores do joelho ($p < 0,041$, tamanhos de efeito pequeno a grande) comparado ao grupo Assintomática_{NOcrepitação} (Tabela 8). Não houve diferença entre os grupos DFP_{crepitação} e DFP_{NOcrepitação}. Também não houve diferenças entre os grupos com DFP e o grupo Assintomática_{crepitação}.

Tabela 8 – Diferença média, intervalo de confiança (IC) 95% e tamanhos de efeito das comparações *post hoc* com $p < 0,05$ para o torque dos músculos extensores do joelho.

| Variáveis | Diferença média (IC 95%) | Tamanho de efeito (IC 95%) |
|--|-----------------------------|-------------------------------|
| <i>Torque isométrico extensor</i> | | |
| DFP _{crepitação} vs Assintomática _{NOcrepitação} | -54,41 (-87,13; -21,70) | 0,81 (0,17; 1,38) |
| DFP _{NOcrepitação} vs Assintomática _{NOcrepitação} | -53,04 (-84,82; -21,26) | 0,81 (0,18; 1,40) |
| <i>Torque concêntrico extensor</i> | | |
| DFP _{crepitação} vs Assintomática _{NOcrepitação} | -39,88 (-66,06; -13,71) | 0,74 (0,08; 1,29) |
| DFP _{NOcrepitação} vs Assintomática _{NOcrepitação} | -17,54 (-46,13; -0,11) | 0,29 (-0,32; 0,87) |
| <i>Torque excêntrico extensor</i> | | |
| DFP _{crepitação} vs Assintomática _{NOcrepitação} | -48,79 (-85,82; -11,76) | 0,64 (0,02; 1,22) |
| DFP _{NOcrepitação} vs Assintomática _{NOcrepitação} | -41,88 (-76,50; -7,25) | 0,59 (0,01; 1,18) |

4.1.4. Discussão

Os achados deste estudo indicam que a crepitação do joelho é significativamente mais prevalente em mulheres com DFP (50,7%) comparado a mulheres assintomáticas (33,3%). Os achados também indicam maior cinesiofobia e catastrofização da dor independente da presença de crepitação do joelho ou não. Além disso, a função autorreportada foi menor e a rigidez do joelho maior nos grupos com DFP comparados aos grupos assintomáticos, independente da presença de crepitação ou não. De forma interessante, mulheres com DFP e mulheres assintomáticas com crepitação apresentaram menor função comparado ao grupo de mulheres assintomáticas sem crepitação do joelho.

Apesar da crepitação ser mais prevalente em mulheres com DFP, um terço das mulheres assintomáticas também apresentaram crepitação do joelho. Esta taxa é similar a de um estudo recente com maior tamanho amostral, no qual 33,5% das mulheres assintomáticas apresentaram crepitação do joelho¹¹. Além disso, em um estudo populacional investigando a prevalência de osteoartrite de joelho em indivíduos com mais de 40 anos, a crepitação do joelho foi reportada em 38,1% das mulheres²⁸. Portanto, clinicamente, a taxa de crepitação em populações assintomáticas parece oscilar entre 30 e 40%.

A presença de menor capacidade funcional (tamanho de efeito moderado) apresentado por mulheres assintomáticas com crepitação pode indicar que este sinal talvez indique mulheres em risco de desenvolver DFP. Além disso, as mulheres com DFP apresentaram menor torque dos músculos extensores do joelho apenas comparado ao grupo de mulheres assintomáticas sem crepitação do joelho. Este achado pode indicar que futuros estudos comparando torque dos músculos extensores de joelho entre populações assintomáticas e com DFP devem ficar atentos a presença de crepitação pois este fator pode ser um parâmetro de confusão dos resultados.

A crepitação do joelho afeta negativamente as crenças de indivíduos com DFP, e ainda pode alterar o padrão de movimento desta população em uma tentativa de evitar ouvir o barulho e também pode ser responsável pela baixa aderência ao exercício¹⁸. Nenhuma diferença foi encontrada entre mulheres com DFP com e sem crepitação do joelho. Estes resultados parecem indicar que uma vez que os sintomas de DFP estão instalados, a presença ou não de crepitação tem pouca influência nas características biomecânica, clínicas e psicológicas frequentemente reportadas nesta população. Estes achados contribuem aos resultados recentes indicando que a crepitação do joelho não tem associação com dor durante agachamento, subida e descida de escadas¹¹. Juntos, esses resultados compõem uma informação potente para clínicos implementarem em seu conjunto de tratamentos ao educar pacientes com DFP e reorganizar positivamente as crenças relacionadas a crepitação¹⁸.

Apesar de pesquisas anteriores indicarem que a crepitação do joelho não está associada com a dor de indivíduos com DFP, esses indivíduos frequentemente se queixam da ausência de explicação por parte dos profissionais de saúde com relação as causas e implicações da crepitação¹⁸. Como pacientes com DFP deixaram claro em estudos qualitativos que gostariam de melhorar o entendimento sobre crepitação do joelho, nós recomendamos fortemente que clínicos sejam coerentes ao informar pacientes com relação ao significado da crepitação para pacientes com DFP^{18,20}. No entanto, a etiologia da crepitação no joelho permanece desconhecida, porém, pesquisas anteriores indicam que o som pode ser devido a bolhas de gás no líquido sinovial, estalos ligamentares e hiper mobilidade ou menisco discoide²⁰.

Implicação clínica

A crepitação do joelho não é claramente compreendida por clínicos e por pacientes^{18,20}, muitos indivíduos desenvolvem medo devido ao barulho oriundo da crepitação e acabam por

mudar seu comportamento^{18,20}. Além disso, indivíduos com DFP reportam que eles gostariam de obter mais informações sobre sua condição²⁹, mas frequentemente não tem boas experiências com profissionais de saúde sobre o que pode causar a DFP e outros sinais e sintomas, como a crepitação do joelho¹⁸. Baseado em nossos resultados, clínicos podem informar pacientes com DFP que a crepitação do joelho parece não indicar fraqueza muscular e/ou limitação funcional e é um sinal também comum em pessoas assintomáticas.

Limitações e direções futuras

Embora mulheres assintomáticas com crepitação do joelho tenham apresentado menor capacidade funcional mensurada de forma objetiva, as implicações deste resultado a longo prazo ainda permanecem incertas. O delineamento transversal da nossa pesquisa não nos possibilita responder essa pergunta. Pesquisas futuras podem investigar se a crepitação do joelho é um fator de risco para o desenvolvimento de DFP e a crepitação está ligada a alteração comportamental, como por exemplo evitar a realização de atividade física, o que poderia levar a diminuição da capacidade funcional.

4.1.5. Conclusão

Mulheres com DFP tem maior probabilidade de apresentar crepitação no joelho do que mulheres assintomáticas. Mulheres com DFP apresentaram maior cinesiofobia, catastrofização da dor e rigidez do joelho comparado a mulheres assintomáticas, independentemente da presença de crepitação. Além disso, mulheres com DFP e mulheres assintomáticas com crepitação apresentaram menor capacidade funcional comparado a mulheres assintomáticas

sem crepitação do joelho. Estes resultados indicam que tanto a dor quanto a crepitação podem influenciar a capacidade funcional.

4.1.6. Referências do estudo 3

1. Smith BE, Selfe J, Rathleff MS. Incidence and prevalence of patellofemoral pain: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2018;13(1):e0190892. doi:10.1371/journal.pone.0190892
2. Glaviano NR, Kew M, Hart JM, Saliba S. Demographic and epidemiological trends in patellofemoral pain. *Int J Sports Phys Ther*. 2015;10(3):281-290. doi:10.1590/bjpt-rbf.2014.0123
3. Crossley KM. Is patellofemoral osteoarthritis a common sequela of patellofemoral pain? *Br J Sports Med*. 2014;48(6):409-410. doi:10.1136/bjsports-2014-093445
4. Wyndow N, Collins N, Vicenzino B, Tucker K, Crossley K. Is there a biomechanical link between patellofemoral pain and osteoarthritis? A narrative review. *Sport Med*. 2016;46(12):1797-1808. doi:10.1007/s40279-016-0545-6
5. 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
6. Crossley KM, Stefanik JJ, Selfe J, et al. 2016 Patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 1: Terminology, definitions, clinical examination, natural history, patellofemoral osteoarthritis and patient-reported outcome m. *Br J Sports Med*. 2016;50(14):839-843. doi:10.1136/bjsports-2016-096384
7. Toumi H, Best TM, Pinti A, Lavet C, Benhamou CL, Lespessailles E. The role of muscle strength & activation patterns in patellofemoral pain. *Clin Biomech*. 2013;28(5):544-548. doi:10.1016/j.clinbiomech.2013.04.005
8. De Oliveira Silva D, Barton CJ, Pazzinatto MF, Briani RV, de Azevedo FM. Proximal mechanics during stair ascent are more discriminate of females with patellofemoral pain than distal mechanics. *Clin Biomech*. 2016;35(5):56-61. doi:10.1016/j.clinbiomech.2016.04.009
9. Domenech J, Sanchis-Alfonso V, López L, Espejo B. Influence of kinesiophobia and catastrophizing on pain and disability in anterior knee pain patients. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc*. 2013;21(7):1562-1568. doi:10.1007/s00167-012-2238-5
10. Hart HF, Barton CJ, Khan KM, Riel H, Crossley KM. Is body mass index associated with patellofemoral pain and patellofemoral osteoarthritis? A systematic review and meta-regression and analysis. *Br J Sports Med*. 2017;51(10):781-790. doi:10.1136/bjsports-2016-096768
11. De Oliveira Silva D, Pazzinatto MF, Priore LB Del, et al. Knee crepitus is prevalent in women with patellofemoral pain, but is not related with function, physical activity and pain. *Phys Ther Sport*. 2018;33:7-11. doi:10.1016/j.ptsp.2018.06.002
12. Kastelein M, Luijsterburg PAJ, Heintjes EM, et al. The 6-year trajectory of non-traumatic knee symptoms (including patellofemoral pain) in adolescents and young adults in general practice: a study of clinical predictors. *Br J Sports Med*. 2014;49:400-405. doi:10.1136/bjsports-2014-093557
13. Price a J, Jones J, Allum R. Chronic traumatic anterior knee pain. *Injury*. 2000;31(5):373-

378. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10775695>.
14. Patil S, White L, Jones A, Hui ACW. Idiopathic anterior knee pain in the young. A prospective controlled trial. *Acta Orthop Belg.* 2010;76(3):356-359. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20698457>.
 15. Nijs J, Van Geel C, Van Der Auwera C, Van de Velde B. Diagnostic value of five clinical tests in patellofemoral pain syndrome. *Man Ther.* 2006;11(1):69-77. doi:10.1016/j.math.2005.04.002
 16. Lo GH, Strayhorn MT, Driban JB, Price LL, Eaton CB, Mcalindon TE. Subjective Crepitus as a Risk Factor for Incident Symptomatic Knee Osteoarthritis: Data From the Osteoarthritis Initiative. *Arthritis Care Res (Hoboken).* 2018;70(1):53-60. doi:10.1002/acr.23246
 17. Schiphof D, Van Middelkoop M, De Klerk BM, et al. Crepitus is a first indication of patellofemoral osteoarthritis (and not of tibiofemoral osteoarthritis). *Osteoarthr Cartil.* 2014;22(5):631-638. doi:10.1016/j.joca.2014.02.008
 18. Robertson CJ, Hurley M, Jones F. People's beliefs about the meaning of crepitus in patellofemoral pain and the impact of these beliefs on their behaviour: A qualitative study. *Musculoskelet Sci Pract.* 2017;28:59-64. doi:10.1016/j.msksp.2017.01.012
 19. Lankhorst NE, van Middelkoop M, Crossley KM, et al. Factors that predict a poor outcome 5–8 years after the diagnosis of patellofemoral pain: a multicentre observational analysis. *Br J Sports Med.* 2016;50(14):881-886. doi:10.1136/bjsports-2015-094664
 20. Song SJ, Park CH, Liang H, Kim SJ. Noise around the knee. *Clin Orthop Surg.* 2018;10(1):1-8. doi:10.4055/cios.2018.10.1.1
 21. Souza TA. *Conservative Management of Sport Injuries.* (Hyde TE, Gengenbach MS, eds.). Maryland: Williams & Wilkins; 1997.
 22. Loudon JK, Wiesner D, Goist-foley HL, Asjes C, Loudon KL. Intrarater reliability of functional performance tests for subjects with patellofemoral pain syndrome. *J Athl Train.* 2002;37(3):256-261.
 23. Nakagawa TH, Baldon RDM, Muniz TB, Serrão FV. Relationship among eccentric hip and knee torques , symptom severity and functional capacity in females with patellofemoral pain syndrome. *Phys Ther Sport.* 2011;12(3):133-139. doi:10.1016/j.ptsp.2011.04.004
 24. Pua YH, Clark RA, Bryant AL. Physical function in hip osteoarthritis: relationship to isometric knee extensor steadiness. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010;91(7):1110-1116. doi:10.1016/j.apmr.2010.04.001
 25. Baldon RDM, Lobato DFM, Carvalho LP, Santiago PRP, Benze BG, Serrão FV. Relationship between eccentric hip torque and lower-limb kinematics: Gender differences. *J Appl Biomech.* 2011;27(3):223-232. doi:10.1123/jab.27.3.223
 26. Perin DH. *Isokinetic Exercise and Assessment.* Champaign, IL: Human Kinetics; 1993.
 27. Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. *New York Routledge.* 1988;2.
 28. Ho-Pham LT, Lai TQ, Mai LD, Doan MC, Pham HN, Nguyen T V. Prevalence of radiographic osteoarthritis of the knee and its relationship to self-reported pain. *PLoS One.* 2014;9(4):1-7. doi:10.1371/journal.pone.0094563
 29. Smith BE, Moffatt F, Hendrick P, et al. The experience of living with patellofemoral pain - loss, confusion and fear-avoidance: A UK qualitative study. *BMJ Open.* 2018;8(1):e018624. doi:10.1136/bmjopen-2017-018624
 30. Collins NJ, Barton CJ, Middelkoop M Van, et al. 2018 Consensus statement on exercise therapy and physical interventions (orthoses, taping and manual therapy) to treat patellofemoral pain: recommendations from the 5th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Gold Coast, Australia, 2017. *Br J Sports Med.* 2018;52:1170-1178. doi:10.1136/

31. Lack S, Neal B, De Oliveira Silva D, Barton C. How to manage patellofemoral pain – Understanding the multifactorial nature and treatment options. *Phys Ther Sport*. 2018;32:155-166. doi:10.1016/j.ptsp.2018.04.010
32. Glaviano NR, Baellow A, Saliba S. Physical activity levels in individuals with and without patellofemoral pain. *Phys Ther Sport*. 2017;27:12-16. doi:10.1016/j.ptsp.2017.07.002
33. Messier SP, Mihalko SL, Legault C, et al. Effects of intensive diet and exercise on knee joint loads, inflammation, and clinical outcomes among overweight and obese adults with knee osteoarthritis: The IDEA randomized clinical trial. *JAMA*. 2013;310(12):1263-1273. doi:10.1001/jama.2013.277669.Effects

4.2. Estudo 4: Manifestações de sensibilização da dor em indivíduos com dor femoropatelar:
Uma revisão sistemática com meta-análise.

O estudo 4 é uma subseção de uma revisão sistemática com meta-análise e meta-regressão publicada no periódico *Pain Medicine* (Fator de Impacto = 2,78). A revisão sistemática original aborda manifestações de sensibilização da dor em todas condições ortopédicas de joelho, a subseção apresentada nesta tese aborda exclusivamente os resultados relacionados a DFP.

Pain Medicine, 0(0), 2018, 1–24
doi: 10.1093/pm/pny177
Review Article



Manifestations of Pain Sensitization Across Different Painful Knee Disorders: A Systematic Review Including Meta-analysis and Metaregression

Danilo De Oliveira Silva, MSc,^{*,†} Michael Skovdal Rathleff, PhD,^{*,§} Kristian Petersen, PhD,^{*} Fábio Mícolis de Azevedo, PhD,^{*} and Christian John Barton, PhD[†]

^{*}Laboratory of Biomechanics and Motor Control (LABCOM), Sao Paulo State University (UNESP), Presidente Prudente, Brazil; [†]La Trobe Sport and Exercise Medicine Research Centre (LASEM), School of Allied Health, College of Science, Health and Engineering, La Trobe University, Bundoora, Australia; [‡]SMI, Faculty of Medicine, and [§]Research Unit for General Practice in Aalborg, Department of Clinical Medicine, Aalborg University, Aalborg, Denmark

4.2.1 Introdução

A articulação do joelho é uma das regiões com maior incidência de lesão no corpo humano¹ e é comumente motivo de disfunção e dor persistente, afetando milhões de pessoas ao redor do mundo². A DFP é uma das desordens de joelho mais frequentes e pode afetar a condição psicossocial e reduzir a qualidade de vida de indivíduos com esta desordem³. Pesquisas recentes indicam que os sintomas de pessoas com DFP apresentam baixa correlação com alterações estruturais da articulação do joelho observadas em exames de imagem^{4,5}. Na verdade, evidências recentes indicam que pacientes com alterações estruturais leves, mas com altos níveis de dor no joelho parecem apresentar muita sensibilidade à dor⁶ e podem estar em

maior risco de desenvolverem dor no pós-operatório de artroplastia do joelho⁷. A dor é uma experiência complexa e multifatorial com vários fatores contribuindo para persistência da condição dolorosa. Neste sentido, nos últimos anos há forte pressão da comunidade acadêmica para implementação do modelo biopsicossocial tanto na avaliação quanto no tratamento de pacientes com dor persistente^{8,9}. Portanto, é importante que tanto pesquisadores quanto clínicos tratando pacientes com dor persistente aprimorem o seu entendimento sobre os mecanismos e possíveis *drivers* envolvidos na experiência da dor e não focar em apenas um fator mecânico.

Existe grande variedade de métodos para avaliar quantitativamente os mecanismos envolvidos na dor e entender os perfis nociceptivos individuais de cada paciente. O *quantitative sensory testing* (QST) envolve avaliar as respostas de sensibilidade por meio de diferentes formas de estímulos físicos como: mecânico, elétrico e/ou térmico¹⁰. E ainda permite o entendimento dos mecanismos envolvidos na dor musculoesquelética persistente¹¹. Portanto, o objetivo desta revisão sistemática é avaliar e sintetizar a literatura relacionada a manifestações de sensibilização da dor em indivíduos com DFP.

4.2.2. Métodos

Esta revisão foi realizada seguindo as diretrizes do PRISMA¹² e o protocolo da revisão foi registrado no PROSPERO (registration number: CRD42015024211).

4.2.2.1. Estratégia de busca

Nós sistematicamente realizamos buscas nas bases de dados a seguir: Medline via PubMed, Embase via OVID, CINAHL via Ebsco, Web of Science, Cochrane CENTRAL e

SPORTdiscus em Março de 2017. As estratégias de busca utilizadas estão descritas no artigo publicado no periódico *Pain Medicine*¹³.

4.2.2.2. Critérios de elegibilidade

Nós incluímos estudos que investigaram sensibilização a dor mensuradas tanto de forma local (na articulação do joelho) quanto de forma remota (áreas distantes do joelho em indivíduos com DFP. Estudos case-control foram incluídos e outros tipos de estudo foram excluídos. Estudos que incluíram participantes com dor no joelho como resultado de fratura ou dor no joelho vinda da coluna vertebral foram excluídos desta revisão. Estudos que não avaliaram medidas de processamento da dor, artigos de revisão, investigações de dor induzida experimentalmente e estudos com animais também foram excluídos.

4.2.2.3. Processo de revisão

Um único investigador (DOS) exportou todos os estudos identificados pela estratégia de busca para a versão X7.5 do Endnote (Thomson Reuters, Filadélfia), depois excluiu as referências duplicadas. Títulos e resumos foram selecionados independentemente por dois pesquisadores (DOS e FMA) para elegibilidade. Artigos de texto completo de resumos potencialmente relevantes foram recuperados para posterior revisão. Quaisquer discrepâncias foram resolvidas durante uma reunião de consenso e um terceiro revisor estava disponível (CJB), se necessário.

4.2.2.4. Extração dos dados

Características do estudo, incluindo detalhes da publicação (autor, ano e desenho do estudo), características dos participantes (idade, gênero, número de participantes em cada grupo), medidas de desfecho (limiar de dor por pressão, limiar de dor térmica, modulação da dor condicionada etc.), e um resumo dos principais achados foram extraídos de cada estudo incluído. Para a metanálise dos dados, as médias e os desvios padrão foram obtidos a partir dos artigos originais, quando disponíveis, ou entrando em contato com os autores por e-mail quando esses dados estavam faltando.

4.2.2.5 Avaliação da qualidade

Os estudos foram avaliados pelo Epidemiological Appraisal Instrument (EAI)¹⁴. O EAI consiste em 43 itens em cinco domínios, incluindo (i) relatórios, (ii) seleção de assunto/registo, (iii) qualidade de medição, (iv) análise de dados e (v) generalização de resultados. Os itens individuais foram classificados como Sim (pontuação de 2), Parcial (pontuação de 1) ou Não (pontuação de 0). Escores médios em todos os 43 itens foram calculados, com uma pontuação máxima possível de 2,0. Os estudos foram subsequentemente classificados como de alta qualidade ($\geq 1,4$), moderada (1,1 a 1,39) ou de baixa qualidade ($< 1,1$)¹⁴. Quaisquer discrepâncias foram resolvidas durante uma reunião de consenso e um terceiro revisor estava disponível (CJB), se necessário.

4.2.2.6 Análise dos dados

A análise de dados foi concluída usando o pacote de *software* de gerenciamento de revisões RevMan5.3 (The Nordic Cochrane Center, The Cochrane Collaboration, 2011). Nos casos em que a homogeneidade dos métodos e dados permitiu, a coleta de dados foi concluída

e uma metanálise foi realizada. Os dados que não puderam ser agrupados foram resumidos em formato narrativo. Calculamos a *standardized mean difference* (SMD) com intervalos de confiança de 95% (ICs) para dados contínuos agrupados e não agrupados.

Meta-análises foram realizadas usando um modelo de efeitos aleatórios e a estimativa pontual agrupada e IC 95% foram calculados com testes de heterogeneidade. As SMDs individuais ou agrupadas calculadas foram categorizadas como pequeno ($\leq 0,59$), moderado (0,60-1,19) ou grande ($\geq 1,20$)¹⁵.

Os níveis de evidência para cada descoberta foram estabelecidos com base em uma versão modificada dos critérios de van Tulder¹⁶:

- (i) *Forte* = fornecido por resultados combinados derivados de três ou mais estudos, incluindo um mínimo de dois estudos de alta qualidade, que eram estatisticamente homogêneos ($p > 0,05$); pode estar associado a um resultado agrupado estatisticamente significativo ou não significativo.
- (ii) *Moderado* = proporcionado por resultados combinados estatisticamente significativos derivados de múltiplos estudos que foram estatisticamente heterogêneos ($p < 0,05$), incluindo pelo menos um estudo de alta qualidade, ou de múltiplos estudos de baixa qualidade, estatisticamente homogêneos ($p > 0,05$).
- (iii) *Limitado* = fornecido pelos resultados de um estudo de alta qualidade ou estudos de baixa qualidade múltipla que são estatisticamente heterogêneos ($p < 0,05$).
- (iv) *Muito limitado* = fornecido pelos resultados de um estudo de baixa qualidade.
- (v) *Conflitante* = fornecido por resultados agrupados que são insignificantes e derivados de múltiplos estudos estatisticamente heterogêneos ($p < 0,05$) (independentemente da qualidade).

4.2.3. Resultados

Os resultados da estratégia de busca estão resumidos na Figura 18. A busca identificou 1050 artigos, com 960 documentos únicos após a remoção das duplicatas. Após a triagem de títulos e resumos, 935 destes foram excluídos. A avaliação dos textos completos identificou 25 estudos que atendem aos critérios de inclusão.

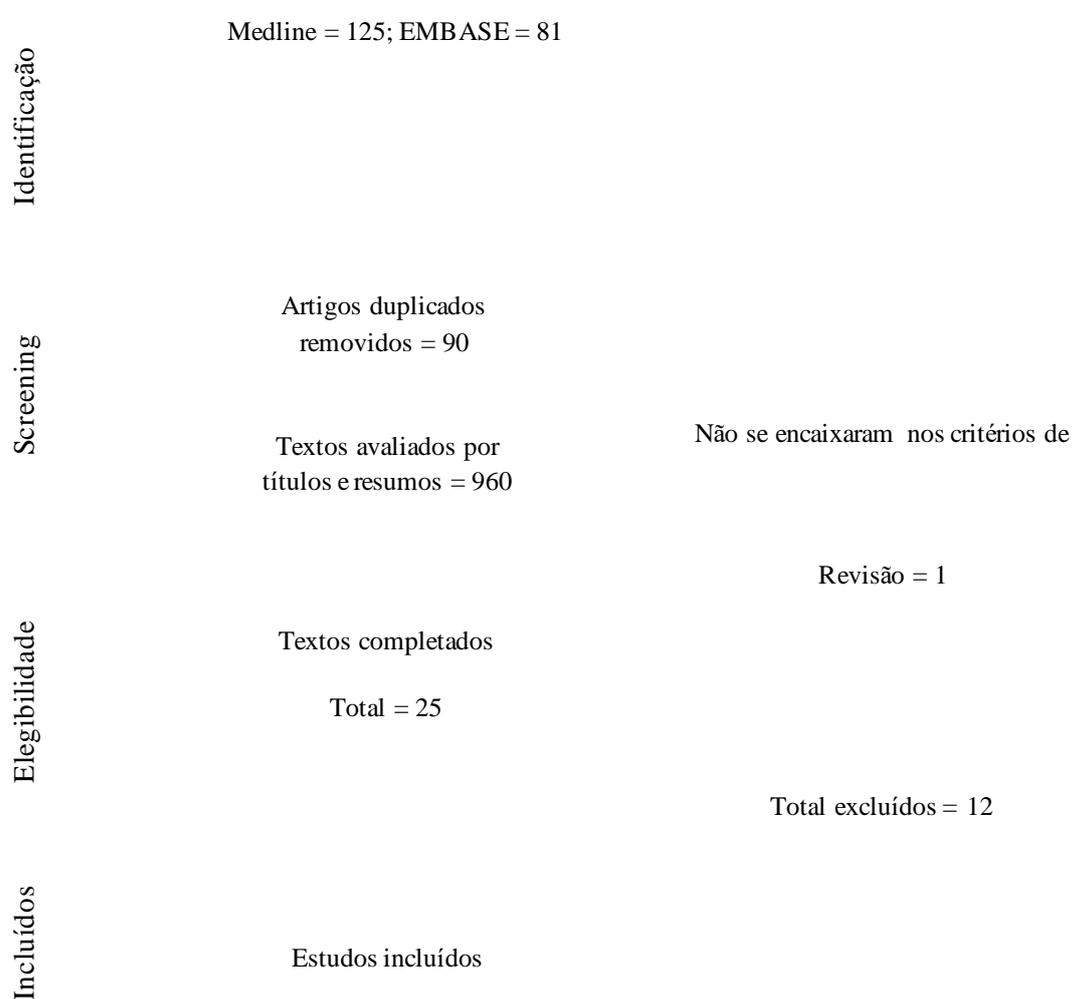


Figura 18 – Fluxograma da revisão sistemática.

4.2.3.1. Avaliação da qualidade metodológica

Houve concordância de 89,7% entre os avaliadores que aplicaram critérios individuais do EAI, com todas as discrepâncias resolvidas após uma reunião de consenso. Os resultados do EAI foram: 4 estudos classificados como de alta qualidade, 7 estudos foram classificados como de qualidade moderada e 2 estudos foram classificados como de baixa qualidade. A má descrição ou a ausência de cálculos do tamanho da amostra, o cegamento inadequado dos avaliadores e a ausência de uma descrição da taxa de participação foram limitações metodológicas mais comuns.

4.2.3.2. Sensibilidade à dor

Sensibilidade à Dor a Pressão

Oito estudos puderam ser agrupados em uma meta-análise para medidas de limiar de dor por pressão avaliadas por algometria de pressão manual¹⁷⁻²⁴ (local e remota; figuras 19 e 20, respectivamente).

Existe forte evidência de alta qualidade com tamanho de efeito moderado (SMD = -0,59; IC 95% = -0,86; -0,33) que indivíduos com DFP apresentam limiar de dor por pressão local (joelho) reduzido comparado a indivíduos assintomáticos.

Existe forte evidência de alta qualidade com tamanho de efeito moderado (SMD = -0,90; IC 95% = -1,21; -0,58) que indivíduos com DFP apresentam limiar de dor por pressão remoto (ponto distante do joelho) reduzido comparado a indivíduos assintomáticos.

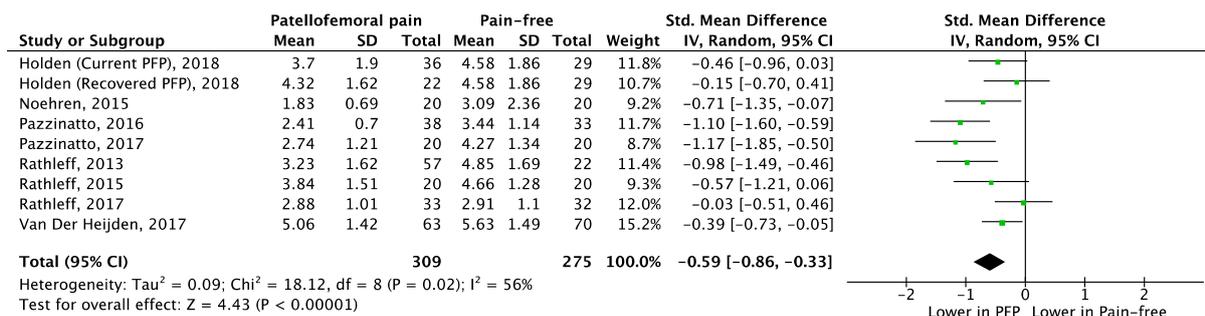


Figure 19 – Meta-análise de limiar de dor por pressão realizado no joelho.

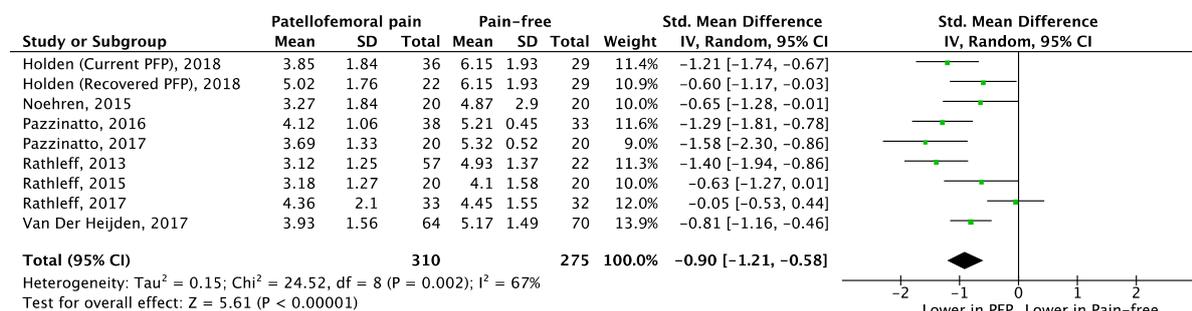


Figure 20 – Meta-análise de limiar de dor por pressão realizado em um ponto remoto ao joelho.

Dois estudos avaliaram a dor por pressão através de algometria computadorizada de manguito com resultados conflitantes. Rathleff e colaboradores (2017) não encontraram diferenças significativas entre grupos com DFP e assintomático²², enquanto Holden e colaboradores (2018) encontraram diferenças nos limiares de detecção de pressão e tolerância entre DFP e assintomáticos²³.

Sensibilidade à dor térmica

Dois estudos não encontraram diferença nos limiares de dor local ao calor em pessoas com DFP, mas encontraram limiar de dor local ao frio significativamente reduzidos em indivíduos com DFP^{25,26}.

Somação temporal da dor

Dois estudos evidenciaram alteração de somação temporal da dor em indivíduos com DFP comparado a indivíduos assintomáticos^{23,24}.

Modulação condicionada da dor

Três estudos compararam a modulação condicionada da dor em indivíduos com DFP comparado a indivíduos assintomáticos. Dois estudos reportaram alteração na modulação condicionada da dor em indivíduos com DFP^{23,24}, enquanto outro estudo não encontrou diferenças entre os grupos²².

4.2.4. Discussão

Esta revisão sistemática com meta-análise sintetiza as pesquisas relacionadas a manifestações de sensibilização da dor em indivíduos com DFP. Treze estudos foram identificados e os achados sugerem forte evidência de alta qualidade que indivíduos com DFP apresentam hiperalgesia mecânica local e generalizada. Além disso, também apresentam evidências de sensibilização central com alterações de somação temporal da dor e modulação condicionada da dor.

Mecanismos potenciais para sensibilização da dor na DFP

Curiosamente, a extensão do dano articular estrutural na DFP e outras desordens de joelho parece não predizer fortemente a gravidade dos sintomas^{4,5,27}. No entanto, é importante

notar que, quando alguns confundidores são considerados (por exemplo, diferença étnica), uma associação entre a gravidade da dor no joelho e lesão estrutural foi encontrada em pessoas com osteoartrite do joelho²⁸. Independentemente disso, a dor é multifatorial com muitos contribuintes, por isso, é improvável que as alterações estruturais ou quaisquer outros fatores isolados resultantes da DFP expliquem nossos achados. Tem sido sugerido que a ativação repetitiva dos nociceptores pode levar à subsequente sensibilização do sistema nervoso^{18,29,30}. Atividades sobrecarregando a articulação femoropatelar^{19,31}, pode contribuir para o desenvolvimento e manutenção de manifestações de sensibilização da dor. Esses mecanismos podem explicar os achados da revisão, mas pesquisas adicionais são necessárias para estabelecer a ligação entre os fatores relacionados ao desenvolvimento e à manutenção da sensibilização à dor.

Devido à falta de dados disponíveis e homogêneos, a relação de outras variáveis que se acredita estar relacionada à sensibilização à dor, incluindo anormalidades estruturais, cinesiofobia e catastrofismo, não puderam ser avaliadas. Mais pesquisas são necessárias para explorar a relação entre essas potenciais influências, particularmente a cinesiofobia e o catastrofismo, que parecem estar ligados à dor e à função de indivíduos com DFP³².

A DFP também está associada com maior prevalência de valores altos de índice de massa corporal³³. Isso pode ser particularmente importante na interpretação dos achados desta revisão, considerando que estudos prévios relatam que a obesidade está associada a um perfil pró-inflamatório³⁴. Especificamente, as citocinas pró-inflamatórias podem sensibilizar os nociceptores periféricos, podendo levar à sensibilização central³⁵. No entanto, nenhum dos estudos incluídos nesta revisão continha uma coorte que seria considerada obesa ou com obesidade mórbida, o que pode ter limitado a capacidade de identificar qualquer associação entre o índice de massa corporal e a sensibilização à dor. Estudos no futuro podem investigar a associação entre índice de massa corporal e medidas de sensibilização da dor.

Embora essa revisão indique redução dos limiares de dor à pressão em pessoas com DFP, ela também fornece evidências relativamente consistentes de que não apresentam hiperalgesia localizada ou remota a estímulos dolorosos de calor^{25,26}. Evidências mais consistentes de sensibilização da dor mensurada utilizando limiares de dor por pressão em comparação com estímulos térmicos podem indicar que as estruturas mais profundas estimuladas por testes de limiares de dor por pressão são mais afetadas pela sensibilização da dor do que estruturas cutâneas estimuladas por teste de calor, porém são necessárias mais evidências para apoiar/sustentar esta hipótese.

Independentemente da explicação para os achados inconsistentes, está claro que a alteração da modulação condicionada da dor existe em algumas pessoas com DFP. Se existente, isso pode influenciar negativamente a recuperação desses indivíduos³⁶. É importante ressaltar que os achados anteriores indicam que a modulação condicionada da dor pode ser normalizada após a um programa de reabilitação bem-sucedido. Isto implica que os processos centrais de dor alterados podem ser mantidos por estímulos nociceptivos periféricos³⁷, com reversão possível uma vez que a entrada nociceptiva periférica diminui. Mais pesquisas são necessárias para explorar a influência da modulação condicionada da dor nos resultados do tratamento e se intervenções não-cirúrgicas podem ser capazes de modificá-la.

Limitações e direções futuras

As meta-análises de pressão local e remota produziram um I^2 maior que 50%, assim, os achados devem ser interpretados com cautela. Com exceção dos limiares de dor à pressão, alguns achados não foram significativos nesta revisão. No entanto, esses achados devem ser interpretados com cautela, pois a maioria dos estudos incluídos não apresentou cálculo do tamanho da amostra adequado, o que significa que eles podem ser insuficientes para detectar

diferenças entre os grupos. Outra questão metodológica comum identificada foi o cegamento inadequado dos avaliadores em relação aos grupos, o que pode levar a um viés de detecção e aumentar a probabilidade de erro estatístico do tipo 1. E ainda, pesquisas são necessárias para avaliar se tratamentos precisam ser adaptados às características de sensibilização da dor de cada indivíduo.

4.2.5. Conclusão

Os resultados desta revisão sugerem forte evidência de alta qualidade que indivíduos com DFP apresentam hiperalgesia mecânica local e generalizada. Além disso, também apresentam evidências de sensibilização central com alterações de somação temporal da dor e modulação condicionada da dor comparado a indivíduos assintomáticos.

4.2.6. Referências do estudo 4

1. Urwin M, Symmons D, Allison T, et al. Estimating the burden of musculoskeletal disorders in the community: the comparative prevalence of symptoms at different anatomical sites, and the relation to social deprivation. *Ann Rheum Dis.* 1998;57(11):649-655. doi:10.1136/ard.57.11.649
2. Collaborators GB of DS. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 301 acute and chronic diseases and injuries in 188 countries, 1990–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet.* June 2015. doi:10.1016/S0140-6736(15)60692-4
3. Woolf AD, Pfleger B. Burden of major musculoskeletal conditions. *Bull World Health Organ.* 2003;81(9):646-656. doi:S0042-96862003000900007 [pii]
4. van der Heijden RA, Oei EHG, Bron EE, et al. No difference on quantitative magnetic resonance imaging in patellofemoral cartilage composition between patients with patellofemoral pain and healthy controls. *Am J Sports Med.* 2016;44(5):1172-1178. doi:10.1177/0363546516632507
5. Pihlajamäki HK, Kuikka PI, Leppänen VV, Kiuru MJ, Mattila VM. Reliability of clinical findings and magnetic resonance imaging for the diagnosis of chondromalacia patellae. *J bone Jt Surg.* 2010;92(4):927-934. doi:10.2106/JBJS.H.01527
6. Arendt-Nielsen L, Egsgaard LL, Petersen KK, et al. A mechanism-based pain sensitivity

- index to characterize knee osteoarthritis patients with different disease stages and pain levels. *Eur J Pain*. 2015;19(10):1406-1417. doi:10.1002/ejp.651
7. Wylde V, Sayers A, Odutola A, Gooberman-Hill R, Dieppe P, Blom AW. Central sensitization as a determinant of patients' benefit from total hip and knee replacement. *Eur J Pain*. 2017;21(2):1-9. doi:10.1002/ejp.929
 8. Leeuw M, Goossens MEJB, Linton SJ, Crombez G, Boersma K, Vlaeyen JWS. The fear-avoidance model of musculoskeletal pain: Current state of scientific evidence. *J Behav Med*. 2007;30(1):77-94. doi:10.1007/s10865-006-9085-0
 9. Briani RV, Ferreira AS, Pazzinatto MF, Pappas E, De Oliveira Silva D, Azevedo FM de. What interventions can improve quality of life or psychosocial factors of individuals with knee osteoarthritis? A systematic review with meta-analysis of primary outcomes from randomised controlled trials. *Br J Sports Med*. 2018;52(16):1031-1038. doi:10.1136/bjsports-2017-098099
 10. Pavlaković G, Petzke F. The role of quantitative sensory testing in the evaluation of musculoskeletal pain conditions. *Curr Rheumatol Rep*. 2010;12(6):455-461. doi:10.1007/s11926-010-0131-0
 11. Suokas AK, Walsh DA, McWilliams DF, et al. Quantitative sensory testing in painful osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. *Osteoarthr Cartil*. 2012;20(10):1075-1085. doi:10.1016/j.joca.2012.06.009
 12. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: Explanation and elaboration. *PLoS Med*. 2009;6(7):e1000100. doi:10.1371/journal.pmed.1000100
 13. De Oliveira Silva D, Rathleff MS, Petersen K, Azevedo FM de, Barton CJ. Manifestations of Pain Sensitization Across Different Painful Knee Disorders: A Systematic Review Including Meta-analysis and Metaregression. *Pain Med*. 2019;20(2):335-358. doi:10.1093/pm/pny177
 14. Genaidy AM, Lemasters GK, Lockey J, et al. An epidemiological appraisal instrument - a tool for evaluation of epidemiological studies. *Ergonomics*. 2007;50(6):920-960. doi:777651660 [pii]r10.1080/00140130701237667
 15. Hume PA, Hopkins W, Rome K, Maulder P, Coyle G, Nigg B. Effectiveness of foot orthoses for treatment and prevention of lower limb injuries: a review. *Sport Med*. 2008;38(9):759-779.
 16. van Tulder MW, Furlan A, Bombardier C, Bouter L. Updated method guidelines for systematic reviews in the Cochrane Collaboration Back Review Group. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2003;28(12):1290-1299. doi:10.1097/00007632-199710150-00001
 17. van der Heijden RA, Rijndertse MM, Bierma-Zeinstra SMA, van Middelkoop M. Lower pressure pain thresholds in patellofemoral pain patients, especially in female patients: A cross-sectional case-control study. *Pain Med*. 2017:In Press. doi:10.1093/pm/pnx059
 18. Pazzinatto MF, de Oliveira Silva D, Pradela J, Coura MB, Barton C, de Azevedo FM. Local and widespread hyperalgesia in female runners with patellofemoral pain are influenced by running volume. *J Sci Med Sport*. 2017;20(2):362-367. doi:10.1016/j.jsams.2016.09.004
 19. Pazzinatto MF, de Oliveira Silva D, Barton C, Rathleff MS, Briani RV, de Azevedo FM. Female adults with patellofemoral pain are characterized by widespread hyperalgesia, which is not affected immediately by patellofemoral joint loading. *Pain Med*.

- 2016;17(10):1953-1961. doi:10.1093/pm/pnw068
20. 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):414-421. doi:10.2519/jospt.2013.4383
 21. Noehren B, Shuping L, Jones A, Akers DA, Bush HM, Sluka KA. Somatosensory and biomechanical abnormalities in females with patellofemoral pain. *Clin J Pain.* 2016;32(10):915-919. doi:10.1097/AJP.0000000000000331
 22. Rathleff M, Rathleff C, Stephenson A, One RM-P, 2017 U. Adults with patellofemoral pain do not exhibit manifestations of peripheral and central sensitization when compared to healthy pain-free age and sex matched. *PLoS One.* 2017:1-12. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0188930>.
 23. Holden S, Straszek CL, Rathleff MS, Petersen KK, Roos EM, Graven-Nielsen T. Young females with long-standing patellofemoral pain display impaired conditioned pain modulation, increased temporal summation of pain, and widespread hyperalgesia. *Pain.* 2018;159(12):2530-2537. doi:10.1097/j.pain.0000000000001356
 24. Rathleff MS, Petersen KK, Arendt-Nielsen L, Thorborg K, Graven-Nielsen T. Impaired Conditioned Pain Modulation in Young Female Adults with Long-Standing Patellofemoral Pain: A Single Blinded Cross-Sectional Study. *Pain Med.* December 2015. doi:10.1093/pm/pnv017
 25. Jensen R, Hystad T, Kvale A, Baerheim A. Quantitative sensory testing of patients with long lasting patellofemoral pain syndrome. *Eur J Pain.* 2007;11:665-676. doi:10.1016/j.ejpain.2006.10.007
 26. Jensen R, Kvale A, Baerheim A. Is pain in patellofemoral pain syndrome neuropathic? *Clin J Pain.* 2008;24(5):384-394. doi:10.1097/AJP.0b013e3181658170
 27. Finan PH, Buenaver LF, Bounds SC, et al. Discordance between pain and radiographic severity in knee osteoarthritis: Findings from quantitative sensory testing of central sensitization. *Arthritis Rheum.* 2013;65(2):363-372. doi:10.1002/art.34646
 28. Wang K, Kim HA, Felson DT, et al. Radiographic knee osteoarthritis and knee pain: Cross-sectional study from five different racial/ethnic populations. *Sci Rep.* 2018;8(1):1-8. doi:10.1038/s41598-018-19470-3
 29. Plinsinga ML, Brink MS, Vicenzino B, van Wilgen P. Evidence of nervous system sensitization in commonly presenting and persistent painful tendinopathies: A systematic review. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2015;45(11):864-876. doi:10.2519/jospt.2015.5895
 30. Graven-Nielsen T, Arendt-Nielsen L. Assessment of mechanisms in localized and widespread musculoskeletal pain. *Nat Rev Rheumatol.* 2010;6(10):599-606. doi:10.1038/nrrheum.2010.107
 31. De Oliveira Silva D, Barton CJ, Pazzinatto MF, Briani RV, de Azevedo FM. Proximal mechanics during stair ascent are more discriminate of females with patellofemoral pain than distal mechanics. *Clin Biomech.* 2016;35(5):56-61. doi:10.1016/j.clinbiomech.2016.04.009
 32. Doménech J, Sanchis-Alfonso V, Espejo B. Changes in catastrophizing and kinesiophobia are predictive of changes in disability and pain after treatment in patients with anterior knee pain. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2014;22(10):2295-2300. doi:10.1007/s00167-014-2968-7

33. Hart HF, Barton CJ, Khan KM, Riel H, Crossley KM. Is body mass index associated with patellofemoral pain and patellofemoral osteoarthritis? A systematic review and meta-regression and analysis. *Br J Sports Med.* 2017;51(10):781-790. doi:10.1136/bjsports-2016-096768
34. Asghar A, Sheikh N. Role of immune cells in obesity induced low grade inflammation and insulin resistance. *Cell Immunol.* 2017;315:18-26. doi:10.1016/j.cellimm.2017.03.001
35. Schaible HG. Nociceptive neurons detect cytokines in arthritis. *Arthritis Res Ther.* 2014;16(5):470. doi:10.1186/s13075-014-0470-8
36. Lundblad H, Kreicbergs A, Jansson K -a. Prediction of persistent pain after total knee replacement for osteoarthritis. *J Bone Jt Surg.* 2008;90(2):166-171. doi:10.1302/0301-620X.90B2.19640
37. Graven-Nielsen T, Wodehouse T, Langford RM, Arendt-Nielsen L, Kidd BL. Normalization of widespread hyperesthesia and facilitated spatial summation of deep-tissue pain in knee osteoarthritis patients after knee replacement. *Arthritis Rheum.* 2012;64(1529-0131 (Electronic)):2907-2916. doi:10.1002/art.34466

5. SEÇÃO C – FATORES PSICOLÓGICOS

5.1. Estudo 5 – Influência da cinesiofobia e catastrofização da dor na função objetiva em mulheres com dor femoropatelar

O estudo original 5 foi publicado no periódico científico *Physical Therapy & Sport* (Fator de Impacto = 1,91).

Physical Therapy in Sport 35 (2019) 116–121

Contents lists available at ScienceDirect

Physical Therapy in Sport

journal homepage: www.elsevier.com/ptsp

Original Research

Influence of kinesiophobia and pain catastrophism on objective function in women with patellofemoral pain

Liliam B. Priore^a, Fábio M. Azevedo^a, Marcella F. Pazzinatto^{a,b}, Amanda S. Ferreira^a, Harvi F. Hart^b, Christian Barton^b, Danilo de Oliveira Silva^{a,b,*}

^a São Paulo State University (UNESP), School of Science and Technology, Laboratory of Biomechanics and Motor Control (LABCOM), Presidente Prudente, Brazil
^b La Trobe Sports and Exercise Medicine Research Centre (LASEM), School of Allied Health, La Trobe University, Bundoora, Victoria, Australia



5.1.1. Introdução

Dor femoropatelar (DFP) é um dos diagnósticos mais comuns em clínicas ortopédicas¹. DFP corresponde de 25% a 40% de todos os problemas de joelho em adultos¹. Notavelmente, as mulheres tem duas vezes mais chance de desenvolver DFP que os homens². O prognóstico para pessoas com DFP é frequentemente ruim, com 57% das pessoas relatando recuperação desfavorável de 5-8 anos após a reabilitação³.

Pessoas com DFP reportam dor durante atividades de sobrecarga da articulação femoropatelar com descarga de peso e joelhos flexionados (por exemplo: subida e descida de escada, agachamento, corrida)⁴. Testes funcionais objetivos que simulam as atividades diárias

são frequentemente explorados para avaliar as limitações funcionais em pessoas com DFP⁵⁻⁷. Pessoas com DFP apresentam limitação funcional em testes funcionais objetivos como step down anterior, single leg hop teste, teste de equilíbrio em estrela⁵⁻⁷. No entanto, os mecanismos subjacentes por que isso ocorre exigem mais investigação^{8,9}. Por exemplo, essa limitação funcional objetiva é estritamente relacionada às alterações mecânicas ou os fatores psicológicos também têm influência?

Fatores psicológicos como cinesiofobia (medo de lesão devido ao movimento) e catastrofização da dor (cognições e emoções negativas exageradas e ruminantes durante a dor real ou percebida) foram reportados em pessoas com DFP^{10,11}. Estudos também relataram que maior cinesiofobia está associada à incapacidade grave autorreferida em pessoas com DFP¹². No entanto, a influência da cinesiofobia e catastrofização da dor na função objetiva ainda não foi avaliada em pessoas com DFP, e pode fornecer informações para um tratamento mais específico.

Os objetivos deste estudo são dois: (i) comparar cinesiofobia, catastrofização da dor e função objetiva entre mulheres com DFP e assintomáticas; e (ii) investigar a relação entre cinesiofobia e catastrofização da dor com a função objetiva em mulheres com DFP. Hipotetiza-se que (i) mulheres com DFP teriam maior cinesiofobia e catastrofização da dor, e pior função objetiva comparada a assintomáticas; (ii) cinesiofobia e catastrofização da dor teriam forte associação com função objetiva em mulheres com DFP.

5.1.2. Métodos

5.1.2.1. Design do estudo e participantes

Cinquenta e cinco mulheres com DFP e quarenta mulheres assintomáticas (controle) com idade entre 18 e 35 anos foram recrutadas para este estudo caso-controle por meio de propagandas nas universidades, academias, espaços públicos para atividade física e posts em mídias sociais. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética da FCT/UNESP. Cada participante assinou o termo de consentimento antes da coleta de dados.

Os critérios de elegibilidade foram baseados em estudos prévios⁴ e o diagnóstico de DFP foi realizado por um fisioterapeuta com mais de cinco anos de experiência clínica. Os critérios de inclusão para as participantes com DFP foram: (1) mulheres foram elegíveis a participar; (2) dor anterior no joelho ao realizar pelo menos duas das seguintes atividades: permanecer sentado por tempo prolongado, agachamento, ajoelhado, corrida, subida e descida de escada, salto, ou aterrissagem; (3) início insidioso dos sintomas a pelo menos 4 meses; e (4) pior nível de dor no mês anterior correspondendo a no mínimo 30mm na escala visual analógica de dor (EVA)¹³. Foram incluídas no grupo controle, mulheres que não apresentavam sinais ou sintomas de DFP ou qualquer outra desordem neurológica ou musculoesquelética. Critérios de exclusão, avaliado por um fisioterapeuta, para ambos grupos foram: (1) sinais ou sintomas de qualquer outra disfunção de joelho atual ou prévia; (2) história de cirurgia em qualquer articulação do membro inferior; (3) história de subluxação patelar ou evidência clínica de lesão meniscal ou instabilidade ligamentar; (4) osteoartrite sintomática em qualquer articulação do membro inferior; (5) patologia do tendão patelar; (6) dor referida proveniente da coluna lombar, quadril, tornozelo ou pé; (7) presença de condições médicas; e (8) tratamento fisioterapêutico prévio para DFP a menos de 6 meses.

5.1.2.2. Procedimentos

Dados demográficos foram coletados antes dos testes, incluindo idade, massa corporal, altura, comprimento da perna e índice de massa corporal foi calculado. Todas as participantes reportaram a duração dos sintomas relacionados ao joelho (meses).

5.1.2.3. Fatores psicológicos

Participantes dos grupos DFP e controle completaram a Escala Tampa para Cinesiofobia (Tampa) e a Escala de Catastrofização da Dor (ECD). A escala Tampa é um questionário de 17 itens para quantificar o medo do movimento e de re-lesão devido ao movimento e atividade física em uma escala de 17 a 68, onde 68 indica maior medo de re-lesão devido ao movimento^{14,15}. A ECD é um questionário de 13 itens que descreve os pensamentos e sentimentos que os indivíduos experimentam quando têm dor. As participantes foram instruídas a refletir sobre suas experiências proporcionadas pela dor no passado. A escala varia de 0 a 52, onde 52 representa maior catastrofização da dor¹⁶.

5.1.2.4. Função baseada na performance

As três tarefas funcionais a seguir foram usadas para avaliar a função objetiva em mulheres com DFP e controle: (i) step down anterior; (ii) single leg hop teste; e (iii) teste de equilíbrio em estrela modificado.

O step down anterior é um teste funcional que simula, em ambiente clínico, a atividade de descer escadas⁵, aumentando a carga no joelho em diferentes ângulos de flexão, bem como controle muscular dinâmico¹⁷. As participantes estavam em uma plataforma de 20cm de altura em uma posição bipodal e foram solicitadas a manter o tronco reto, as mãos na cintura e a dobrar o joelho no lado testado até que o calcanhar do membro não testado tocasse o chão. As

participantes foram solicitadas a não aplicar qualquer peso no calcanhar do membro não testado, uma vez que tocou ao chão e deve-se re-estender imediatamente o joelho do membro testado para voltar à posição inicial. O número de repetições bem-sucedidas realizadas em 30 segundos foi registrado. A tentativa foi descartada e repetida se as participantes perdessem o equilíbrio ou tivessem que suportar seu peso corporal na perna não testada^{5,17}.

O single leg hop teste é um teste funcional rotineiramente realizado para avaliar a função dos membros inferiores em pessoas com DFP^{18,19}. Inicialmente, as participantes foram posicionadas com o calcanhar em uma marcação no chão e foram instruídas a permanecer em apoio unipodal. Então, as participantes saltaram para frente com a perna de teste o mais longe possível, pousando no mesmo pé. Durante este movimento, os braços foram autorizados a balançar. A distância do salto foi medida em centímetros na posição do calcanhar a partir da qual a participante pousou. Além disso, o salto era validado somente se a participante fosse capaz de manter o equilíbrio durante o pouso, mantendo o pé no chão, sem realizar saltos extras, até que o examinador marcasse onde a participante pousou. O teste foi realizado três vezes e consideramos a média dessas três tentativas. Se uma tentativa de salto não foi validada, as participantes foram solicitadas a repetir a tentativa.

O teste de equilíbrio em estrela modificado avalia o controle postural dinâmico²⁰⁻²² dos membros inferiores²³, por meio de uma série de agachamentos unipodais. No presente estudo, foi utilizado a versão modificada do teste, considerando apenas as direções anterior, posterolateral e posteromedial para análise²⁴. As participantes deveriam permanecer em apoio unipodal no centro de uma estrela formada por 8 linhas em ângulos de 45° entre elas²². Enquanto mantem o equilíbrio, as participantes deveriam alcançar com a perna não-teste, tão longe quanto possível ao longo da linha, nas direções anterior, póstero-lateral e póstero-medial. As participantes foram instruídas a manter as mãos na cintura e manter o calcanhar da perna de apoio no chão durante todo o teste. A distância de alcance foi determinada como a distância do

centro da estrela até o ponto de excursão máxima da perna de alcance. O teste foi descartado se a participante perdesse o equilíbrio, movesse o pé do centro da estrela ou não mantivesse as mãos na cintura durante o teste. Para análise estatística, a média das três direções foi utilizada^{22,25}. Os dados foram normalizados pelo comprimento da perna (Score do teste de equilíbrio em estrela = distância atingida [cm] / comprimento da perna [cm]), em seguida multiplicado por 100 para obter a distância atingida como porcentagem do comprimento da perna. Maiores valores indicam melhor performance funcional.

A ordem das tarefas foi aleatorizada, via alocação oculta. As participantes extraíram a ordem dos testes de um envelope. O membro mais autorrelatado e sintomático foi avaliado em participantes da DFP e membro dominante em participantes controle sem dor. Um único investigador que permaneceu cego para os grupos forneceu instruções padronizadas e feedback às participantes, e as condições de teste também foram mantidas padronizadas entre as participantes (ou seja, iluminação, temperatura e instrumentos de medição). Todas as participantes realizaram testes funcionais descalças. As participantes realizaram três ensaios de familiarização para minimizar os efeitos da aprendizagem. Tanto a ordem de familiarização e os ensaios foram aleatorizados para evitar possíveis efeitos da fadiga neuromuscular ou sobrecarga articular do joelho em um teste funcional específico.

5.1.2.5. Análise estatística

Cálculo amostral foi realizado para garantir o poder estatístico para detectar diferenças entre grupos. Com intuito de comparar a função objetiva entre mulheres com DFP e controles sem dor, foi usado resultados disponíveis na literatura com o maior desvio padrão e menor diferença a ser detectada²⁶. O tamanho amostral foi calculado baseado em estudos prévios usando o step down anterior⁵, desvio padrão = 5 menor diferença a ser detectada = 4 steps. Para

um teste com poder de 80% ($1-\beta = 0.80$) e $\alpha = 0.05$, bicaudal, o tamanho amostral calculado foi de 34 participantes por grupo.

Previamente a análise estatística, todas as variáveis foram avaliadas quanto à normalidade e encontrou-se distribuição normal com obtenção de $p > 0,05$ no teste de Kolmogorov-Smirnov. Testes t independentes foram realizados para comparar dados demográficos, cinesiofobia, catastrofização da dor e testes funcionais objetivos entre mulheres com DFP e assintomáticas. Coeficiente de correlação de Pearson foram calculados para quantificar a relação entre cinesiofobia e catastrofização da dor com função objetiva em mulheres com DFP. Tamanho de efeito (Hedges'g) foram calculados para cada comparação usando o Review Manager software (Version 5.3, Copenhagen, Denmark). A interpretação dos valores dos tamanhos de efeito foi a seguinte²⁷: Hedges'g $> 0,2$ representa um “efeito pequeno”, $> 0,5$ representa um “efeito médio”, $> 0,8$ um “efeito grande”, e $> 1,3$ um “efeito muito grande”. Análise estatística foi realizada usando SPSS (IBM version 23, SPSS inc., Chicago, Il) e o nível de significância foi estabelecido em 0,05 para todas as análises estatísticas.

5.1.3. Resultados

Noventa e cinco participantes foram incluídas neste estudo (55 DFP; 40 controles assintomáticas). Não houve diferença significativa na idade ($p = 0,771$), altura ($p = 0,481$), massa corporal ($p = 0,088$) e IMC ($p = 0,179$) entre controles assintomáticas e mulheres com DFP (Tabela 9).

Fatores psicológicos

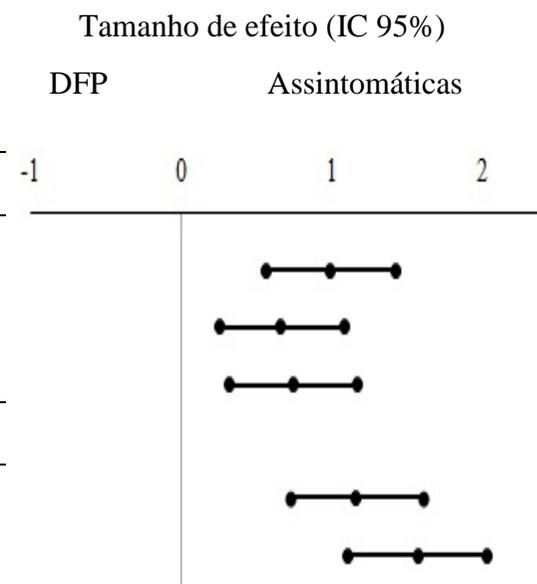
Com relação as mulheres assintomáticas, mulheres com DFP apresentaram maior cinesiofobia (tamanho de efeito = 1,16; efeito grande) e catastrofização da dor (tamanho de efeito = 1,57; efeito muito grande) (Tabela 9).

Função objetiva

Houve diferença estatisticamente significativa na função objetiva entre os dois grupos (Tabela 9). Com relação as mulheres assintomáticas, as mulheres com DFP apresentaram pior função objetiva no step down anterior (tamanho de efeito = 0,99; efeito grande), single leg hop teste (tamanho de efeito = 0,74; efeito médio) e no teste de equilíbrio em estrela modificado (tamanho de efeito = 0,66; efeito médio).

Tabela 9. Características dos participantes, função objetiva e fatores psicológicos para mulheres assintomáticas e com DFP.

| Variáveis | Assintomáticas (n = 40) | DFP (n = 55) | Diferença média [IC 95%] | P-valor (<0,05) |
|---|----------------------------|-----------------|-----------------------------|--------------------|
| <i>Demográficas</i> | | | | |
| Idade (anos) | 22,05 (3,11) | 21,86 (2,76) | 0,19 [-1,09; 1,46] | 0,771 |
| Massa corporal (kg) | 57,20 (8,17) | 60,03 (6,70) | -2,83 [-6,07; 0,40] | 0,088 |
| Altura (m) | 1,61 (0,62) | 1,61 (0,59) | -0,09 [-3,58; 1,72] | 0,481 |
| Índice de massa corporal (kg/m ²) | 22,09 (3,00) | 22,94 (2,79) | -0,85 [-2,11; 0,39] | 0,179 |
| Pior dor no último mês (mm) | N.A. | 50,15 (17,18) | N.A. | |
| Duração dos sintomas (months) | N.A. | 58,51 (22,64) | N.A. | |
| <i>Função objetiva</i> | | | | |
| Step down anterior (n) | 23 (5) | 18 (5) | 5 [3; 7] | <0,001 |
| Single leg hop teste (cm) | 95,81 (18,14) | 84,40 (16,18) | 11,41 [4,16; 18,66] | 0,002 |
| Teste de equilíbrio em estrela† (%) | 84 (8) | 78 (8) | 6 [2; 9] | <0,001 |
| <i>Medidas psicológicas autorreportadas</i> | | | | |
| Tampa | 27,30 (3,93) | 36,53 (6,91) | - 9,23 [-11,51; -6,94] | <0,001 |
| Escala de catastrofização da dor | 0,83 (2,09) | 14,23 (9,01) | -13,40 [-15,98; -10,81] | <0,001 |



Os dados são apresentados em média (desvio padrão), salvo indicação em contrário. Abreviação: DFP = Dor femoropatelar; IC = intervalo de confiança; †Teste de equilíbrio em estrela modificado é apresentado como % do comprimento da perna; Tampa = Escala Tampa para Cinesiofobia. N.A. = Comparação não aplicável.

Associação entre fatores psicológicos e função objetiva em mulheres com DFP

Não houve associação estatisticamente significativa entre cinesiofobia e catastrofização da dor com step down anterior, single leg hop teste e teste de equilíbrio em estrela em mulheres com DFP (Figura 21).

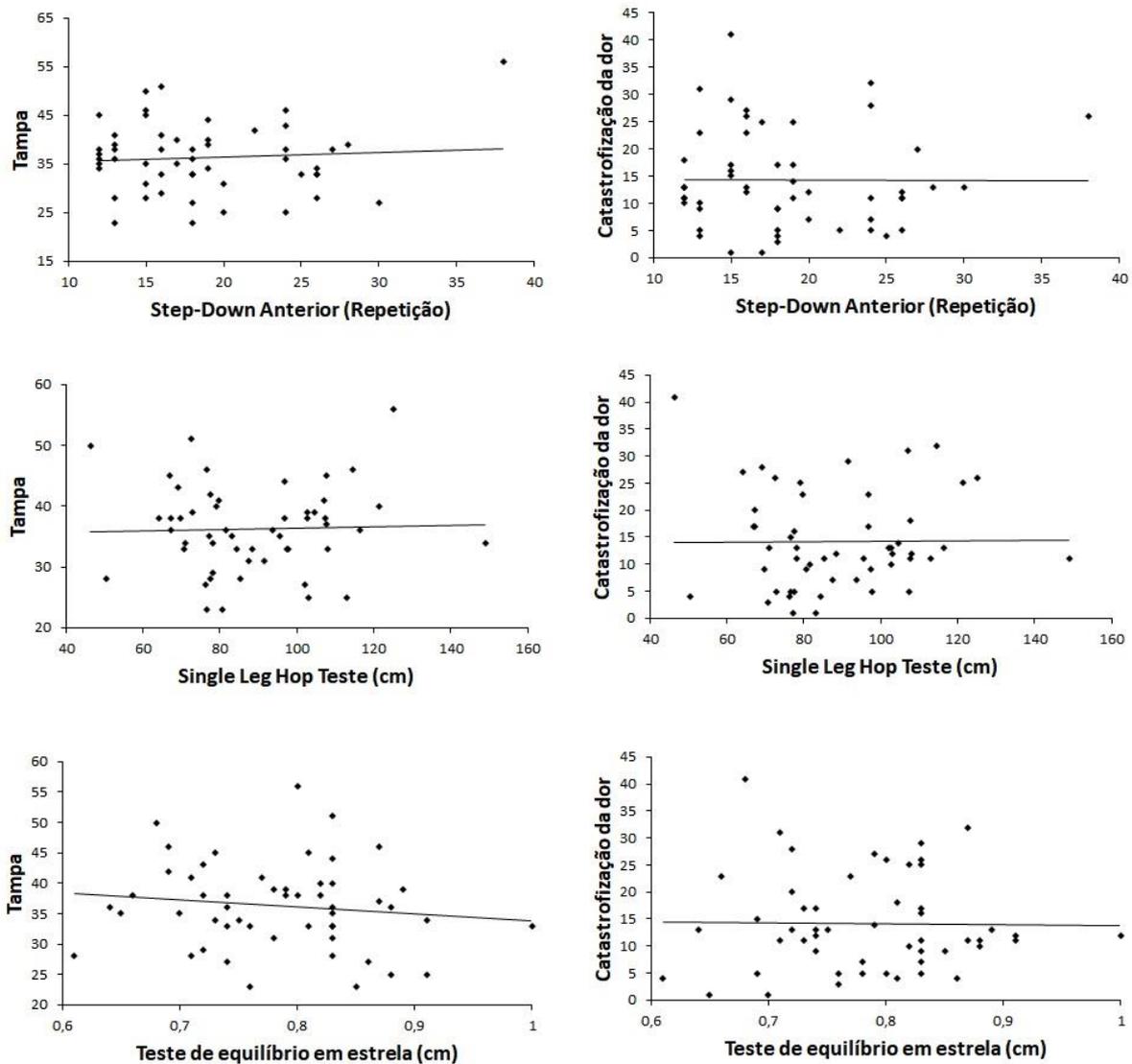


Figura 21 – Relação entre os fatores psicológicos e a função objetiva em mulheres com DFP.

5.1.4. Discussão

Mulheres com DFP apresentam maior cinesiofobia e catastrofização da dor e pior função objetiva quando comparadas com controles assintomáticas. Não houve associação significativa entre cinesiofobia e catastrofização da dor com função objetiva em mulheres com DFP.

Nossos achados que mulheres com DFP apresentam pior função objetiva é consistente com estudos prévios, incluindo o step down anterior^{5,29} e o teste de equilíbrio em estrela⁷. Nosso estudo também indica redução na performance do single leg hop teste, o que está em acordo com um estudo recente³⁰, mas ao contrário dos achados de Reis et al. (2015), que reportaram não haver diferença estatisticamente significativa no primeiro salto do single leg triple hop teste entre mulheres com DFP e controles assintomáticas. No entanto, isso pode ser devido a falta de poder no estudo de Reis et al. para detectar diferenças entre grupos no single leg triple hop teste, pois o cálculo amostral foi baseado em variáveis cinemáticas⁶.

Nós observamos maior cinesiofobia e catastrofização da dor em mulheres com DFP. Maior cinesiofobia é consistente com achados recentes reportados por Machlachlan et al., (2018), mas o mesmo estudo reportou não haver diferença na catastrofização da dor entre pessoas com DFP e controles assintomáticos¹². Resultados inconsistentes da catastrofização da dor podem ser resultado de diferentes grupos controles assintomáticos. Especificamente, a catastrofização da dor era muito menor no nosso grupo assintomático (ECD = 0,83) comparado ao estudo de Maclachlan et al., (2018) (ECD = 6,5), com os critérios de inclusão e exclusão sendo a provável razão para as diferenças. No nosso estudo, as participantes assintomáticas não poderiam apresentar nenhum sinal ou sintoma de qualquer disfunção no joelho atual ou prévia, e/ou história de cirurgia em qualquer articulação do membro inferior. Enquanto as participantes do estudo de Maclachlan et al., (2018). foram incluídas se estivessem

assintomáticas por 3 meses até o recrutamento, e nenhuma informação sobre lesões prévias foi fornecida. Nossos achados de catastrofização da dor são suportados por uma pesquisa qualitativa recente¹¹ indicando que pessoas com DFP apresentam medo relacionado a dor e uma incapacidade de dar sentido à sua dor, fatores que podem levar a uma maior catastrofização da dor³¹. Pesquisas prévias têm reportado que melhorar na cinesiofobia e catastrofização da dor estão relacionados a melhora na dor e disfunção em pessoas com DFP³². Portanto, pesquisas futuras são necessárias para melhor entender estes fatores psicológicos nesta população.

Contrariando a nossa hipótese, não encontramos associação significativa entre cinesiofobia ou catastrofização da dor com função objetiva. Nós também recentemente reportamos a ausência de associação entre cinesiofobia e força dos extensores de joelho em uma coorte diferente de pessoas com DFP³³. Este achado pode ajudar a explicar porque a cinesiofobia não estava associada à função objetiva na coorte atual. No entanto, a cinesiofobia tem sido associada com função autorreportada em pessoas com DFP¹², destacando a necessidade de mais pesquisas para melhorar nossa compreensão da relação entre alterações nos fatores psicológicos e função objetiva em pessoas com DFP. É importante ressaltar que, embora a cinesiofobia e a catastrofização da dor não estivessem relacionadas à função objetiva avaliada em nosso estudo, essas três tarefas não representam todos os aspectos da função diária. Portanto, a investigação da relação entre cinesiofobia e catastrofização da dor com outras tarefas funcionais é justificada. Além disso, a pesquisa também é necessária para entender a relação entre os prejuízos nos fatores psicológicos e outros fatores como padrão de movimento³³, perfil de sensibilização^{34,35} e prognóstico da DFP.

Limitações e futuros direcionamentos

Existem algumas limitações neste estudo que devem ser reconhecidas. O desenho do nosso estudo não nos permite nenhuma conclusão prospectiva, como a falta de relação em dados transversais não necessariamente significa que melhora na cinesiofobia e catastrofização da dor ao longo do tempo não estarão relacionadas a mudanças nos testes funcionais objetivos medidos em nosso estudo. Outra limitação do nosso estudo foi que algumas participantes com DFP apresentaram o membro sintomático diferente do membro dominante das participantes assintomáticas. Pesquisas futuras devem considerar a avaliação da influência da dominância do membro nos testes de equilíbrio. Apenas mulheres foram incluídas em nosso estudo devido à alta prevalência de DFP nessa população², o que significa que futuros estudos incluindo homens, adolescentes e populações mais velhas com DFP são necessários antes que os resultados possam ser aplicado a essas populações.

Implicações clínicas

Apesar de demonstrar a presença de cinesiofobia, catastrofização da dor e pior função objetiva em tarefas com pular, descer degrau e agachar, a falta de associação entre esses aspectos sugere que ambos podem precisar ser avaliados e direcionado em pessoas com DFP. Atualmente, não há nenhum ensaio clínico aleatorizado controlado que tenha como alvo os fatores psicológicos como desfecho primário para pessoas com DFP^{36,37} e apenas poucos estudos avaliaram estes fatores psicológicos em pessoas com DFP^{10-12,29}.

5.1.5. Conclusão

Mulheres com DFP Têm maior cinesiofobia e catastrofização da dor e pior função objetiva em comparação com mulheres assintomáticas. Entretanto, não foram observadas

associações entre cinesiofobia e catastrofização da dor com o desempenho funcional objetivo em saltos, descidas de degrau e agachamento. Mais pesquisas são necessárias para entender como outros fatores físicos e psicológicos podem afetar a função objetiva de mulheres com DFP.

5.1.6. Referências do estudo 5

1. Smith BE, Selfe J, Thacker D, et al. Incidence and prevalence of patellofemoral pain: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2018;13(1):1-18. doi:10.1371/journal.pone.0190892
2. 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.
3. Lankhorst NE, van Middelkoop M, Crossley KM, et al. Factors that predict a poor outcome 5–8 years after the diagnosis of patellofemoral pain: a multicentre observational analysis. *Br J Sports Med*. 2016;50(14):881-886. doi:10.1136/bjsports-2015-094664
4. Crossley KM, Stefanik JJ, Selfe J, et al. 2016 Patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 1: Terminology, definitions, clinical examination, natural history, patellofemoral osteoarthritis and patient-reported outcome m. *Br J Sports Med*. 2016;50(14):839-843. doi:10.1136/bjsports-2016-096384
5. Loudon JK, Wiesner D, Goist-Foley HL, Asjes C, Loudon KL. Intrarater Reliability of Functional Performance Tests for Subjects With Patellofemoral Pain Syndrome. *J Athl Train*. 2002;37(3):256-261.
6. dos Reis AC, Correa JCF, Bley AS, Rabelo NDDA, Fukuda TY, Lucareli PRG. Kinematic and kinetic analysis of the single-leg triple hop test in women with and without patellofemoral pain. *J Orthop Sport Phys Ther*. 2015;45(10):799-807.
7. Aminaka N, Gribble PA. Patellar taping, patellofemoral pain syndrome, lower extremity kinematics, and dynamic postural control. *J Athl Train*. 2008;43(1):21-28. doi:10.4085/1062-6050-43.1.21
8. Powers CM, Witvrouw E, Davis IS, Crossley KM. Evidence-based framework for a pathomechanical model of patellofemoral pain: 2017 patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester,

- UK: part 3. *Br J Sports Med.* 2017;51(24):1713-1723. doi:10.1136/bjsports-2017-098717
9. Dye S. The pathophysiology of patellofemoral pain. *Clin Orthop Relat Res.* 2005;(436):100-110. doi:10.1097/01.blo.0000172303.74414.7d
 10. Maclachlan LR, Collins NJ, Matthews MLG, Hodges PW, Vicenzino B. The psychological features of patellofemoral pain: A systematic review. *Br J Sports Med.* 2017;51(9):732-742. doi:10.1136/bjsports-2016-096705
 11. Smith BE, Moffatt F, Hendrick P, et al. The experience of living with patellofemoral pain - loss, confusion and fear-avoidance: A UK qualitative study. *BMJ Open.* 2018;8(1):e018624. doi:10.1136/bmjopen-2017-018624
 12. Maclachlan LR, Matthews M, Hodges PW, Collins NJ, Vicenzino B. The psychological features of patellofemoral pain: A cross-sectional study. *Scand J Pain.* 2018;18(2):261-271. doi:10.1515/sjpain-2018-0025
 13. 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
 14. French DJ, France CR, Vigneau F, French JA, Evans RT. Fear of movement/(re)injury in chronic pain: A psychometric assessment of the original English version of the Tampa scale for kinesiophobia (TSK). *Pain.* 2007;127(1-2):42-51. doi:10.1016/j.pain.2006.07.016
 15. Kori SH, Miller RP, Todd DD. Kinesiophobia: A new view of chronic pain behavior. *Pain Manag.* 1990;3:35-43.
 16. Sullivan MJL, Bishop SR, Pivik J. The Pain Catastrophizing Scale: Development and validation. *Psychol Assess.* 1995;7(4):524-532. doi:10.1037/1040-3590.7.4.524
 17. Park K-M, Cynn H-S, Choung S-D. Musculoskeletal predictors of movement quality for the forward step-down test in asymptomatic women. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2013;43(7):504-510. doi:10.2519/jospt.2013.4073
 18. Kalytczak MM, Lucareli PRG, dos Reis AC, et al. Kinematic and electromyographic analysis in patients with patellofemoral pain syndrome during single leg triple hop test. *Gait Posture.* 2016;49:246-251. doi:10.1016/j.gaitpost.2016.07.020
 19. Augustsson J, Thomeé R, Lindén C, Folkesson M, Tranberg R, Karlsson J. Single-leg hop testing following fatiguing exercise: Reliability and biomechanical analysis. *Scand J Med Sci Sport.* 2006;16(2):111-120. doi:10.1111/j.1600-0838.2005.00446.x
 20. Ness BM, Taylor AL, Haberl MD, Reuteman PF, Borgert AJ. Clinical observation and analysis of movement quality during performance on the star excursion balance test. *Int J*

- Sports Phys Ther.* 2015;10(2):168-177.
21. Kinzey SJ, Armstrong CW. The reliability of the star-excursion test in assessing dynamic balance. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998;27(5):356-360. doi:10.2519/jospt.1998.27.5.356
 22. Gribble PA, Hertel J, Plisky P. Using the star excursion balance test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: A literature and systematic review. *J Athl Train.* 2012;47(3):339-357. doi:10.4085/1062-6050-47.3.08
 23. Chevidikunnan MF, Al Saif A, Gaowgzeh RA, Mamdouh KA. Effectiveness of core muscle strengthening for improving pain and dynamic balance among female patients with patellofemoral pain syndrome. *J Phys Ther Sci.* 2016;28(5):1518-1523. doi:10.1589/jpts.28.1518
 24. Gribble P a, Hertel J. Effect of hip and ankle muscle fatigue on unipedal postural control. *J Electromyogr Kinesiol.* 2004;14(6):641-646. doi:10.1016/j.jelekin.2004.05.001
 25. Hertel J, Braham RA, Hale SA, Olmsted-Kramer LC. Simplifying the Star Excursion Balance Test: Analyses of Subjects With and Without Chronic Ankle Instability. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2006;36:131-137. doi:10.2519/jospt.2006.2103
 26. Portney L, Watkins M. *Foundations of Clinical Research: Applications to Practice.* 3^o. New Jersey: Pearson Prentice Hall; 2009.
 27. Sullivan GM, Feinn R. Using effect size—or why the p value is not enough. *J Grad Med Educ.* 2012;4(3):279-282. doi:10.4300/JGME-D-12-00156.1
 28. Sullivan GM, Feinn R. Using effect size - or why the p value is not enough. *J Grad Med Educ.* 2012;4(3):279-282. doi:10.4300/JGME-D-12-00156.1
 29. De Oliveira Silva D, Barton C, Crossley K, et al. Implications of knee crepitus to the overall clinical presentation of women with and without patellofemoral pain. *Phys Ther Sport.* 2018;33:89-95. doi:10.1016/j.ptsp.2018.07.007
 30. Nunes GS, de Oliveira Silva D, Pizzari T, Serrão FV, Crossley KM, Barton CJ. Clinically measured HIP muscle capacity deficits in people with patellofemoral pain. *Phys Ther Sport.* 2019;35(1):69-74. doi:10.1016/j.ptsp.2018.11.003
 31. Van Wilgen CP, Van Ittersum MW, Kaptein AA, Van Wijhe M. Illness perceptions in patients with fibromyalgia and their relationship to quality of life and catastrophizing. *Arthritis Rheum.* 2008;58(11):3618-3626. doi:10.1002/art.23959
 32. Doménech J, Sanchis-Alfonso V, Espejo B. Changes in catastrophizing and kinesiophobia are predictive of changes in disability and pain after treatment in patients with anterior knee pain. *Knee surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2014;22(10):2295-2300.

doi:10.1007/s00167-014-2968-7

33. De Oliveira Silva D, Barton CJ, Briani RV, et al. Kinesiophobia, but not strength is associated with altered movement in women with patellofemoral pain. *Gait Posture*. 2018;68(October 2018):1-5. doi:10.1016/j.gaitpost.2018.10.033
34. Pedler A, Kamper SJ, Sterling M. Addition of posttraumatic stress and sensory hypersensitivity more accurately estimates disability and pain than fear avoidance measures alone after whiplash injury. *Pain*. 2016;157(8):1645-1654. doi:10.1097/j.pain.0000000000000564
35. De Oliveira Silva D, Rathleff MS, Petersen K, Azevedo FM de, Barton CJ. Manifestations of Pain Sensitization Across Different Painful Knee Disorders: A Systematic Review Including Meta-analysis and Metaregression. *Pain Med*. 2018;0(0):1-24. doi:10.1093/pm/pny177
36. Briani RV, Ferreira AS, Pazzinatto MF, Pappas E, De Oliveira Silva D, Azevedo FM de. What interventions can improve quality of life or psychosocial factors of individuals with knee osteoarthritis? A systematic review with meta-analysis of primary outcomes from randomised controlled trials. *Br J Sports Med*. 2018;52(16):1031-1038. doi:10.1136/bjsports-2017-098099
37. Collins NJ, Barton CJ, Middelkoop M Van, et al. 2018 Consensus statement on exercise therapy and physical interventions (orthoses, taping and manual therapy) to treat patellofemoral pain: recommendations from the 5th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Gold Coast, Australia, 2017. *Br J Sport Med*. 2018;52(18):1170-1178. doi:10.1136/

5.2. Estudo 6: Cinesiofobia está associada com alterações cinemáticas, mas não com alterações de torque muscular em mulheres com dor femoropatelar

O estudo original 6 foi publicado no periódico científico *Gait & Posture* (Fator de Impacto = 2,27).

Gait & Posture 68 (2019) 1–5



Contents lists available at ScienceDirect

Gait & Posture

journal homepage: www.elsevier.com/locate/gaitpost



Full length article

Kinesiophobia, but not strength is associated with altered movement in women with patellofemoral pain



Danilo de Oliveira Silva^{a,b,c,*}, Christian John Barton^{b,c,1}, Ronaldo Valdir Briani^{a,2}, Bianca Taborda^{a,2}, Amanda Schenatto Ferreira^{a,2}, Marcella Ferraz Pazzinato^{a,b,2}, Fábio Mícolis de Azevedo^{a,2}

^a Laboratory of Biomechanics and Motor Control (LABCOM), School of Science and Technology, Sao Paulo State University (UNESP), Presidente Prudente, Sao Paulo, Brazil
^b La Trobe Sports and Exercise Medicine Research Centre (LASEM), School of Allied Health, La Trobe University, Bundoora, Victoria, Australia
^c Translating Research Knowledge Evidence (TREK) group, Melbourne, Australia

5.2.1. Introdução

A DFP tem alta incidência e prevalência¹, com mulheres duas vezes mais propensas a apresentar sintomas do que os homens². A DFP é caracterizada por alterações na mecânica dos membros inferiores³ com sintomas exacerbados pelas atividades que sobrecarregam a articulação femoropatelar⁴, como a subida e descida de escada^{5,6}. Atualmente, os programas de reabilitação baseados em evidências são considerados eficazes a longo prazo em comparação com intervenções de controle⁷ porém apresentam desfechos desfavoráveis em mais de 50% dos pacientes com DFP⁸.

Indivíduos com DFP podem adotar estratégias de movimento compensatório em resposta à dor para evitar estresse excessivo na articulação femoropatelar⁶. Por exemplo, reduzir a flexão do joelho durante a subida e descida de escadas tem sido reportada em vários

estudos^{3,9-11}, o que pode ser um mecanismo de proteção para reduzir o estresse da articulação femoropatelar e, conseqüentemente, reduzir a dor. No entanto, este padrão de movimento compensatório deve ser visto com cuidado, pois pode estar relacionado ao aumento de *loading rates* da força vertical de reação do solo, o que poderia causar efeitos deletérios no joelho. Da mesma forma, indivíduos com DFP descem escadas com menor cadência comparado a indivíduos assintomáticos^{3,5,6}. Brechter e Powers⁶ reportaram que a redução da cadência durante a descida de escadas poderia contribuir para reduzir a força de reação da articulação femoropatelar, que está intimamente ligada ao estresse femoropatelar.

Em estudos anteriores, indivíduos com DFP apresentaram redução do pico do momento extensor de joelho durante descida de escadas, sugerindo que o padrão de evitação do quadríceps pode estar presente durante essa tarefa⁵. A longo prazo, este aparente mecanismo de proteção pode levar à redução do torque extensor do joelho devido ao desuso do quadríceps ao longo do tempo¹². No entanto, evidências prospectivas indicam que a redução na força extensora do joelho é um fator de risco para indivíduos com DFP¹², o que desafia a teoria de que a redução do torque dos extensores de joelho é secundária às alterações cinéticas e mecanismos compensatórios cinemáticos. Em vez disso, a redução do torque dos extensores do joelho pode levar à alteração da cinemática nos indivíduos com DFP durante gestos funcionais. Independentemente disso, nenhum estudo investigou a relação entre o torque dos extensores do joelho e a cinemática durante tarefas que sobrecarregam a articulação femoropatelar, como descida de escadas.

Outro potencial *driver* dos mecanismos compensatórios cinemáticos durante a descida de escada pode ser a presença de cinesiofobia^{13,14}. Teoricamente, o medo associado ao movimento pode resultar em menor flexão e menor cadência na tentativa de proteger o joelho³. A importância de abordar a cinesiofobia em indivíduos com DFP tem sido destacada por estudos recentes, reportando que reduções na cinesiofobia foram moderadamente associadas

com menor dor e maior função após um programa de reabilitação¹⁵. Até o momento, nenhum estudo investigou a relação entre cinesiofobia e cinemática durante tarefas que sobrecarregam a articulação femoropatelar, como descida de escadas.

O objetivo deste estudo foi avaliar as relações entre cinesiofobia; torque extensor do joelho (isométrico, concêntrico e excêntrico); e cinemática (cadência e pico de flexão do joelho) em mulheres com DFP durante descida de escadas.

5.2.2. Métodos

5.2.2.1. Amostra

Quarenta mulheres entre 18 e 35 anos com DFP foram recrutadas para participar deste estudo transversal entre setembro de 2016 e maio de 2017, por meio de anúncio nos cursos de graduação e pós-graduação de universidades e também por posts em mídias sociais (Facebook e Twitter). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética Humana Local e todos os participantes consentiram em participar por escrito (número: 1.484.129).

Os critérios de elegibilidade foram os mesmos adotados para inclusão, não inclusão e exclusão de participantes com DFP no estudo 1 da seção A (tópico 3.1.2.3. Critérios de elegibilidade).

5.2.2.2. Procedimentos

Os dados demográficos (idade, massa corporal e altura) foram coletados antes do teste. Todas as participantes reportaram sua pior dor no joelho durante o último mês, em uma EVA de 0 a 100 mm. As participantes também preencheram a Escala de Tampa para Cinesiofobia

(Tampa). O Tampa é um questionário de 17 itens para quantificar o medo de movimento e de uma nova lesão devido ao movimento e atividade física em uma escala de 0 a 68, onde 68 indica maior medo de movimento¹⁶. Além disso, a duração dos sintomas relacionados a DFP (meses) e a função do joelho autorreportada (AKPS) foram obtidas.

Avaliações cinemáticas e de torque muscular foram realizadas em dois dias diferentes, com intervalo de 48 horas a uma semana, para evitar qualquer possível influência de fadiga neuromuscular ou dor muscular. As avaliações foram realizadas no membro sintomático da participante ou no membro mais sintomático, em caso de sintomas bilaterais.

5.2.2.3. Avaliação cinemática

A avaliação cinemática foi realizada durante a tarefa de descida de escada. Dados cinemáticos foram coletados usando o mesmo *set up* e os mesmos procedimentos experimentais previamente mencionados (tópicos 3.1.2.4. Escada de teste, 3.1.2.5. Procedimento experimental e 3.1.2.6. Instrumentação). A figura 22 demonstra a visão interna de escada de teste desenvolvida para este experimento.



Figura 22 - Plataforma de força embutida no quarto degrau da escada sem contato com a estrutura da escada.

5.2.2.4. Avaliação do torque extensor do joelho

Foram avaliadas contrações isométricas, concêntricas e excêntricas voluntárias máximas durante a extensão do joelho utilizando um dinamômetro isocinético (Biodex System 4 Pro, Nova York, EUA). A ordem das avaliações foi randomizada para evitar viés sistemático e o dinamômetro foi calibrado no início de cada período de coleta de dados. As participantes foram avaliadas na posição sentada com o quadril e joelho flexionados a 90°. O centro da articulação do joelho testado foi alinhado com o eixo do dinamômetro e quatro cintos foram usados para estabilizar o tronco e o membro em teste, dois cruzando o tronco, um ao redor da pelve e outro na parte distal da coxa (Figura 23). Para o teste isométrico, os músculos extensores do joelho foram avaliados em um ângulo articular de 60°, para testes isocinéticos em uma amplitude articular de 0 a 90°¹⁹.



Figura 23 – Posicionamento das participantes para executar o movimento de extensão de joelho.

Para o teste isométrico, duas contrações submáximas de 6 segundos com um intervalo de 1 minuto entre os ensaios foram realizadas como procedimento de familiarização²⁰. Então, duas contrações isométricas máximas de 6 segundos com um intervalo de 1 minuto entre cada tentativa foram realizadas para determinar o torque isométrico máximo. Para os testes concêntricos e excêntricos, as participantes também realizaram um procedimento de familiarização, consistindo de uma série de cinco contrações submáximas e uma série de duas contrações máximas, com um intervalo de 1 minuto entre as séries¹⁹. Em seguida, realizaram duas séries de cinco repetições máximas com um período de descanso de três minutos entre as séries. Encorajamento verbal foi fornecido para estimular as participantes a produzir o torque máximo durante as contrações. Para corrigir a influência da gravidade, o membro avaliado foi pesado antes de cada teste e o *software* de aquisição de dados corrigiu automaticamente os dados de saída. Testes de força concêntrica e excêntrica foram realizados a uma velocidade angular de 30°/s²¹.

5.2.2.5. Análise de dados

Todos os dados cinemáticos foram filtrados com um filtro *Butterworth* de 4ª ordem, com uma frequência de corte de 6 Hz²², e reconstruídos no *software* Vicon Nexus®. Os sinais da força vertical de reação do solo foram utilizados para identificar a fase de apoio a partir da qual as medidas de interesse foram computadas¹⁷. A cadência foi calculada com base no tempo de um ciclo inteiro da marcha: apoio unipodal entre o deslocamento da perna oposta no quinto degrau até o contato do pé no terceiro degrau. Cada evento foi inspecionado manualmente, visualizando a animação dos dados de movimento³.

Os dados cinemáticos e de torque foram analisados usando uma rotina de códigos personalizada em ambiente MatLab (MATLAB; The MathWorks, Inc., Natick, MA). A

variável cinemática de interesse foi o pico de flexão do joelho na fase de apoio. As variáveis cinéticas de interesse foram pico de torque extensor isométrico, concêntrico e excêntrico do joelho. A contração isométrica foi calculada como a média dos 4 segundos do meio da contração, desconsiderando o primeiro e o último segundos²³. Contrações concêntricas e excêntricas foram calculadas como a média das 3 repetições intermediárias para cada teste de força, para eliminar a possibilidade de aprendizado (tentativa 1) e efeitos de fadiga (tentativa 5)²³. Todos os dados de torque (N.m) foram normalizados pela massa corporal de cada participante ($[N.m / kg] \times 100$).

5.2.2.6. Análise estatística

Devido à novidade de nossa proposta, não encontramos um estudo com participantes com DFP que correlacionasse cinesiofobia com cinemática ou torque. Portanto, realizamos o cálculo do tamanho da amostra com um estudo de Domenech e colaboradores (2014)¹³ que correlacionou a cinesiofobia com outros parâmetros clínicos, como função e dor. Com $r = 0,6$ e $p < 0,05$ esperados, o número de participantes necessários para um teste com poder de 80% ($1-\beta = 0,80$) foi de pelo menos 26 participantes.

Antes da análise estatística, todas as variáveis foram avaliadas quanto à normalidade e encontravam-se normalmente distribuídas com base na obtenção de $p > 0,05$ no teste de Shapiro-Wilk. O coeficiente de correlação de Pearson foi calculado para quantificar as relações entre cinesiofobia, parâmetros cinemáticos ao descer escadas e torques extensores do joelho. A classificação de correlação foi definida como $r = 1$ a 0,8 muito alto; 0,79 a 0,6 alto; 0,59 a 0,4 moderado; 0,39 a 0,20 baixo e $< 0,19$ muito baixo²⁴. O nível de significância foi estabelecido em 0,05 para todas as análises estatísticas. A análise estatística foi realizada usando SPSS (IBM versão 23, SPSS inc., Chicago, IL).

5.2.3. Resultados

As características descritivas dos participantes, incluindo dados demográficos, medidas autorreportadas, cinemática durante a descida de escadas e torque extensor do joelho estão reportados na Tabela 10.

Tabela 10. Características dos participantes com DFP

| Variáveis | Média (DP) |
|--|----------------|
| <i>Dados demográficos</i> | |
| Idade (anos) | 22,23 (3,20) |
| Massa corporal (kg) | 64,27 (10,16) |
| Altura (m) | 1,61 (0,05) |
| Índice de massa corporal (IMC) | 19,87 (3,10) |
| <i>Medidas autorreportadas</i> | |
| Pior nível de dor no último mês (EVA) | 52,00 (16,90) |
| Duração dos sintomas (meses) | 55,15 (4,94) |
| Função (AKPS) | 71,45 (12,36) |
| Cinesiofobia (TAMPA) | 36,38 (6,53) |
| <i>Cinemática – descida de escada</i> | |
| Cadência (steps/minuto) | 62,67 (9,51) |
| Pico de flexão de joelho (graus) | 40,61 (7,25) |
| <i>Pico de torque extensor de joelho</i> | |
| Isométrico (N·m/kg x 100) | 205,44 (65,33) |
| Concêntrico (N·m/kg x 100) | 167,12 (44,13) |
| Excêntrico (N·m/kg x 100) | 216,65 (58,60) |

Abreviações: EVA – escala visual analógica de dor; AKPS – anterior knee pain scale; TAMPA – escala de tampa para cinesiofobia; DP – desvio padrão.

Maior cinesiofobia correlacionou-se significativamente com redução da cadência (alta, $p < 0,001$) e pico de flexão do joelho (alta, $p < 0,001$) (Figura 24), explicando 38% e 41% da variância, respectivamente.

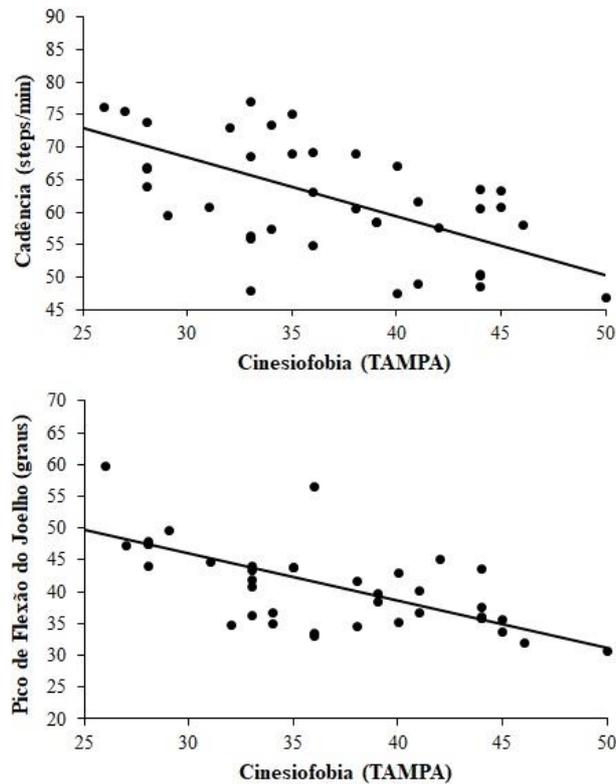


Figura 24 - Gráficos de dispersão representando a correlação significativa entre cinesiofobia (escala TAMPA) com a cinemática (pico de flexão e cadência do joelho) na descida de escadas.

Não foram encontradas correlações significativas entre a cinesiofobia e o torque extensor do joelho isométrica, concêntrico ou excêntrico ($p > 0,05$) (Tabela 11).

Tabela 11 – Correlações entre cinesiofobia, cinemática e torque extensor de joelho

| Variáveis | TAMPA | |
|--|--------|----------|
| | r | p |
| <i>Cinemática – descida de escada</i> | | |
| Cadência | -0,622 | < 0,001* |
| Pico de flexão de joelho | -0,643 | < 0,001* |
| <i>Pico de torque extensor de joelho</i> | | |
| Isométrico | -0,124 | 0,380 |
| Concêntrico | -0,111 | 0,496 |
| Excêntrico | -0,241 | 0,134 |

* Indica correlação significativa $p < 0,05$.

Não foram encontradas correlações significativas entre a cinemática (cadência ou pico de flexão do joelho) durante a descida de escadas e o torque extensor do joelho isométrico, concêntrico ou excêntrico ($p > 0,05$) (Tabela 12).

Tabela 12 – Correlação entre cadência e pico de flexão do joelho durante descida de escada e torque extensor do joelho

| Variáveis | Cadência | |
|--|----------|-------|
| | r | p |
| <i>Pico de torque extensor de joelho</i> | | |
| Isométrico | -0.098 | 0.548 |
| Concêntrico | 0.004 | 0.982 |
| Excêntrico | 0.192 | 0.235 |
| Pico de flexão do joelho | | |
| Isométrico | 0.159 | 0.192 |
| Concêntrico | 0.128 | 0.430 |
| Excêntrico | 0.122 | 0.498 |

5.2.4. Discussão

Os achados deste estudo indicam alta correlação entre cinesiofobia e padrões de movimento considerados como mecanismos de proteção (redução da flexão de joelho e cadência) durante a descida de escada em mulheres com DFP. No entanto, o torque extensor do joelho (isométrico, concêntrico e excêntrico) não parece estar associado à cinemática (pico de flexão do joelho ou cadência) durante a descida da escada ou à cinesiofobia. Juntos, esses achados indicam que a cinesiofobia provavelmente tem maior influência em mecanismos de proteção cinemáticos do que a força em mulheres com DFP.

A redução do pico de flexão de joelho e da cadência durante a descida de escadas, teoricamente, são mecanismos de proteção para reduzir as forças de reação da articulação

femoropatelar⁶, e subsequentemente reduzir a dor no joelho. Nossos achados sustentam a hipótese de que a cinesiofobia pode influenciar o padrão de movimento de indivíduos com DFP. Além disso, se indivíduos com DFP alterarem seu comportamento devido à cinesiofobia, por exemplo, reduzindo o nível de atividade física, consequentemente reduzindo a carga aplicada a cartilagem do joelho, efeitos prejudiciais podem ocorrer na articulação femoropatelar. Um estudo anterior reportou que a redução drástica da aplicação de carga na articulação femoropatelar (como aquelas que aplicamos durante atividades funcionais) durante 6 semanas leva a déficits no conteúdo de proteoglicanos, aumentando o risco de lesões no joelho²⁵. Além disso, considerando relações previamente reportadas entre redução da cinesiofobia e melhora da dor e função de indivíduos com DFP²⁶, é necessário avaliar se intervenções abordando especificamente a cinesiofobia podem ajudar a restaurar o padrão de movimento adequado, juntamente com a redução da dor e sintomas de indivíduos com DFP.

Não encontramos relação entre o torque dos músculos extensores do joelho e a cinemática em mulheres com DFP. Nossa hipótese era que a redução do torque extensor do joelho poderia, teoricamente, reduzir a capacidade dos indivíduos com DFP descender escadas, possivelmente diminuindo sua velocidade e reduzindo a amplitude de flexão do joelho⁶. Interpretando os achados de outra maneira, as alterações do padrão de movimento, como redução da flexão do joelho e cadência, também poderiam levar a efeitos deletérios nos músculos extensores do joelho de indivíduos com DFP, incluindo menor torque extensor do joelho¹⁹ e atrofia do quadríceps²⁷. No entanto, nossos achados indicam que o torque extensor do joelho pode não ter relação com o padrão de movimento durante a descida de escadas.

Uma possível explicação para a falta de relação entre o torque dos extensores de joelho e os mecanismos de proteção cinemáticos é que os déficits de torque encontrados em mulheres com DFP (tipicamente 9-11%¹⁹) podem não ser suficientes para afetar uma tarefa de menor demanda, como descida de degraus. Estudos futuros poderiam considerar explorar a

porcentagem do torque máximo dos extensores de joelho que os indivíduos com DFP utilizam para desempenhar tarefas funcionais, com isso, verificar se os déficits nessa porcentagem correlacionam com a cinemática durante gestos funcionais. Além disso, outras variáveis de função muscular, como taxa de desenvolvimento de força ou potência muscular, juntamente com a função de outros grupos musculares chave (por exemplo, musculatura do quadril) podem ter maior influência no padrão de movimento de mulheres com DFP. Mais pesquisas são necessárias para explorar essas possibilidades.

A ausência de relação entre torque extensor de joelho e cinesiofobia também foi surpreendente. Entendemos que a redução do torque máximo voluntário dos extensores do joelho é reduzida devido à inibição causada pela dor, evidenciado por estudos abordando dor anterior no joelho induzida experimentalmente²⁸, potencialmente formando uma relação com a cinesiofobia. Teoricamente, alguém com altos níveis de cinesiofobia teria maior receio de descarregar o peso na articulação do joelho, levando ao desuso e à atrofia muscular. Entretanto, nossos achados indicam que não há relação entre cinesiofobia e torque extensor do joelho (isométrico, concêntrico ou excêntrico) em mulheres com DFP. Assim, outros fatores além da cinesiofobia parecem contribuir para o menor torque dos extensores do joelho encontrado em indivíduos com DFP. Alguns fatores indicam a necessidade de mais estudos acerca desta temática, dentre eles, a menor excitabilidade do reflexo H²⁹ e inibição causada pela presença de dor²⁸ que podem prejudicar a produção de torque durante o teste de força máxima.

Implicações clínicas

Exercícios, incluindo o fortalecimento dos extensores do joelho, tem a mais forte evidência para o tratamento de indivíduos com DFP e são recomendados como o principal tratamento pelo mais recente consenso publicado pelos experts da área³⁰. No entanto, nossos

achados destacam a necessidade de fornecer intervenções adicionais para abordar as deficiências não físicas, como a cinesiofobia, especialmente se o objetivo for abordar padrões alterados de movimento. É importante ressaltar que as intervenções capazes de tratar com sucesso a cinesiofobia podem contribuir para otimizar os resultados em indivíduos com DFP²⁶.

Até o momento, nenhum estudo clínico aleatorizado com intervenções específicas direcionadas à cinesiofobia foi realizado em indivíduos com DFP³¹. Portanto, o desenvolvimento e a avaliação de tais intervenções são necessários, talvez envolvendo educação, exposição gradual ou intervenções para aumentar a confiança durante a realização do movimento, como o *brace* de joelho.

Limitações

Apesar de fornecer alguns *insights* sobre quais intervenções poderiam ser benéficas para indivíduos com DFP, o desenho deste estudo não permite recomendações diretas para a prática clínica relacionada à intervenção. No entanto, destaca a necessidade de considerar a realização de estudos clínicos aleatorizados que avaliem o efeito de intervenções direcionadas à cinesiofobia, além de intervenções baseadas em evidências atuais. Além disso, o caráter transversal deste estudo não nos permite estabelecer relação de causalidade (ex: a cinesiofobia altera o padrão de movimento), o princípio da relação é bidirecional. Outra limitação é que este estudo incluiu apenas mulheres entre 18 e 35 anos devido à alta prevalência de DFP nessa população. Portanto, isso limita a extrapolação dos resultados para homens, adolescentes e populações mais velhas, até que uma metodologia semelhante seja aplicada a essas populações.

5.2.5. Conclusão

A cinesiofobia, mas não o torque dos extensores do joelho, está altamente relacionada com o padrão de movimento alterado durante a descida da escada (redução da flexão de joelho e cadência) em mulheres com DFP. Além disso, a cinesiofobia e o torque dos extensores de joelho não estão relacionados entre si, indicando que os programas de exercícios mais tradicionais, visando o fortalecimento, podem não melhorar a cinesiofobia ou os comprometimentos do padrão de movimento. Em conjunto, isso sugere que a possível combinação de educação, exposição gradual e *bracing* com a terapia tradicional de exercícios pode levar a benefícios adicionais para indivíduos com DFP.

5.2.6. Referências do Estudo 6

1. Smith BE, Selfe J, Rathleff MS. Incidence and prevalence of patellofemoral pain: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2018;13(1). doi:10.1371/journal.pone.0190892.
2. Boling M, Padua D, Marshall S, et al. Gender differences in the incidence and prevalence of patellofemoral pain syndrome.
3. De Oliveira Silva D, Barton CJ, Pazzinatto MF, Briani RV, de Azevedo FM. Proximal mechanics during stair ascent are more discriminate of females with patellofemoral pain than distal mechanics. *Clin Biomech*. 2016;35(5):56-61. doi:10.1016/j.clinbiomech.2016.04.009.
4. Crossley KM, Stefanik JJ, Selfe J, et al. 2016 Patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 1: Terminology, definitions, clinical examination, natural history, patellofemoral osteoarthritis and patient-reported outcome m. *Br J Sports Med*. 2016;50(14):839-843. doi:10.1136/bjsports-2016-096384.
5. 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.
6. Brechter JH, Powers CM. Patellofemoral joint stress during stair ascent and descent in persons with and without patellofemoral pain. *Gait Posture*. 2002;16(2):115-123. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12297253>.
7. Lack S, Barton C, Sohan O, Crossley K, Morrissey D. Proximal muscle rehabilitation is effective for patellofemoral pain: a systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2015;49(21):1365-1376. doi:10.1136/bjsports-2015-094723.

8. Lankhorst NE, van Middelkoop M, Crossley KM, et al. Factors that predict a poor outcome 5–8 years after the diagnosis of patellofemoral pain: a multicentre observational analysis. *Br J Sports Med.* 2016;50(14):881-886. doi:10.1136/bjsports-2015-094664.
9. McKenzie K, Galea V, Wessel J, Pierrynowski M. Lower extremity kinematics of females with patellofemoral pain syndrome while stair stepping. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40(10):625-632. doi:10.2519/jospt.2010.3185.
10. 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):267-274. doi:10.1016/j.orthres.2003.08.014.
11. 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.
12. Lankhorst NE, Bierma-Zeinstra SM a, Van Middelkoop M. Risk factors for patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2012;42(2):81-94. doi:10.2519/jospt.2012.3803.
13. Domenech J, Sanchis-Alfonso V, López L, Espejo B. Influence of kinesiophobia and catastrophizing on pain and disability in anterior knee pain patients. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2013;21(7):1562-1568. doi:10.1007/s00167-012-2238-5.
14. Maclachlan LR, Collins NJ, Matthews MLG, Hodges PW, Vicenzino B. The psychological features of patellofemoral pain: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2017;51(9):732-742. doi:10.1136/bjsports-2016-096705.
15. Doménech J, Sanchis-Alfonso V, Espejo B. Changes in catastrophizing and kinesiophobia are predictive of changes in disability and pain after treatment in patients with anterior knee pain. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014;22(10):2295-2300. doi:10.1007/s00167-014-2968-7.
16. French DJ, France CR, Vigneau F, French JA, Evans RT. Fear of movement/(re)injury in chronic pain: A psychometric assessment of the original English version of the Tampa scale for kinesiophobia (TSK). *Pain.* 2007;127(1-2):42-51. doi:10.1016/j.pain.2006.07.016.
17. De Oliveira Silva D, Magalhães FH, Pazzinatto MF, et al. Contribution of altered hip, knee and foot kinematics to dynamic postural impairments in females with patellofemoral pain during stair ascent. *Knee.* 2016;23(3):376-381. doi:10.1016/j.knee.2016.01.014.
18. Kadaba MP, Ramakrishnan HK, Wootten ME. Measurement of lower extremity kinematics during level walking. *J Orthop Res.* 1990;8(3):383-392. doi:10.1002/jor.1100080310.
19. Duvigneaud N, Bernard E, Stevens V, Witvrouw E, Van Tiggelen D. Isokinetic assessment of patellofemoral pain syndrome: A prospective study in female recruits. *Isokinet Exerc Sci.* 2008;16:213-219.
20. Silva CR, Silva DO, Aragão FA, Ferrari D, Alves N, Azevedo FM. Influence of neuromuscular fatigue on co-contraction between vastus medialis and vastus lateralis during isometric contractions. *Kinesiol.* 2014;46(2):179-185.
21. Perin DH. *Isokinetic Exercise and Assessment.* Champaign, IL: Human Kinetics; 1993.
22. Winter D. *Biomechanics and Motor Control of Human Movement.* 4th ed. (Sons JW&

- ed.). New Jersey; 2009.
23. Boling MC, Padua D a, Alexander Creighton R. Concentric and eccentric torque of the hip musculature in individuals with and without patellofemoral pain. *J Athl Train.* 2009;44(1):7-13. doi:10.4085/1062-6050-44.1.7.
 24. Campbell M. *Correlation and Regression.* 11th ed. Wiley; 2009.
 25. Souza RB, Baum T, Wu S, et al. Effects of unloading on knee articular cartilage T1rho and T2 magnetic resonance imaging relaxation times: A case series. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2012;42(6):511-520. doi:10.2519/jospt.2012.3975.
 26. Doménech J, Sanchis-Alfonso V, Espejo B. Changes in catastrophizing and kinesiophobia are predictive of changes in disability and pain after treatment in patients with anterior knee pain. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2014;22:2295-2300. doi:10.1007/s00167-014-2968-7.
 27. Giles LS, Webster KE, McClelland JA, Cook J. Atrophy of the Quadriceps Is Not Isolated to the Vastus Medialis Oblique in Individuals With Patellofemoral Pain. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2015;45(8):613-619. doi:10.2519/jospt.2015.5852.
 28. Park J, Hopkins JT. Induced anterior knee pain immediately reduces involuntary and voluntary quadriceps activation. *Clin J Sport Med.* 2013;23(1):19-24. doi:10.1097/JSM.0b013e3182717b7b.
 29. DeOliveira Silva D, Magalhães FH, Faria NCS, et al. Lower amplitude of H-reflex in females with patellofemoral pain: Thinking beyond proximal, local and distal factors. *Arch Phys Med Rehabil.* 2016;97(7):1115-1120. doi:10.1016/j.apmr.2015.12.017.
 30. Crossley KM, van Middelkoop M, Callaghan MJ, Collins NJ, Rathleff MS, Barton CJ. 2016 Patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 2: recommended physical interventions (exercise, taping, bracing, foot orthoses and combined interventions). *Br J Sports Med.* 2016;50(14):844-852. doi:10.1136/bjsports-2016-096268.
 31. Briani RV, Ferreira AS, Pazzinatto MF, Pappas E, Silva DDO, Azevedo FM De. What interventions can improve quality of life or psychosocial factors of individuals with knee osteoarthritis? A systematic review with meta- analysis of primary outcomes from randomised controlled trials. 2018:In press. doi:10.1136/bjsports-2017-098099.

6. SEÇÃO D – REABILITAÇÃO INTEGRANDO FATORES BIOMECÂNICOS, CLÍNICOS E PSICOLÓGICOS

6.1. Estudo 7 – Benefícios da educação e exercícios para pacientes com dor femoropatelar (BEEP): Estudo clínico aleatorizado piloto

O estudo 7, é um ensaio clínico aleatorizado piloto e foi devidamente registrado na *Australian New Zealand Clinical Trials Registry (ANZCTR)* sob o número de registro: ACTRN12618000224224. O estudo está em fase de revisão pelos autores e será submetido para o periódico *Journal of Physiotherapy* (Fator de Impacto = 4,54).

6.1.1. Introdução

Desordens articulares do joelho afetam milhões de pessoas em todo o mundo¹. Evidências recentes sugerem que a dor no joelho em adultos jovens talvez seja um fator predisponente para a osteoartrite de joelho mais tarde na vida², que está associada a um alto comprometimento individual, social e econômico^{3,4}.

Adultos jovens com DFP frequentemente relatam dor durante a corrida, agachamento, subida e descida de escadas⁵. Algumas explicações potenciais para a persistência de dor no joelho durante essas atividades incluem: padrões de movimento alterados⁶, processamento de dor alterado⁷ e falta de compreensão de como gerenciar a dor e níveis de atividade⁸. Portanto, educar os pacientes sobre como lidar com esses fatores pode ajudá-los a autoadministrar melhor sua dor no joelho e minimizar a necessidade de tratamentos mais intensivos e dispendiosos.

A educação é frequentemente fornecida como parte de intervenções fisioterapêuticas com eficácia previamente relatada^{9,10}. No entanto, detalhes específicos dos recursos de educação utilizados são mal descritos ou não são fornecidos nesses estudos. Além disso, a educação não tem sido usada como intervenção primária⁸. A educação precisa ser adaptada para cada paciente e é improvável que clínicos possam viabilizar o nível adequado de conhecimento, compreensão e mudança de comportamento durante apenas uma consulta. Portanto, a educação precisa ser dosada apropriadamente e estar prontamente disponível via interface amigável para encorajar o uso e a aprendizagem do indivíduo. Isso poderia ser alcançado por meio de website e/ou aplicativos on-line, desenvolvidos conjuntamente com pacientes com DFP. O envolvimento do usuário é essencial para aumentarmos a probabilidade de que os pacientes não apenas adquiram novos conhecimentos, mas mudem o comportamento e as crenças para facilitar o auto tratamento da DFP. Até o momento, nenhum estudo avaliou o efeito de um pacote abrangente de educação on-line sobre os desfechos clínicos em pacientes com DFP.

Estudos prévios que utilizam programas de exercício como intervenção reportam benefícios para pacientes com DFP, porém, esses programas não parecem apresentar bons resultados a longo prazo¹¹. As possíveis razões incluem o não cumprimento dos princípios de prescrição e especificidade do exercício¹², que muitas vezes requerem que o programa de exercícios seja realizado em uma academia ou clínica. Uma consideração adicional é que nem todas as pessoas com DFP podem precisar de um programa intensivo de exercícios a fim de facilitar sua recuperação, especialmente se for fornecida uma educação adequada e abrangente *a priori*. Um programa de educação disponível e adequado como intervenção primária para pacientes com DFP pode ser adequado para facilitar a recuperação em alguns, mas não em todas as pessoas com DFP. Mesmo que apenas alguns se recuperem, já ajudaria a desonerar sistemas públicos e privados de saúde, não oferecendo tratamento supérfluo e desnecessário

para pacientes com DFP. Naqueles que não se recuperam apenas com programa de autogerenciamento, a orientação adicional de um fisioterapeuta relacionado à educação e ao exercício pode ser benéfica. No entanto, não está claro se este exercício e intervenção educativa precisa ser entregue por um fisioterapeuta em um ambiente clínico ou se um formato de entrega online através de reuniões no Skype® pode ser tão eficaz quanto.

Portanto, os objetivos deste ensaio clínico aleatorizado são, (i) Avaliar o efeito de um programa de educação estimulando o autogerenciamento de pacientes com DFP sobre dor, dor, disfunção, fatores psicológicos e qualidade de vida; (ii) Comparar o efeito de dois programas de educação + exercício, ambos aplicados por fisioterapeutas, porém, um via Skype® e outro presencialmente em uma clínica de fisioterapia sobre dor, disfunção, fatores psicológicos e qualidade de vida em pessoas com DFP que não se recuperarem completamente após 6 semanas do programa de educação de autogerenciamento da DFP.

6.1.2. Métodos

6.1.2.1. Recrutamento

Os participantes foram recrutados através de cartazes distribuídos em várias academias da cidade de Melbourne-AU e no Campus Bundoora da La Trobe University (Figura 25). Além disso, os participantes também foram recrutados via posts em mídias sociais (Facebook e Twitter), usando o mesmo material publicitário. A triagem ocorreu por meio de um questionário digital enviado via Google Drive.

Do you have knee pain?
WE NEED

- People with knee pain - Aged 18-40 years

La Trobe University is seeking volunteers for a new study looking at the effect of education program and exercises in people with Knee Pain under or around Kneecap doing exercises.

FREE TREATMENT will be offered

For more information please contact:
Danilo de Oliveira Silva
d.deoliveirasilva@latrobe.edu.au
Telephone: 040629982

LA TROBE UNIVERSITY

Figura 25 – Cartaz para recrutamento dos Participantes.

Participantes

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Humana da La Trobe University, Melbourne-AU, e todos os participantes forneceram consentimento informado por escrito e verbalmente. Os critérios de elegibilidade para os participantes foram baseados em estudos anteriores⁵. Os seguintes critérios de elegibilidade foram avaliados por um fisioterapeuta com mais de 6 anos de experiência clínica. Os participantes foram incluídos se apresentassem dor anterior ou retropatelar: (i) correspondendo a pelo menos 20 em uma escala de 100 valores numéricos (NRS) na semana anterior; (ii) por pelo menos 1 mês; (iii) durante duas ou mais atividades, como sentar, agachar-se, ajoelhar-se, correr, subir e descer escadas, pular e aterrissar. Os critérios de exclusão incluíram uma história progressiva de qualquer cirurgia de membro inferior; história de subluxação ou luxação patelar; lesões sintomáticas ligamentares ou de menisco; bursite; presença de doenças neurológicas; ou indivíduos que receberam esteróides orais e tratamento com opióides no último mês.

6.1.2.2. Cálculo amostral

O cálculo do tamanho da amostra para o estudo foi feito com base nos achados de Esculier et al., (2018)⁹. que forneceu um programa de educação aos participantes com DFP. Para detectar uma diferença média de 34 mm em uma escala analógica visual de dor (0 a 100 mm) após 8 semanas de programa de educação, com um desvio padrão de 3,55, $\alpha = 0,05$, poder = 80%, 13 participantes são necessários em cada grupo. Esperando uma taxa de desistência de 15%, recrutamos 35 participantes.

6.1.2.3. Desenho do estudo

O desenho do nosso estudo teve duas fases.

Fase 1 (0-6 semanas): Trinta e três pessoas com PFP acessaram uma plataforma online de educação multimídia baseada por 6 semanas. Os participantes foram reavaliados após o período de 6 semanas.

Fase 2 (6-18 semanas): Os participantes que não se classificaram como 'completamente recuperados' após a fase 1 foram aleatorizados para uma das duas intervenções: (i) 8 sessões de fisioterapia presencial envolvendo educação e exercícios em casa ou academia ou (ii) 8 sessões de fisioterapia fornecidas pelo Skype® envolvendo a educação e a progressão dos exercícios em casa. Ambos os grupos da fase 2, e aqueles completamente recuperados após a fase 1 foram reavaliados na conclusão deste período de 12 semanas (18 semanas).

6.1.2.4. Desfechos

A avaliação inicial e os *follow ups* de 6 e 18 semanas foram realizadas pelo mesmo avaliador no La Trobe Sports and Exercise Medicine Research Centre (LASEM), La Trobe University, Melbourne, Australia.

Desfechos primários:

Dor (EVA) – A pior intensidade de dor no joelho durante a última semana foi avaliada em uma escala numérica de dor com 0 indicando "sem dor" e 100 indicando "a pior dor possível"¹³.

Escala global de percepção de melhora – Escala Likert com 6 itens aos quais o participante escolheu o que melhor representava sua condição após a intervenção. (1) Completamente

recuperado; (2) Muito melhor; (3) Moderadamente melhor; (4) Igual; (5) Moderadamente pior; (6) Muito pior.

Desfechos secundários:

Disfunção – A disfunção foi estabelecida usando o AKPS. AKPS é um questionário de 13 itens que varia de 0 a 100 - valores maiores indicam melhor função do joelho¹⁴.

Qualidade de vida – Subescala de qualidade de vida do *Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score* (KOOS QoL) foi usado para estabelecer a qualidade de vida relacionada ao joelho. É uma subescala de 4 itens com respostas variando de 0 a 4 e depois transformada em escala de 0 a 100, sendo 0 representando problemas extremos de joelho e 100 não representando problemas no joelho¹⁵.

Catastrofização da dor – Escala de catastrofização da dor é um questionário autorreportado que consiste em 13 itens (escore 0-52) descrevendo diferentes pensamentos e sentimentos que uma pessoa pode sentir quando tem dor, valores mais altos indicam pensamentos catastróficos mais severos sobre a dor¹⁶.

Cinesiofobia – A cinesiofobia foi estabelecida usando a escala Tampa para cinesiofobia¹⁷. O Tampa inclui 17 itens para quantificar o medo de movimento e (re) lesão devido a movimento e atividade física em uma escala de 17 a 68, onde 17 indica menor medo e 68 indica maior medo de se movimentar^{18,19}.

Autoeficácia do joelho – A autoeficácia percebida relacionada ao joelho foi estabelecida pela escala de autoeficácia do joelho (KSE-S) que inclui 22 itens e o indivíduo avalia a certeza sobre a capacidade de realizar uma atividade, apesar da dor/desconforto, em uma escala Likert de 11 pontos, variando de 0 (nada certo) a 10 (muito certo). A soma das pontuações dos itens foi calculada e depois dividida pelo número de itens, resultando em um escore total de 0 a 10²⁰.

6.1.2.5. Intervenção

Fase 1:

Durante esta fase, todos os indivíduos receberam a mesma intervenção: acesso a um site (www.mykneecap.trekeeducation.org) por 6 semanas. O site foi projetado para educar os indivíduos com DFP a como autogerenciar sua dor no joelho com base na melhor evidência disponível e conteúdos engajadores.

O site forneceu informações detalhadas e baseadas em evidências focadas predominantemente na DFP. Este site consiste em uma área de acesso público com alguns recursos protegidos por senha. A área de acesso público inclui 4 seções principais: (1) Entendendo a dor femoropatelar; (2) Opções de tratamento; (3) Programa de exercícios; e (4) Histórias de pacientes.

A seção “Entendendo a dor femoropatelar” fornece informações abrangendo uma variedade de assuntos, incluindo diagnóstico, prognóstico, incidência e prevalência, cinesiofobia, autogerenciamento da carga de exercícios e autogerenciamento da dor. As “Opções de tratamento” incluem opções de tratamento que podem ser benéficas (taping/bracing, palmilhas e exercícios) e informar sobre outras opções de tratamento com evidências inconsistentes (cirurgia no joelho, ultrassonografia, plasma rico em plaquetas). A seção “Programa de exercícios” é focada em 4 tipos de exercício (pontes, pranchas, joelho e quadril). Os indivíduos tiveram acesso a vídeos projetados para ajudá-los a realizar os exercícios propostos na seção “programa de exercícios”. Opções sobre como progredir os exercícios também foram fornecidas. Havia um vídeo para cada exercício e todos eles eram protegidos por senha. A seção “histórias de pacientes” apresentam as histórias de dois pacientes com dor no joelho que obtiveram resultados bem-sucedidos depois de se engajarem-se em um programa de educação e exercícios. Todas as informações do site são fornecidas em linguagem

simples com recursos multimídia, como infográficos, vídeos animados e *podcasts* para facilitar o entendimento de público leigo.

Após a avaliação inicial, um fisioterapeuta introduziu o conteúdo do site e forneceu a senha para cada indivíduo em uma sessão de 30 minutos. Além disso, os indivíduos foram convidados a fazer um exercício de cada tipo 3x por semana durante um período de 6 semanas e acessar o site quantas vezes fosse necessário.

Fase 2:

Após a conclusão da Fase 1, os pacientes foram reavaliados e aqueles que reportaram estar completamente recuperados, não receberam tratamento adicional. Já os participantes que reportaram não estar completamente recuperados, foram aleatorizados para a segunda fase do estudo, que consistiu em 12 semanas de tratamento presencial ou online (via Skype®).

Os participantes realizaram um programa de reabilitação baseado em educação e exercícios (8 atendimentos), com conteúdo muito similar ao que estava disponível na plataforma online, porém, dessa vez conduzido por um fisioterapeuta de forma presencial em uma clínica de fisioterapia ou via Skype®. As intervenções tiveram 12 semanas de duração e ao final, a terceira avaliação foi concluída (18 semanas do início do estudo). Os participantes que se classificaram como completamente recuperados após as 6 semanas também realizaram a terceira avaliação, porém não receberam nenhum tratamento adicional no período. A seguir poderá ser visualizado o fluxuograma do estudo (Figura 26).

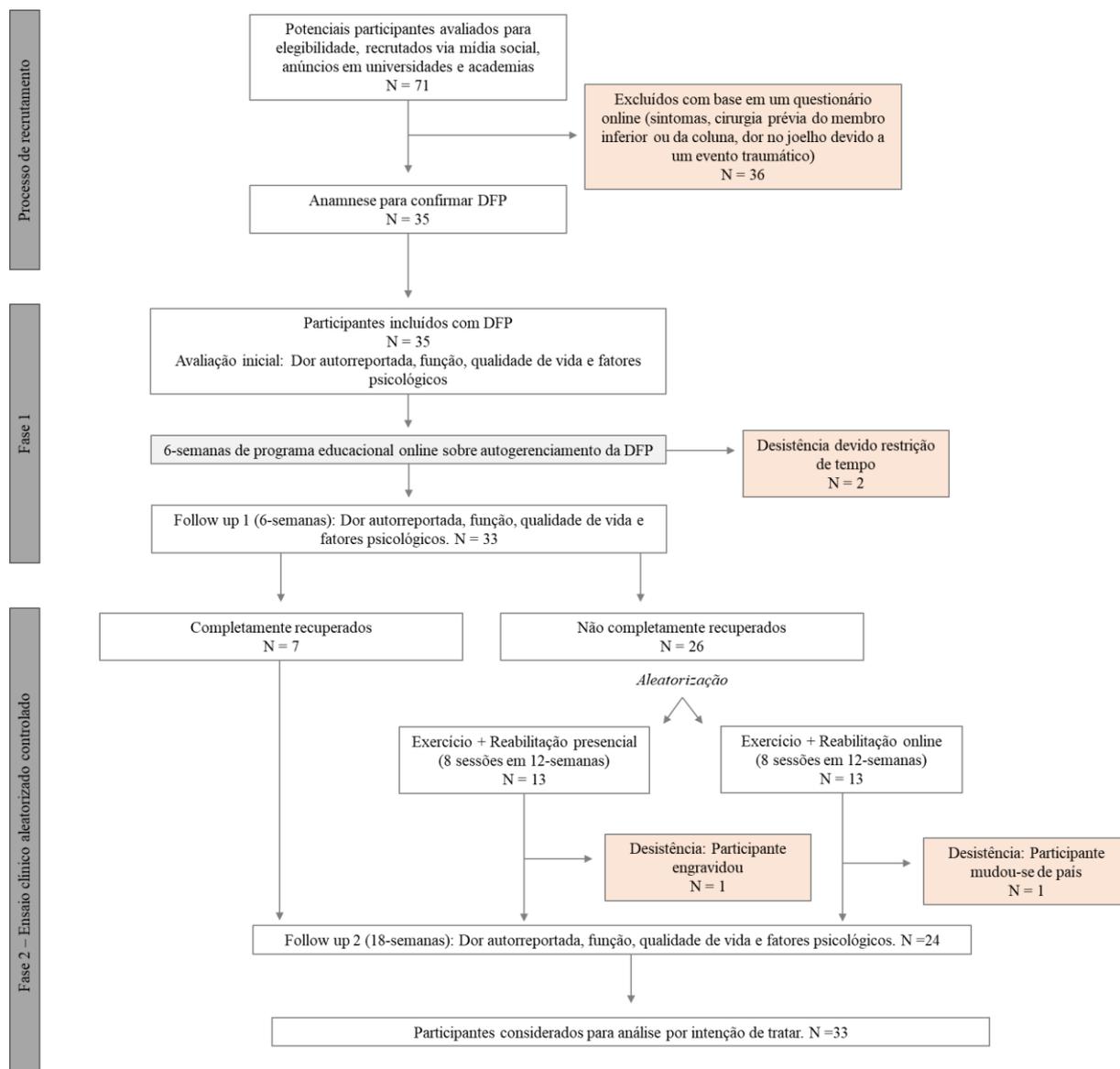


Figura 26 – Fluxograma do estudo clínico aleatorizado.

6.1.2.6. Análise estatística

Fase 1: A percepção global de melhora pelos participantes após 6 semanas de um programa educacional online de autogerenciamento foi reportada em porcentagem. A mudança nos desfechos primários e secundários após 6 semanas de um programa online de educação em autogerenciamento foi avaliada usando o teste t para amostras pareadas. Resultados com p-valor < 0,05 foram considerados estatisticamente significantes. Os tamanhos de efeito foram calculados para guiar a interpretação do poder de comparação, com os seguintes valores 0,2 –

0,5, 0,51 – 0,80 e $\geq 0,81$ correspondendo a efeito pequeno, moderado e grande, respectivamente²¹.

Fase 2: Os dados demográficos dos três grupos (reabilitação presencial, reabilitação online e completamente recuperados) na 6ª semana foram comparados usando a análise de variância (ANOVA). Análises por intenção de tratar foram usadas para todos os resultados. ANOVAs mistas (grupo*tempo) foram usadas para comparar os efeitos do programa de intervenção nos desfechos primários e secundários, e os tamanhos de efeito foram reportados (η^2). Ajustes de Bonferroni para comparações múltiplas foram usadas para todas as variáveis, resultados com p-valor $< 0,017$ ($0,05/3$) foram considerados estatisticamente significantes.

6.1.3. Resultados

Entre Janeiro e Julho de 2018, 35 participantes com DFP foram recrutados a partir de 71 candidatos em potencial. 27 (79%) dos participantes incluídos foram recrutados via mídia social, 4 (12%) via propagandas na universidade e 4 (9%) via propaganda em academias próximas a universidade. O estudo foi finalizado em dezembro de 2018, com 33 participantes (94%) acompanhados nas 6 semanas e 31 (88%) nas 18 semanas.

Fase 1: Após 6 semanas de um programa online de educação em autogerenciamento, 7 participantes reportaram estar completamente recuperados (21%), 7 muito melhor (21%), 14 moderadamente melhor (43%), 4 igual (12%) e 1 moderadamente pior (3%) (Figura 27). Além disso, a pior dor da última semana (tamanho de efeito = 1,04), qualidade de vida (tamanho de efeito = -1,13), disfunção (tamanho de efeito = -0,89), catastrofização da dor (tamanho de efeito = 1,21) e autoeficácia do joelho (tamanho de efeito = -1,01) melhoraram com tamanho de efeito grande. Cinesiofobia (tamanho de efeito = 0,78) melhorou com tamanho de efeito moderado.

Comparações das variáveis clínicas na avaliação inicial e após 6 semanas do programa online de educação em autogerenciamento estão descritas na Tabela 13.

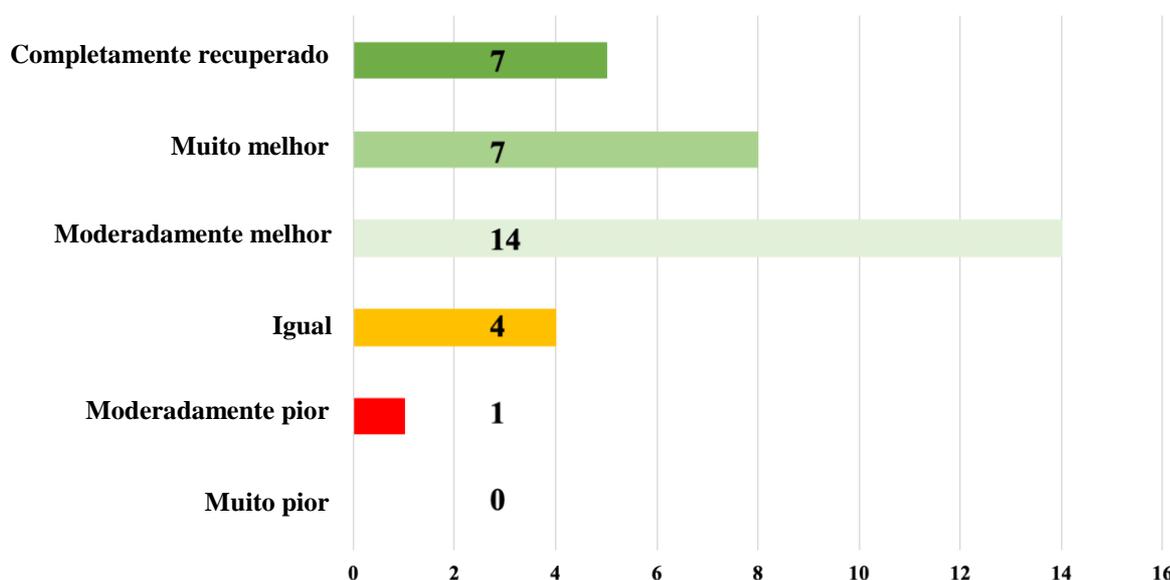


Figure 27 – Recuperação global percebida do participante após 6 semanas de um programa educacional online de autogerenciamento.

Tabela 13 – Comparação entre variáveis primárias e secundárias de participantes na avaliação inicial e após 6 semanas de um programa online de educação em autogerenciamento.

| Variáveis | Avaliação inicial | 6-semanas | Diferença média (IC 95%) | Tamanho de efeito |
|--|-------------------|---------------|--------------------------|-------------------|
| Pior dor na última semana (EVA 0-100) | 58,03 (17,54) | 29,39 (25,52) | 28,64 (18,88; 38,39)* | 1,04 |
| Qualidade de vida (KOOS -QoL [0-100]) | 41,86 (20,28) | 66,67 (21,69) | -24,81 (-32,60; -17,02)* | -1,13 |
| Disfunção (AKPS [0-100]) | 69,27 (13,41) | 82,36 (13,87) | -13,09 (-18,34; -7,85)* | -0,89 |
| Catastrofização da dor (PCS [0-52]) | 21,73 (11,91) | 10,09 (9,14) | 11,64 (8,22; 15,05)* | 1,21 |
| Escala Tampa para cinesiofobia (Tampa [17-68]) | 38,48 (6,14) | 33,03 (6,83) | 5,46 (2,99; 7,92)* | 0,78 |
| Autoeficácia do joelho (KSE-S [0-10]) | 5,57 (1,71) | 7,28 (1,53) | -1,71 (-2,31; -1,11)* | -1,01 |

* indica $p < 0,05$

Fase 2: Vinte e seis participantes entraram na fase 2 e foram aleatoriamente alocados em reabilitação presencial (n = 13) ou reabilitação online (n = 13), não foram encontradas diferenças entre os grupos nas características demográficas (Tabela 14). Cada grupo teve 1 desistência durante o período de reabilitação.

Tabela 14 – Características demográficas

| Variáveis | Presencial | Online | Completamente recuperados | p-valor |
|------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|---------|
| Idade (anos) | 32 (6) | 31 (6) | 29 (6) | 0,629 |
| IMC (kg/m ²) | 27,58 (6,71) | 26,46 (8,97) | 24,15 (2,07) | 0,596 |
| Duração dos sintomas (meses) | 53 (55) | 32 (29) | 18 (14) | 0,148 |
| IPAQ (MET-minuto/semana) | 6603,00 (5421,91) | 5096,69 (5866,00) | 4918,14 (5322,33) | 0,733 |

IMC – índice de massa corporal; IPAQ – questionário internacional de atividade física.

A percepção global de melhora reportada pelos participantes após 12 semanas recebendo reabilitação presencial, reabilitação online ou sem tratamento (participantes que reportaram estar completamente recuperados na 6^a semana) estão descritas na Figura 28.

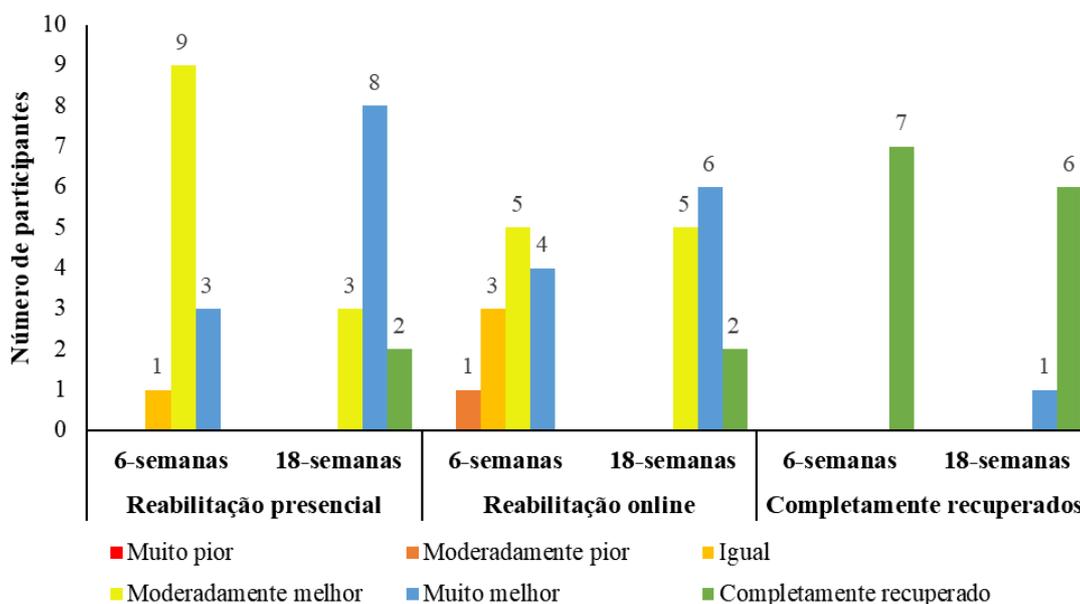


Figura 28 - A recuperação global percebida pelos participantes após 12 semanas recebendo reabilitação presencial, reabilitação online ou sem tratamento

Um efeito de grupo estatisticamente significativo foi encontrado para pior dor na última semana ($F = 3,98$; $p = 0,029$; $\eta^2 = 0,21$), qualidade de vida ($F = 3,47$; $p = 0,044$; $\eta^2 = 0,18$), catastrofização da dor ($F = 3,62$; $p = 0,039$; $\eta^2 = 0,19$) e cinesiofobia ($F = 4,29$; $p = 0,024$; $\eta^2 = 0,24$), mas não para disfunção ($F = 2,93$; $p = 0,068$; $\eta^2 = 0,16$) e autoeficácia do joelho ($F = 2,09$; $p = 0,140$; $\eta^2 = 0,12$). Análise de *post hoc* indicou que o grupo “completamente recuperado” apresentou melhora na dor, qualidade de vida, catastrofização da dor e cinesiofobia comparado à reabilitação presencial e reabilitação online (Tabela 15). Nenhuma diferença foi encontrada entre reabilitação presencial e online.

Um efeito de tempo estatisticamente significativo foi encontrado para qualidade de vida ($F = 9,10$; $p = 0,005$; $\eta^2 = 0,23$), disfunção ($F = 5,86$; $p = 0,022$; $\eta^2 = 0,16$), catastrofização da dor ($F = 10,18$; $p = 0,003$; $\eta^2 = 0,25$), cinesiofobia ($F = 9,10$; $p = 0,005$; $\eta^2 = 0,23$), mas não para pior dor na última semana ($F = 1,30$; $p = 0,263$; $\eta^2 = 0,04$) e autoeficácia do joelho ($F = 1,84$; $p = 0,185$; $\eta^2 = 0,05$). Análises *post hoc* indicaram melhora na disfunção e cinesiofobia para reabilitação presencial e melhora na qualidade de vida, disfunção e cinesiofobia para o grupo de reabilitação online. Nenhuma diferença foi encontrada para as variáveis entre 6 e 18 semanas de avaliação no grupo completamente recuperado.

Tabela 15 – Média (desvio padrão) e diferença média (intervalo de confiança de 95%) para comparações intra e inter grupo para as variáveis primárias e secundárias na 6^a e 18^a semanas.

| | Média (DP) para cada grupo | | | Diferença média (IC 95%) entre grupos | | |
|--------------------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------------------|---|-------------------------------------|
| | Presencial | Online | Completamente recuperados | Presencial vs Online | Presencial vs Completamente recuperados | Online vs Completamente recuperados |
| Dor | | | | | | |
| 6 semanas | 32,31 (22,51) | 42,31 (23,15) | 0,00 (0,00) | -10,00 (-26,36; 6,36) | 32,31 (12,76; 51,86)* | 42,31 (22,76; 61,86)* |
| 18 semanas | 18,46 (18,46) | 33,08 (22,13) | 8,57 (22,68) | -14,62 (-31,25; 2,02) | 9,89 (-9,99; 29,77) | 24,51 (4,63; 44,38)* |
| Diferença média (IC 95%) intra grupo | 13,85 (-0,63; 27,06) | 9,23 (-3,99; 22,45) | -8,57 (-26,58; 9,44) | | | |
| Qualidade de vida | | | | | | |
| 6 semanas | 63,94 (16,76) | 56,73 (21,87) | 90,18 (10,74) | 7,21 (-7,27; 21,69) | -26,24 (-43,54; -8,93)* | -33,45 (-50,76; -16,14)* |
| 18 semanas | 68,27 (21,57) | 73,08 (21,71) | 95,54 (7,83) | -4,81 (-20,56; 10,95) | -27,27 (-46,10; -8,44)* | -22,46 (-41,29; -3,63)* |
| Diferença média (IC 95%) intra grupo | -4,33 (-13,30; 4,65) | -16,35 (-25,32; -7,37)φ | -5,36 (-17,58; 6,87) | | | |
| Disfunção | | | | | | |
| 6 semanas | 78,54 (12,61) | 77,69 (12,94) | 98,14 (2,03) | 0,85 (-8,34; 10,03) | -19,60 (-30,58; -8,63) | -20,45 (-31,43; -9,47) |
| 18 semanas | 86,54 (10,59) | 84,62 (13,49) | 96,43 (5,59) | 1,92 (-6,99; 10,84) | -9,89 (-20,52; -0,77) | -11,81 (-22,48; -1,15) |
| Diferença média (IC 95%) intra grupo | -8,00 (-13,67; -2,33)φ | -6,92 (-12,59; -1,25)φ | 1,71 (-6,01; 9,44) | | | |
| Catastrofização | | | | | | |
| 6 semanas | 8,23 (6,92) | 14,46 (10,26) | 3,57 (4,43) | -6,23 (-13,70; 0,76) | 4,66 (-3,07; 12,40) | 11,89 (4,16; 19,62)* |
| 18 semanas | 5,92 (6,02) | 8,54 (9,44) | 0,29 (0,49) | -2,62 (-8,29; 3,06) | 5,64 (-1,15; 12,42) | 8,25 (1,47; 15,04)* |
| Diferença média (IC 95%) intra grupo | 2,31 (-1,77; 6,39) | 6,92 (2,85; 11,00)φ | 3,29 (-2,27; 8,84) | | | |
| Cinesiofobia | | | | | | |
| 6 semanas | 34,15 (7,72) | 35,31 (5,01) | 26,71 (4,35) | -1,15 (-6,07; 3,76) | 7,44 (1,56; 13,32)* | 8,59 (2,72; 14,47)* |
| 18 semanas | 30,38 (7,12) | 31,77 (5,43) | 24,43 (3,21) | -1,39 (-6,07; 3,30) | 5,96 (0,36; 11,55)* | 7,34 (1,74; 12,94)* |
| Diferença média (IC 95%) intra grupo | 3,77 (0,46; 7,08) φ | 3,54 (0,23; 6,85) φ | 2,29 (-2,22; 6,79) | | | |
| Autoeficácia | | | | | | |
| 6 semanas | 6,95 (0,93) | 6,74 (1,75) | 8,91 (0,77) | 0,21 (-0,84; 1,25) | -1,96 (-3,21; -0,72) | -2,17 (-3,41; -0,92) |
| 18 semanas | 7,64 (1,45) | 7,36 (1,98) | 8,74 (1,58) | 0,28 (-1,08; 1,65) | -1,10 (-2,73; 0,53) | -1,38 (-3,02; 0,25) |
| Diferença média (IC 95%) intra grupo | -0,70 (-1,58; 0,19) | -0,62 (-1,50; 0,26) | 0,17 (-1,03; 1,37) | | | |

*indica diferença significativa para comparação entre grupos ($p < 0,017$); φ indica diferença significativa para comparação intra grupos ($p < 0,017$).

6.1.4. Discussão

Um programa online de educação em autogerenciamento da DFP de 6 semanas melhorou a dor, disfunção, fatores psicológicos e a qualidade de vida em indivíduos com DFP. 21% dos participantes reportaram estar completamente recuperados após este programa de intervenção. Curiosamente, os 79% restantes foram aleatorizados para receber intervenções presenciais ou online e não houve diferenças seja nos desfechos primários ou secundários entre os dois grupos.

A melhora no nível de dor e disfunção observada em nosso estudo é consistente com achados semelhantes relatados por Esculier e colaboradores (2018)⁹. Em uma coorte de corredores com DFP, os participantes que receberam apenas educação sobre gerenciamento de carga e modificações de treinamento de acordo com os sintomas, apresentaram mudanças significativas nível de dor e disfunção. Curiosamente, o acréscimo de exercícios ou retraining da corrida não proporcionou benefícios adicionais em comparação com a educação. Nosso programa online teve como alvo a educação sobre autogerenciamento da dor e carga de exercícios e cinesiofobia, conforme sugerido por especialistas internacionais em DFP e baseado nas melhores evidências disponíveis²². Os profissionais devem considerar dedicar mais tempo educando pacientes sobre esses pontos-chave de sua condição usando os recursos educacionais disponíveis, como o website que criamos (www.mykneecap.trekeeducation.org).

Melhorias na qualidade de vida, fatores psicológicos (catastrofização da dor, cinesiofobia e autoeficácia do joelho) também foram encontradas após nosso programa online de educação em autogerenciamento da DFP. Evidências sugerem que pessoas com DFP apresentam maior cinesiofobia, que está relacionada à maior catastrofização da dor, maior disfunção e pior qualidade de vida relacionada à saúde. Curiosamente, um dos tópicos

explorados em nosso programa foi a cinesiofobia. Portanto, com base nessa relação, educar as pessoas sobre a cinesiofobia pode ajudar a melhorar a qualidade de vida e outros fatores psicológicos.

Seis semanas de acesso a um programa online de educação em autogerenciamento da DFP levaram à recuperação completa em 21% das pessoas com DFP, com melhorias relatadas pelos pacientes mantidas até 18 semanas do início da intervenção. Isso destaca o potencial para gerenciar uma grande proporção de pacientes sem a necessidade de cuidados mais intensivos e dependentes de recursos, incluindo a terapia por exercícios. Ensaio clínico adicional de alta qualidade são necessários para avaliar a eficácia da educação (oferecida on-line ou presencial) como um tratamento autônomo e, juntamente com outras intervenções apoiadas por evidências para a DFP²²

A ausência de diferença nos desfechos primários e secundários entre programas de fisioterapia presencial e on-line, indica que ambos os métodos de entrega podem ser benéficos para aqueles que precisam de cuidados adicionais. Isso destaca o potencial para se investir em intervenções on-line para melhorar o acesso à reabilitação baseada na melhor evidência disponível com baixo custo e para pacientes localizados em áreas remotas. Estudos futuros com maior tamanho amostral são necessários para confirmar os resultados de nosso estudo piloto e facilitar a implicação dos achados na prática clínica. Além disso, uma análise de custo-efetividade é necessária para facilitar a implementação de intervenções online nas políticas públicas.

É importante ressaltar que uma das principais limitações deste estudo é o caráter piloto, o que limita a validade externa dos achados. Portanto, recomendamos cautela ao interpretar nossos achados. Nossos critérios de elegibilidade não consideraram exames de imagem, neste sentido, é possível que algum participante com sinais de osteoartrite femoropatelar radiológica possa ter sido incluído. Este fato poderia de certa forma confundir os nossos achados. Porém,

o limite de idade estabelecido em 40 anos, ajuda a reduzir o risco da inclusão de pacientes com sinais radiológicos de osteoartrite²³.

6.1.5. Conclusão

Após 6 semanas de acesso a um programa online de educação em autogerenciamento da DFP, 21% dos participantes reportaram estar completamente recuperados e nenhum participante apresentou recorrência de DFP ao longo de 18 semanas. De forma geral, toda a coorte apresentou melhoras clinicamente importantes na dor, disfunção, cinesiofobia, catastrofização da dor, autoeficácia do joelho e qualidade de vida. Os participantes que reportaram não estar completamente recuperados após as 6 primeiras semanas, foram aleatorizados para 12 semanas de reabilitação guiada por um fisioterapeuta de forma presencial ou online. Os dois grupos apresentaram melhoras após os programas de reabilitação, no entanto, nenhum tipo de intervenção mostrou ser superior a outra em nenhum desfecho do estudo.

6.1.6. Referências do estudo 7

1. Collaborators GB of DS. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 301 acute and chronic diseases and injuries in 188 countries, 1990–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet*. June 2015. doi:10.1016/S0140-6736(15)60692-4
2. Crossley KM. Is patellofemoral osteoarthritis a common sequela of patellofemoral pain? *Br J Sports Med*. 2014;48(6):409-410. doi:10.1136/bjsports-2014-093445
3. Kurtz S, Ong K, Lau E, Mowat F, Helpern M. Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. *J Bone Jt Surg Am*. 2007;89:780-785.
4. Pereira D, Peleteiro B, Araújo J, Branco J, Santos R a., Ramos E. The effect of osteoarthritis definition on prevalence and incidence estimates: A systematic review. *Osteoarthr Cartil*. 2011;19(11):1270-1285. doi:10.1016/j.joca.2011.08.009
5. Crossley KM, Stefanik JJ, Selfe J, et al. 2016 Patellofemoral pain consensus statement

- from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 1: Terminology, definitions, clinical examination, natural history, patellofemoral osteoarthritis and patient-reported outcome m. *Br J Sports Med.* 2016;50(14):839-843. doi:10.1136/bjsports-2016-096384
6. De Oliveira Silva D, Barton CJ, Pazzinatto MF, Briani RV, de Azevedo FM. Proximal mechanics during stair ascent are more discriminate of females with patellofemoral pain than distal mechanics. *Clin Biomech.* 2016;35(5):56-61. doi:10.1016/j.clinbiomech.2016.04.009
 7. Rathleff MS, Petersen KK, Arendt-Nielsen L, Thorborg K, Graven-Nielsen T. Impaired Conditioned Pain Modulation in Young Female Adults with Long-Standing Patellofemoral Pain: A Single Blinded Cross-Sectional Study. *Pain Med.* December 2015. doi:10.1093/pm/pnv017
 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):923-934. doi:10.1136/bjsports-2014-093637
 9. Esculier J-FF, Bouyer LJ, Dubois B, et al. Is combining gait retraining or an exercise programme with education better than education alone in treating runners with patellofemoral pain? A randomised clinical trial. *Br J Sports Med.* 2018;52(10):659-666. doi:10.1136/bjsports-2016-096988
 10. 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
 11. van der Heijden RA, Lankhorst NE, van Linschoten R, Bierma-Zeinstra SM, van Middelkoop M. Exercise for treating patellofemoral pain syndrome. *Cochrane database Syst Rev.* 2015;20(1).
 12. Lack S, Barton C, Sohan O, Crossley K, Morrissey D. Proximal muscle rehabilitation is effective for patellofemoral pain: a systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2015;49(21):1365-1376. doi:10.1136/bjsports-2015-094723
 13. Crossley KM, Vicenzino B, Lentzos J, et al. Exercise, education, manual-therapy and taping compared to education for patellofemoral osteoarthritis: A blinded, randomised clinical trial. *Osteoarthr Cartil.* 2015;23(9):1457-1464. doi:10.1016/j.joca.2015.04.024
 14. Kujala UM, Jaakkola LH, Koskinen SK, Taimela S, Hurme M, Nelimarkka O. Scoring of patellofemoral disorders. *Arthroscopy.* 1993;9(2):159-163. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8461073>.
 15. Roos EM, Roos HP, Lohmander LS, Ekdahl C, Beynnon BD. Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)--development of a self-administered outcome measure. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998;28(2):88-96. doi:10.2519/jospt.1998.28.2.88
 16. Sullivan MJL, Bishop SR, Pivik J. The Pain Catastrophizing Scale: Development and validation. *Psychol Assess.* 1995;7(4):524-532. doi:10.1037/1040-3590.7.4.524
 17. Miller RP, Kori SH, Todd DD. The Tampa scale: a measure of kinesiophobia. *Clin J Pain.* 1991;7(1):51-52.
 18. French DJ, France CR, Vigneau F, French JA, Evans RT. Fear of movement/(re)injury in

- chronic pain: A psychometric assessment of the original English version of the Tampa scale for kinesiophobia (TSK). *Pain*. 2007;127(1-2):42-51. doi:10.1016/j.pain.2006.07.016
19. de Souza FS, Marinho CDS, Siqueira FB, Maher CG, Costa LOP. Psychometric testing confirms that the Brazilian-Portuguese adaptations, the original versions of the Fear-Avoidance Beliefs Questionnaire, and the Tampa Scale of Kinesiophobia have similar measurement properties. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2008;33(9):1028-1033. doi:10.1097/BRS.0b013e31816c8329
 20. Thomeé P, Währborg P, Börjesson M, Thomeé R, Eriksson BI, Karlsson J. A new instrument for measuring self-efficacy in patients with an anterior cruciate ligament injury. *Scand J Med Sci Sport*. 2006;16(3):181-187. doi:10.1111/j.1600-0838.2005.00472.x
 21. Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. *New York Routledge*. 1988;2.
 22. Collins NJ, Barton CJ, Middelkoop M Van, et al. 2018 Consensus statement on exercise therapy and physical interventions (orthoses, taping and manual therapy) to treat patellofemoral pain: recommendations from the 5th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Gold Coast, Australia, 2017. *Br J Sports Med*. 2018;52:1170-1178. doi:10.1136/
 23. Culvenor AG, Øiestad BE, Hart HF, Stefanik JJ, Guermazi A, Crossley KM. Prevalence of knee osteoarthritis features on magnetic resonance imaging in asymptomatic uninjured adults: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*. 2018.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conjunto de sete estudos originais apresentados nesta tese confirma as evidências recentes que sugerem a abordagem biopsicossocial de indivíduos com DFP. Apresentamos evidências de alterações biomecânicas do ponto de vista cinemático e cinético em indivíduos com DFP comparados a indivíduos assintomáticos. Também apresentamos de alterações em aspectos clínicos e psicológicos como, maior dor, pior capacidade funcional, sinais de crepitação no joelho, maiores níveis de cinesiofobia e catastrofismo em indivíduos com DFP comparados a indivíduos assintomáticos. Apesar dessas comparações tipo caso-controle apresentarem certa originalidade, o objetivo principal desta tese foi avançar no entendimento de se há e como se dá a integração desses aspectos que compõe o modelo biopsicossocial.

De forma geral, pudemos identificar que alterações psicológicas não estão necessariamente relacionadas com pior desempenho funcional e com a força muscular dos músculos extensores de joelho de indivíduos com DFP. Porém, parece existir correlação entre o padrão de movimento desta população com as alterações psicológicas. Ainda não se sabe o impacto desta relação a longo prazo, mas os estudos desta tese foram pioneiros neste tipo de investigação integrada. Além disso, buscamos testar uma intervenção que pudesse de certa forma abranger a maioria das alterações biomecânicas e psicológicas já reportadas em indivíduos com DFP. Desenvolvemos, como parte desta tese de doutorado, uma plataforma online inovadora e gratuita que está atualmente a disposição da população em geral. Como planos futuros está a possibilidade disponibilizar versões desta plataforma online nas línguas portuguesa e espanhola. Gostaríamos de esclarecer que os artigos originais da tese, já publicados, não estão disponíveis em anexo por razões de *copyright* estabelecidas pelas editoras.