



AMANDA SCHENATTO FERREIRA

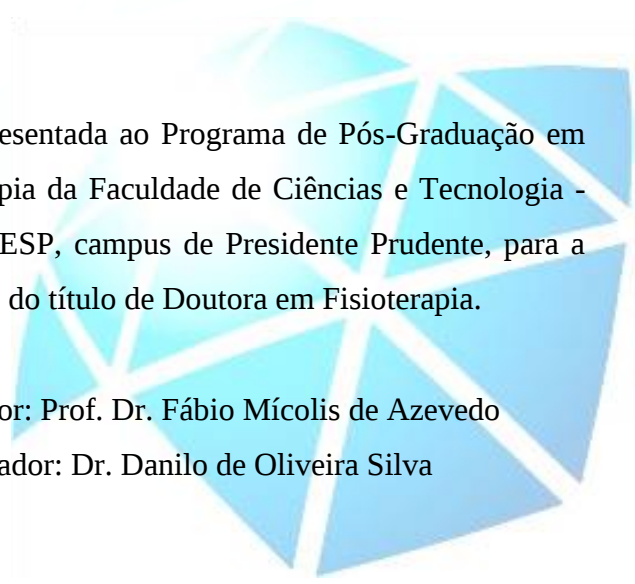
**SOBREPESO E OBESIDADE EM ADULTOS JOVENS COM DOR
FEMOROPATELAR: IMPACTO NA FUNÇÃO FÍSICA,
BIOMECÂNICA, MECANISMOS DA DOR, FATORES PSICOLÓGICOS
E QUALIDADE DE VIDA**

Presidente Prudente

2021

AMANDA SCHENATTO FERREIRA

**SOBREPESO E OBESIDADE EM ADULTOS JOVENS COM DOR
FEMOROPATELAR: IMPACTO NA FUNÇÃO FÍSICA,
BIOMECÂNICA, MECANISMOS DA DOR, FATORES PSICOLÓGICOS
E QUALIDADE DE VIDA**

A decorative graphic in the background of the text block, composed of several overlapping triangles in shades of light blue and white, creating a geometric, crystalline effect.

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 Doutora em Fisioterapia.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Mícolis de Azevedo
Coorientador: Dr. Danilo de Oliveira Silva

Presidente Prudente

2021

F383s

Ferreira, Amanda Schenatto

Sobrepeso e obesidade em adultos jovens com dor femoropatelar: Impacto na função física, biomecânica, mecanismos da dor, fatores psicológicos e qualidade de vida /

Amanda Schenatto Ferreira. -- Presidente Prudente, 2021

188 f. : il., tabs.

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

Orientador: Fábio Mícolis de Azevedo

Coorientador: Danilo de Oliveira Silva

1. Fisioterapia. 2. Joelhos Doenças. 3. Obesidade. 4. Índice de massa corporal. 5. 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: SOBREPESO E OBESIDADE EM ADULTOS JOVENS COM DOR FEMOROPATELAR: IMPACTO NA FUNÇÃO FÍSICA, BIOMECÂNICA, MECANISMOS DA DOR, FATORES PSICOLÓGICOS E QUALIDADE DE VIDA.

AUTORA: AMANDA SCHENATTO FERREIRA

ORIENTADOR: FÁBIO MÍCOLIS DE AZEVEDO

COORIENTADOR: DANILO DE OLIVEIRA SILVA

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

Prof. Dr. FÁBIO MÍCOLIS DE AZEVEDO (Participação Virtual)
Departamento de Fisioterapia / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente - SP

Prof. Dr. RUBEN DE FARIA NEGRAO FILHO (Participação por Parecer Circunstanciado)
Departamento de Educação Física / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente

Prof. Dr. CARLOS MARCELO PASTRE (Participação por Parecer Circunstanciado)
Departamento de Fisioterapia / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente

Prof^ª. Dr^ª. MARCELLA FERRAZ PAZZINATTO (Participação por Parecer Circunstanciado)
. / La Trobe University

Prof. Dr. ÍTALO RIBEIRO LEMES (Participação por Parecer Circunstanciado)
Departamento de Fisioterapia / Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Presidente Prudente, 24 de maio de 2021

DEDICATÓRIA

Dedico esta tese à minha família.
Helio, Érica, Giovanna e Julianna,
vocês são meu apoio, motivação e
inspiração!

AGRADECIMENTOS

Considero essa uma das partes mais importantes da tese, a de agradecer. Foram anos de muita dedicação, trabalho, aprendizado e abdicção para que eu chegasse até aqui. Ao olhar para trás, reconheço que isso não seria possível sem a contribuição e incentivo de tantas pessoas incríveis que tive a sorte de ter ao meu lado e, para quem deixo abaixo, meus mais sinceros agradecimentos.

Aos meus pais, Helio e Érica. Me sinto extremamente privilegiada por ter pais que sempre me incentivaram e impulsionaram a correr atrás dos meus sonhos e objetivos, sem importar o quão grande ou desafiador eles pudessem parecer. Vocês foram meu suporte e incentivo ao longo dessa trajetória e a minha torcida mais fiel, sempre comemorando cada pequena conquista. Sem o apoio incondicional de vocês, eu não estaria finalizando essa etapa tão importante. Muito obrigada por tudo, eu amo vocês!

A minha irmã Giovanna, por trazer leveza e descontração nos momentos mais difíceis. Nossa conexão é incrível e eu tenho muita sorte de ter você ao meu lado me apoiando e torcendo por mim em todas as etapas da minha vida. Meu amor por você não cabe no peito!

A Julianna, minha noiva, companheira de todas as horas, meu porto seguro e melhor amiga. Se existe alguém que conhece e esteve ao meu lado em todas as dificuldades, obstáculos, conquistas e superações que enfrentei durante esses anos, esse alguém é você. Estivemos distantes geograficamente por todos esses anos, mas, incrivelmente eu nunca me senti só, porque você se fez presente em cada etapa. Você sonhou e viveu intensamente esse período comigo, e por isso, essa conquista é nossa! Obrigada por todo o seu cuidado, carinho, preocupação, compreensão e por jamais soltar a minha mão, por mais difícil que essa trajetória tenha sido. Você desperta aquilo que há de melhor em mim. Eu te amo mais do que palavras possam expressar.

A Marcella, minha eterna vizinha, comadre e amiga. Esse período me fez conhecer e me aproximar de pessoas incríveis com quem aprendi muito, e com certeza, você é uma delas. Obrigada por ser apoio, por ser ombro amigo e por ser tão parceira nos momentos incríveis e também nos mais tortuosos e difíceis. Com certeza ter você ao meu lado tornou tudo mais leve. Nunca esquecerei o quanto me senti acolhida por você e pelo Danilo, desde antes mesmo de eu chegar em Prudente, durante o nosso dia-a-dia no laboratório e na vida. Muito obrigada!

Ao Danilo, meu coorientador e grande amigo. Há 6 anos atrás, você plantou uma sementinha que fez crescer em mim essa vontade tão intensa de trilhar pela área acadêmica e da pesquisa e que hoje, culmina nessa tese de doutorado. Desde aquele momento, cresci e aprendi muito com você e ganhei um amigo sincero e leal para a vida. Por muitas vezes, você

acreditou em mim e me mostrou o quanto eu era capaz, quando nem eu mesma acreditava. Dizem que uma das coisas mais valiosas que podemos oferecer a alguém é o nosso tempo. Então, deixo aqui o meu mais sincero agradecimento por todo o tempo que você dedicou me ensinando, revisando cada vírgula (literalmente), acreditando no meu potencial, aconselhando, incentivando, motivando e ajudando para que o projeto dessa tese “saísse do papel” e se tornasse realidade.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Fábio Mícolis de Azevedo. Sou extremamente grata pelas oportunidades que me deu e por ter me recebido de braços abertos em seu grupo de pesquisa. Nada disso seria possível sem o voto de confiança que me deu lá no início dessa trajetória. Obrigada pelo conhecimento compartilhado, pelos conselhos sempre cuidadosos e atenciosos e por todo o seu apoio ao longo desse período.

A todos os integrantes do LABCOM da FCT/UNESP, que foram parceiros de trabalho e com quem dividi muitos momentos importantes nesse período. Matheus, Carmen e Ana Flávia, obrigada pelo apoio direto em etapas dessa pesquisa. Em especial, agradeço a Bianca, por ter sido meu braço direito durante o doutorado. Sempre disposta a ajudar, jamais poupou esforços para que tudo caminhasse como planejávamos. Desejo todo o sucesso para você e agradeço por toda a sua ajuda.

Rubinho, Marcelo, Ítalo e Marcella, minha banca de doutorado, a qual foi escolhida com base na admiração que tenho por vocês. Obrigada por aceitarem o convite e pela contribuição de cada um.

A todos os voluntários dessa pesquisa, que foram parte essencial deste trabalho. Muito obrigada!

A todos os professores incríveis que contribuíram para minha formação desde a graduação, e em especial, ao professor Fernando Aragão; foi em seu laboratório e com o seu apoio que dei os primeiros passos na pesquisa, muito obrigada!

A todos os amigos que fiz ao longo da vida, que mesmo distantes fisicamente sempre foram apoio e torcida sincera das minhas conquistas, em especial, aos meus amigos da faculdade Maycon, Bia, Aline, Barbosinha, Karina, Tathi e Dan.

Também gostaria de agradecer a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa de doutorado concedida (processo número: 2018/17106-0). 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.

EPÍGRAFE

*Greatness is more than potential. It is the execution of that potential.
Beyond the raw talent. You need the appropriate training. You need
the discipline. You need the inspiration. You need the drive.*

Eric A. Burns

RESUMO

Esta tese de doutorado contempla como tema central o impacto do sobrepeso e obesidade em adultos jovens com dor femoropatelar (DFP). A DFP é uma desordem crônica de joelho com alta prevalência na população jovem, e prognóstico ruim a longo prazo. Evidências preliminares demonstraram uma possível relação entre o sobrepeso e a obesidade com a DFP, porém, esse tópico permanece pouco explorado. Nesse sentido, os estudos incluídos nesta tese buscam avançar nessa temática, para entender se a composição corporal tem relação com fatores clínicos, biomecânicos e psicológicos em pessoas com DFP. É importante ressaltar que devido ao sobrepeso e obesidade representarem fatores modificáveis, essa investigação tem implicação clínica relevante, já que as diretrizes e recomendações disponíveis atualmente para o tratamento da DFP não consideram o sobrepeso e obesidade como componentes a serem abordados ou o impacto desses fatores na eficácia das intervenções a longo prazo. Portanto, cinco estudos originais foram desenvolvidos com o objetivo geral de entender o impacto do sobrepeso e obesidade na função física, biomecânica, mecanismos da dor, fatores psicológicos e qualidade de vida de pessoas com DFP. Especificamente, os estudos abordam os seguintes tópicos: (i) o primeiro estudo tem o objetivo de comparar medidas indicativas de sobrepeso e obesidade, tais como o índice de massa corporal (IMC), gordura corporal e massa muscular esquelética entre pessoas com DFP e pessoas assintomáticas; (ii) o segundo estudo busca entender o impacto do sobrepeso e obesidade na função física e força muscular dos membros inferiores de pessoas com DFP; (iii) o terceiro estudo aborda a influência do sobrepeso e obesidade na biomecânica de pessoas com DFP durante tarefas funcionais; (iv) o quarto estudo aborda a influência do sobrepeso e obesidade nos mecanismos da dor de pessoas com DFP; (v) o quinto estudo busca comparar fatores psicológicos e a qualidade de vida entre pessoas com DFP com sobrepeso e obesidade e pessoas com DFP com peso normal (classificadas com base no IMC). Com base nos achados originais desta tese, conclui-se que o sobrepeso e a obesidade apresentam impacto negativo na função física, biomecânica e fatores clínicos de pessoas com DFP.

Palavras-chave: Dor anterior de joelho, joelho, índice de massa corporal, composição corporal.

ABSTRACT

Overweight and obesity in young adults with patellofemoral pain: impact on physical function, biomechanics, pain mechanisms, psychological factors and quality of life

This PhD thesis addresses the impact of overweight and obesity in young adults with patellofemoral pain (PFP) as a central topic. PFP is a chronic knee condition, with high prevalence in young adults, and with poor long-term prognosis. Preliminary evidence suggests a potential relationship between overweight and obesity with PFP, however, this topic remains underexplored. Therefore, this thesis aimed to further explore this topic, by understanding whether the body composition is associated with clinical, biomechanical and psychological factors in people with PFP. As overweight and obesity are modifiable factors, it is important to highlight that this body of studies have important clinical implications, since the current available guidelines and recommendations to manage PFP do not consider overweight and obesity as a component to be addressed in PFP management, or the impact of these factors on the efficacy of long-term interventions. Therefore, five original studies were developed with the general aim of understanding the impact of overweight and obesity on physical function, biomechanics, pain mechanisms, psychological factors, and quality of life of people with PFP. Specifically, the studies address the following topics: (i) the first study aims to compare measures indicative of overweight and obesity, such as body mass index (BMI), body fat and skeletal muscle mass between people with PFP and pain-free people; (ii) the second study aims to understand the impact of overweight and obesity on the physical function and lower limb strength of people with PFP; (iii) the third study addresses the influence of overweight and obesity on biomechanics of people with PFP during functional tasks; (iv) the fourth study addresses the influence of overweight and obesity on the pain mechanisms of people with PFP; (v) the fifth study aims to compare psychological factors and quality of life between people with PFP who are overweight and obese and people with PFP who have normal weight (classified based on BMI). Based on the findings presented in this thesis, it seems that overweight and obesity have a negative impact on physical function, biomechanics and clinical factors of people with PFP.

Keywords: Patellofemoral pain, knee, body mass index, body composition.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Demonstração gráfica dos três padrões mais comuns de distribuição da dor ao redor ou atrás da patela (em âncora, gancho e oval) baseado em mapas digitais de dor desenhados por uma coorte de 299 adolescentes e adultos jovens com DFP. ²	17
Figura 1.2. Fatores de risco com evidência moderada a forte para o desenvolvimento de DFP identificados em duas revisões sistemáticas. ^{10,11}	20
Figura 1.3. Alterações identificadas em fatores físicos, biomecânicos, mecanismos da dor, fatores psicológicos, qualidade de vida e IMC. Dados obtidos a partir de estudos transversais. ^{9,12-16}	20
Figura 1.4. Estabilizadores dinâmicos da patela, consistindo nos quatro componentes do músculo quadríceps femoral (vasto lateral, vasto medial, vasto intermédio e reto femoral), que se fundem distalmente para formar o tendão quadríceps. A orientação das fibras musculares dita a linha de ação e a tração da patela. Fonte: Adaptado de Powers e colaboradores (2016). ²⁵	21
Figura 1.5. Músculos abdutores primários do quadril (glúteo médio, glúteo mínimo e tensor da fáscia lata) agindo como estabilizadores dinâmicos da pelve e do fêmur durante a fase de suporte de peso unilateral da marcha. Fonte: Adaptado de Mansfield & Neumann (2019). ²⁷	22
Figura 1.6. Recomendações do último consenso internacional (2018), ⁴¹ da primeira diretriz de prática clínica (2019), ³ e revisões sistemáticas ⁴³ sobre o tratamento da DFP. Exercícios direcionados a musculatura do joelho e quadril representam o principal componente do tratamento da DFP. Até o momento, não há recomendações relacionadas ao gerenciamento/controle do peso para pacientes com DFP.	23
Figura 1.7. Influência dos músculos do quadril no movimento do tronco e pelve (plano frontal) e momentos do joelho: A) Movimento sem alteração na musculatura do quadril; B) Fraqueza no quadril, levando a queda contralateral da pelve e mudança no centro de massa; C) Movimento compensatório do tronco, criando um momento valgo do joelho. Fonte: Adaptado de Powers (2010). ²⁶	25
Figura 1.8. Prevalência (%) de sobrepeso entre adultos acima dos 18 anos, de ambos os sexos, IMC $\geq$ 25 kg/m ² . Quanto mais escura a cor, maior a prevalência no país indicado. Fonte: Organização Mundial da Saúde (OMS). ⁹¹	30
Figura 1.9. Proposta de ciclo vicioso hipotético de dor – redução dos níveis de atividade física – sobrepeso/obesidade – agravamento dos sintomas. Nessa hipótese, o sobrepeso e a obesidade seriam consequência da persistência dos sintomas de DFP.	32
Figura 1.10. Proposta de ciclo vicioso hipotético de sobrepeso/obesidade – aumento dos níveis de atividade física – aumento da sobrecarga na articulação femoropatelar – desenvolvimento de dor no joelho. Nessa hipótese, o sobrepeso e a obesidade seriam a causa/fator de risco para o desenvolvimento da DFP.....	33
Figura 2.1. Resumo gráfico do estudo original 1.	47

Figura 2.2. Tamanhos de efeito para todos os participantes (DFP comparado a assintomáticos), mulheres (mulheres com DFP comparado a mulheres assintomáticas) e homens (homens com DFP comparado a homens assintomáticos) para medidas de composição corporal. Variáveis que não apresentaram distribuição normal foram transformadas em log (Todos os participantes: log IMC, log da massa muscular esquelética mensurada por meio de análise de bioimpedância, log %GC _{Adipômetro} ; Mulheres: log IMC; Homens: log IMC, log %GC _{Bioimpedância}).	57
Figura 2.3. Hipótese de um ciclo vicioso de: dor no joelho - redução dos níveis de atividade física - agravamento de fatores psicológicos - obesidade em pessoas não-atletas com DFP.....	61
Figura 3.1. Resumo gráfico do estudo original 2.	75
Figura 3.2. Fluxograma descrevendo a abordagem experimental. AKPS = Anterior Knee Pain Scale; IMC = índice de massa corporal; DFP = dor femoropatelar; OMS = Organização Mundial da Saúde.	78
Figura 4.1. Resumo gráfico do estudo original 3.	101
Figura 4.2. Definição do início e fim do ciclo da tarefa de descida de degrau com base na posição vertical do centro de massa do participante.....	105
Figura 5.1. Resumo gráfico do estudo original 4.	115
Figura 5.2. Fluxograma descrevendo nossa abordagem experimental.....	120
Figura 5.3. Gráficos de dispersão demonstrando a correlação entre gordura corporal (%) com (a – c) medidas de hiperalgesia mecânica (limiares pressóricos de dor) e (d, e) dor autorreportada (EVA).	123
Figura 5.4. Gráficos de dispersão demonstrando a correlação entre massa muscular esquelética (%) com (a – c) medidas de hiperalgesia mecânica (limiares pressóricos de dor) e (d, e) dor autorreportada (EVA).	124
Figura 5.5. Gráficos de dispersão demonstrando a correlação entre IMC (%) com (a – c) medidas de hiperalgesia mecânica (limiares pressóricos de dor) e (d, e) dor autorreportada (EVA).	125
Figura 6.1. Resumo gráfico do estudo original 5.	138
Figura 7.1. Resumo dos principais achados dos cinco estudos originais da tese	153
Figura 8.1. Resumo das publicações da candidata ao título de doutorado durante o doutoramento..	157

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1. Critérios para diagnóstico da DFP com base nas recomendações do consenso internacional da DFP publicado em 2016 e da primeira diretriz clínica de DFP publicada em 2019.....	18
Tabela 2.1. Critérios de elegibilidade para participantes com DFP.	50
Tabela 2.2. Características dos participantes.....	55
Tabela 2.3. Comparação das medidas de composição corporal.	58
Tabela 3.1. Características dos participantes do estudo.	83
Tabela 3.2. Coeficientes de correlação parcial (r) entre IMC, gordura corporal, massa muscular esquelética, capacidade funcional, e medidas de torque. ^a	85
Tabela 3.3. Regressão linear hierárquica entre IMC, capacidade funcional e torque dos flexores de joelho.....	87
Tabela 3.4. Regressão linear hierárquica entre gordura corporal, capacidade funcional e medidas de torque.....	88
Tabela 3.5. Regressão linear hierárquica entre massa muscular esquelética, capacidade funcional, e medidas de torque.	89
Tabela 4.1. Características dos participantes do estudo.	107
Tabela 4.2. Coeficientes de correlação parcial (r) entre IMC, gordura corporal, massa muscular esquelética, e variáveis cinemáticas. ^a	108
Tabela 4.3. Regressão linear hierárquica entre gordura corporal e massa muscular esquelética com pico angular de abdução do joelho.....	108
Tabela 5.1. Características dos participantes com DFP.	121
Tabela 5.2. Coeficientes de correlação parcial (r) a entre gordura corporal, massa muscular esquelética, e IMC com medidas de hiperalgesia mecânica e dor autorreportada.	122
Tabela 5.3. Regressão linear hierárquica ^a entre gordura corporal, medidas de hiperalgesia mecânica ^b e dor autorreportada.	127
Tabela 5.4. Regressão linear hierárquica ^a entre massa muscular esquelética, medidas de hiperalgesia mecânica e dor autorreportada.	128
Tabela 5.5. Regressão linear hierárquica ^a entre IMC e dor autorreportada.	128
Tabela 6.1. Características dos participantes.....	144
Tabela 6.2. Comparação dos fatores psicológicos e qualidade de vida.....	145

SUMÁRIO

ESTRUTURA DA TESE.....	16
1. CAPÍTULO 1: ENTENDENDO A DOR FEMOROPATELAR.....	17
1.1. Apresentação clínica e diagnóstico	17
1.2. Epidemiologia	18
1.3. Fatores de risco e principais alterações apresentadas por pessoas com DFP	19
1.3.1. Alterações na função física.....	21
1.3.2. Alterações biomecânicas	23
1.3.3. Alterações não-mecânicas (mecanismos da dor).....	26
1.3.4. Alterações não-mecânicas (fatores psicológicos e qualidade de vida).....	27
1.4. Prognóstico.....	28
1.5. Progressão da DFP para a osteoartrite femoropatelar	28
1.6. O que sabemos sobre a influência da obesidade e sobrepeso na DFP?	30
1.7. Referências.....	34
2. CAPÍTULO 2: SOBREPESO E OBESIDADE NA DOR FEMOROPATELAR	46
2.1. Estudo original 1: Explorando o sobrepeso e a obesidade além do índice de massa corporal: uma análise da composição corporal em pessoas com e sem dor femoropatelar*	46
2.1.1. Resumo.....	46
2.1.2. Resumo gráfico	47
2.1.3. Introdução.....	48
2.1.4. Métodos.....	50
2.1.5. Resultados	54
2.1.6. Discussão.....	59
2.1.7. Conclusão	62
2.1.8. Referências	63
2.1.9. Apêndice A - Anúncios usados para recrutamento de (i) participantes com DFP e (ii) participantes sem dor.....	71
2.1.10. Apêndice B - Comparação de medidas de composição corporal.	73
3. CAPÍTULO 3: IMPACTO DO SOBREPESO E OBESIDADE NA FUNÇÃO FÍSICA DE PESSOAS COM DOR FEMOROPATELAR.....	74
3.1. Estudo original 2: Sobrepeso e obesidade em adultos jovens com dor femoropatelar: Impacto na capacidade funcional e força*	74
3.1.1. Resumo.....	74
3.1.2. Resumo gráfico	75
3.1.3. Introdução.....	76
3.1.4. Métodos.....	77

3.1.5.	Resultados	82
3.1.6.	Discussão.....	90
3.1.7.	Conclusão	93
3.1.8.	Referências	93
3.1.9.	Apêndice A - Comparação de dados demográficos e características dos participantes, composição corporal, capacidade funcional e medidas de força de joelho e quadril em todas as três categorias de IMC.....	99
4.	CAPÍTULO 4: IMPACTO DO SOBREPESO E OBESIDADE NA BIOMECÂNICA DE PESSOAS COM DOR FEMOROPATELAR.....	100
4.1.	Estudo original 3: A gordura corporal e a massa muscular esquelética, mas não o índice de massa corporal, estão associados à cinemática do joelho durante descida de degrau em pessoas com DFP*.....	100
4.1.1.	Resumo.....	100
4.1.2.	Resumo gráfico	101
4.1.3.	Introdução.....	102
4.1.4.	Métodos.....	103
4.1.5.	Resultados	107
4.1.6.	Discussão.....	109
4.1.7.	Conclusão	110
4.1.8.	Referências	110
5.	CAPÍTULO 5: IMPACTO DO SOBREPESO E OBESIDADE NOS MECANISMOS DA DOR DE PESSOAS COM DOR FEMOROPATELAR.....	114
5.1.	Estudo original 4: A gordura corporal e a massa muscular esquelética, mas não o índice de massa corporal, estão associados à hiperalgesia mecânica em adultos jovens com dor femoropatelar*.....	114
5.1.1.	Resumo.....	114
5.1.2.	Resumo gráfico	115
5.1.3.	Introdução.....	116
5.1.4.	Métodos.....	117
5.1.5.	Resultados	120
5.1.6.	Discussão.....	129
5.1.7.	Conclusão	131
5.1.8.	Referências	132
6.	CAPÍTULO 6: IMPACTO DO SOBREPESO E OBESIDADE NOS ASPECTOS PSICOLÓGICOS E QUALIDADE DE VIDA DE PESSOAS COM DOR FEMOROPATELAR ...	137
6.1.	Estudo original 5: Sobrepeso não está relacionado com pior desfecho psicológico ou qualidade de vida em pessoas com dor femoropatelar*	137
6.1.1.	Resumo.....	137
6.1.2.	Resumo gráfico	138

6.1.3.	Introdução.....	139
6.1.4.	Métodos.....	140
6.1.5.	Resultados	142
6.1.6.	Discussão.....	146
6.1.7.	Conclusão	148
6.1.8.	Referências	148
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS E DIRECIONAMENTOS FUTUROS	152
8.	REFERÊNCIAS.....	154
9.	TRAJETÓRIA ACADÊMICA.....	155
	ANEXO I – ESTUDO ORIGINAL 1 PUBLICADO NO PERIÓDICO INTERNACIONAL JOURNAL OF SPORT AND HEALTH SCIENCE.....	158
	ANEXO II – ESTUDO ORIGINAL 2 PUBLICADO NO PERIÓDICO INTERNACIONAL JOURNAL OF SPORT AND HEALTH SCIENCE.....	168
	ANEXO III – DECLARAÇÃO DE PALESTRA NA DISCIPLINA DE METODOLOGIA DA PESQUISA CIENTÍFICA E ESTATÍSTICA	178
	ANEXO IV – DECLARAÇÃO DE PALESTRA NA DISCIPLINA DE “DIDÁTICA E METODOLOGIA DO ENSINO”	179
	ANEXO V - CERTIFICADO DE PARTICIPAÇÃO NO 6 TH INTERNATIONAL PATELLOFEMORAL PAIN RESEARCH RETREAT & CLINICAL SYMPOSIUM	180
	ANEXO VI – RESUMO APRESENTADO NA CATEGORIA ORAL NO 6 TH INTERNATIONAL PATELLOFEMORAL PAIN RESEARCH RETREAT.....	181
	ANEXO VII – COAUTORA DE RESUMO APRESENTADO NO 6 TH INTERNATIONAL PATELLOFEMORAL PAIN RESEARCH RETREAT.....	182
	ANEXO VIII – APROVAÇÃO DA BOLSA DE ESTÁGIO DE PESQUISA NO EXTERIOR.....	183
	ANEXO IX – CERTIFICADO DE PARTICIPAÇÃO NO 1º CONGRESSO ONLINE DE FISIOTERAPIA DA FITARO (CONFFITARO).....	184
	ANEXO X – CERTIFICADO DE PARTICIPAÇÃO NO WEBINAR “PERSPECTIVAS ATUAIS SOBRE O TRATAMENTO DA DOR PATELOFEMORAL”.....	185
	ANEXO XI – CERTIFICADO DE PARTICIPAÇÃO NO I SIMPÓSIO ONLINE DE CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC).....	186
	ANEXO XII - PARTICIPAÇÃO NO LA TROBE SPORT AND EXERCISE MEDICINE (LASEM) HDR 2020 STUDENT SHOWCASE	187
	ANEXO XIII - CERTIFICADO DE APRESENTAÇÃO NO CONGRESSO INTERNACIONAL WORLD PHYSIOTHERAPY CONGRESS ONLINE 2021.....	188

ESTRUTURA DA TESE

Esta tese de doutorado é composta por cinco estudos originais que investigaram o impacto do sobrepeso e obesidade na função física, biomecânica, mecanismos da dor, fatores psicológicos e qualidade de vida de pessoas com dor femoropatelar (DFP).

A tese será dividida em 8 capítulos:

- O capítulo 1 é composto por uma contextualização geral sobre o estado da arte da DFP, elaborada com base tanto nas evidências históricas quanto nas mais recentes disponíveis na literatura da DFP.
- O capítulo 2 é composto pelo primeiro estudo original, que investigou uma coorte composta por homens e mulheres com e sem DFP, comparando medidas indicativas de sobrepeso e obesidade, tais como o índice de massa corporal (IMC), gordura corporal e massa muscular esquelética.
- O capítulo 3 é composto por um estudo que investigou a influência do sobrepeso e obesidade na capacidade funcional e torque dos músculos do joelho e quadril em homens e mulheres com DFP.
- O capítulo 4 é composto por um estudo que explorou o impacto do sobrepeso e obesidade na biomecânica de homens e mulheres com DFP durante uma atividade funcional que exacerba os sintomas dessa população: a descida de degrau.
- O capítulo 5 é composto por um estudo que explorou os mecanismos da dor, investigando a relação entre o sobrepeso e obesidade na dor autorreportada e manifestações de sensibilização periférica e central de homens e mulheres com DFP.
- O capítulo 6 é composto pelo último estudo original, que investigou a influência do sobrepeso e obesidade em fatores psicológicos e na qualidade de vida de homens e mulheres com DFP.
- Por fim, os capítulos 7 e 8 abordaram as considerações finais e a trajetória acadêmica da candidata durante o período de doutoramento.

1. CAPÍTULO 1: ENTENDENDO A DOR FEMOROPATELAR

1.1. Apresentação clínica e diagnóstico

A DFP é um termo utilizado para definir a presença de dor difusa ao redor ou atrás da patela.¹ Essa terminologia foi definida em um consenso internacional de pesquisadores e clínicos como a mais adequada para descrever a condição, embora outros termos também sejam considerados sinônimos, tais como síndrome da dor femoropatelar, síndrome/dor anterior de joelho, joelho de corredor e condromalácia patelar.¹

A DFP é caracterizada pelo início insidioso de dor difusa ao redor ou atrás da patela (Figura 1.1)² e que não possui relação com trauma direto na articulação do joelho. Os sintomas são agravados durante atividades que aumentam a carga na articulação femoropatelar, tais como agachamento, subida e descida de escadas e corrida. Outros sintomas também podem estar presentes, incluindo crepitação na articulação femoropatelar durante movimentos que envolvem flexão do joelho, sensibilidade à palpação patelar, leve edema e dor ao permanecer sentado por tempo prolongado.¹

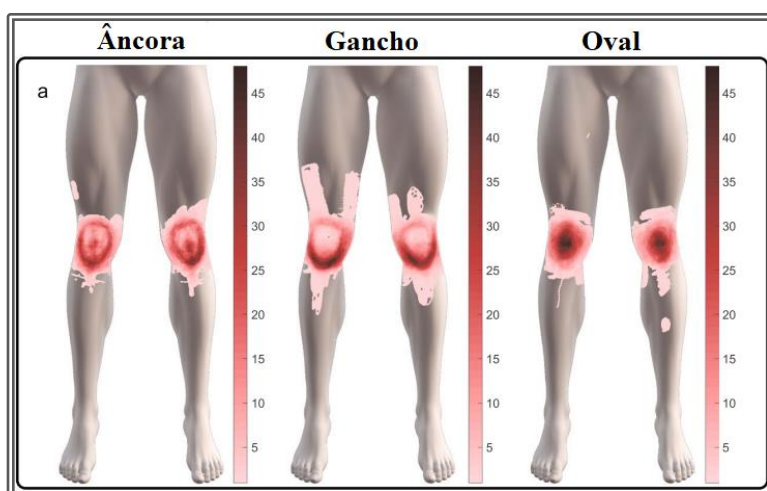


Figura 1.1. Demonstração gráfica dos três padrões mais comuns de distribuição da dor ao redor ou atrás da patela (em âncora, gancho e oval) baseado em mapas digitais de dor desenhados por uma coorte de 299 adolescentes e adultos jovens com DFP.²

De acordo com as recomendações do consenso internacional da DFP publicado em 2016¹ e da primeira diretriz clínica de DFP publicada recentemente em 2019,³ o diagnóstico da DFP é essencialmente baseado na apresentação clínica dos pacientes, associado a exclusão de outras condições que podem causar dor anterior no joelho (por exemplo, tendinopatia patelar, subluxação ou deslocamento patelar, doença de Osgood-Schlatter, doença de Sinding-Larsen-Johansson).^{1,3} Além disso, embora não exista um teste clínico considerado padrão ouro para diagnosticar a DFP, testes diagnósticos que provocam dor anterior de joelho durante atividades que associam sobrecarga da articulação femoropatelar e flexão de joelho são indicados para

complementar o diagnóstico,³ especialmente durante o agachamento, teste com maior sensibilidade (91%) para diagnosticar pessoas com DFP.⁴ A Tabela 1.1 apresenta um compilado dos principais critérios para diagnosticar a DFP.^{1,3}

Tabela 1.1. Critérios para diagnóstico da DFP com base nas recomendações do consenso internacional da DFP publicado em 2016 e da primeira diretriz clínica de DFP publicada em 2019.

Critérios Essenciais
1. Presença de dor ao redor ou atrás da patela 2. Agravada durante atividades como agachamento, subida e descida de escadas, corrida, salto
Critérios Adicionais
1. Crepitação no joelho 2. Leve edema 3. Sensibilidade a palpação patelar 4. Dor ao permanecer sentado por tempo prolongado
Teste Clínico
1. O melhor teste diagnóstico é a dor no joelho provocada durante o agachamento
Diagnóstico Diferencial
1. Exclusão de outras condições que podem causar dor anterior no joelho (por exemplo, tendinopatia patelar e subluxação patelar).

1.2. Epidemiologia

A DFP é uma condição musculoesquelética crônica que acomete pessoas fisicamente ativas e sedentárias em diferentes faixas etárias.¹ Em uma revisão sistemática recente, Smith e colaboradores⁵ sintetizaram dados de prevalência e incidência da DFP com base em 23 estudos epidemiológicos, sendo que as principais populações investigadas foram militares e mulheres. Na população geral, a prevalência anual de DFP é de 22,7% em adultos jovens e de 28,9% em adolescentes.⁵ Em militares, a prevalência pontual de DFP em uma coorte de ambos os sexos composta por 1525 cadetes da Academia Naval dos Estados Unidos foi de 13,5% (206 cadetes).^{5,6} Já a incidência da DFP em militares, com base em 6 estudos, variou entre 9,7 a

571,4 casos a cada 1000 pessoas por ano.⁵ A DFP também apresenta alta prevalência em praticantes de esporte. Um dos estudos incluídos na revisão sistemática investigou a prevalência anual de DFP em uma coorte de 109 ciclistas profissionais, de 7 campos de treinamento diferentes, e cerca de 36% dos ciclistas ($n = 39$) reportaram presença de DFP.⁷ Em outro estudo conduzido em uma coorte de corredoras novatas durante um programa de “início de corrida” com duração de 10 semanas, a incidência de DFP foi de 20,8%.⁸ Além disso, a meta-análise conduzida pelos autores com base em três estudos epidemiológicos indicou uma prevalência pontual de DFP de 22,7% em atletas amadoras adolescentes.⁵

Outro importante achado epidemiológico é que mulheres parecem ser mais propensas a desenvolver DFP do que homens.⁵ Em militares, mulheres apresentaram 2,23 vezes mais chances de desenvolver DFP do que homens. Em adultos da população geral, foi reportado uma prevalência anual de DFP de 29,2% em mulheres e de 15,5% em homens. Já em adolescentes da população geral, a prevalência pontual de DFP foi de 69% em mulheres e de 31% em homens.⁵

As altas taxas de incidência e prevalência em diferentes populações demonstram a complexidade e multifatorialidade da DFP, e reforça quão desafiador pode ser o gerenciamento dessa condição.

1.3. Fatores de risco e principais alterações apresentadas por pessoas com DFP

Embora seja uma condição amplamente estudada, a etiologia da DFP ainda não é bem definida e é considerada multifatorial.^{1,3,9} Duas revisões sistemáticas^{10,11} que investigaram possíveis fatores de risco para o desenvolvimento de DFP identificaram mais de 100 potenciais variáveis; entretanto, apenas a redução do torque dos extensores de joelho (em militares) e o aumento do torque dos abdutores de quadril (em adolescentes) apresentaram evidência, moderada a forte, sugerindo sua influência no desenvolvimento da DFP (Figura 1.2). Em contraste, diversos fatores biomecânicos, físicos, e não-mecânicos (mecanismos da dor, fatores psicológicos e qualidade de vida) foram identificados em pessoas com DFP (Figura 1.3).^{9,12-16} Frequentemente, o desenvolvimento e a persistência dos sintomas são atribuídos a alterações biomecânicas e/ou na função física, que conseqüentemente, alteram as cargas impostas à articulação femoropatelar. Portanto, a maior parte das pesquisas em DFP estão focadas nessa área.⁹ Recentemente, as influências não-mecânicas sobre os sintomas vêm sendo mais exploradas, com evidências emergentes de que fatores relacionados aos mecanismos da dor, ao estado psicológico e a qualidade de vida podem desempenhar importante papel na DFP.^{12,14,15}

As alterações mais consistentes reportadas em pessoas com DFP, e que podem estar relacionadas com o aumento da sobrecarga na articulação femoropatelar ou exacerbação dos sintomas de pessoas com DFP serão sintetizadas nos próximos tópicos.

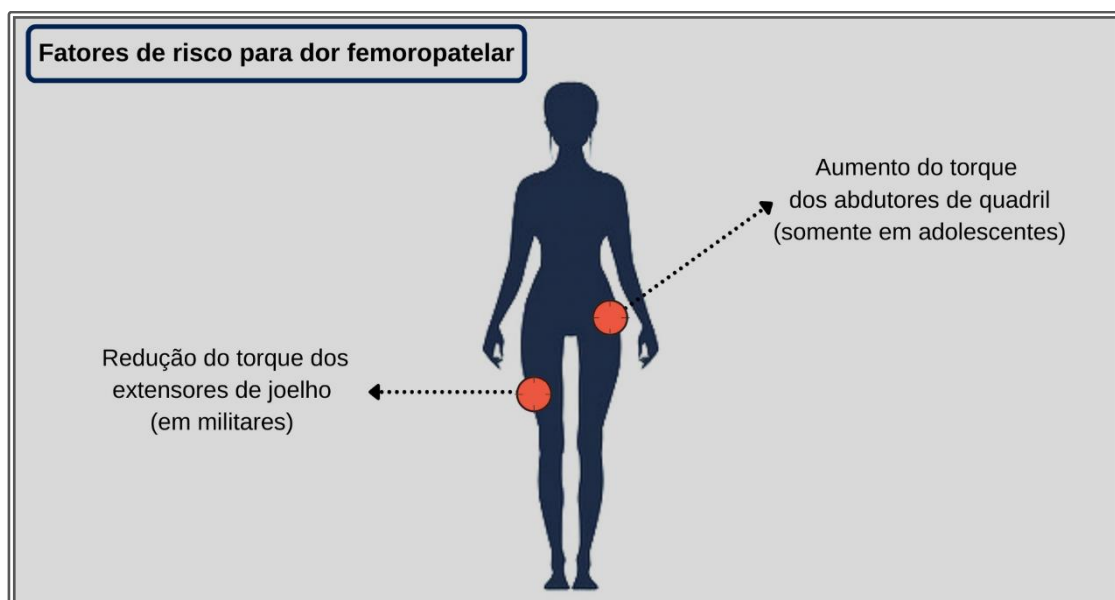


Figura 1.2. Fatores de risco com evidência moderada a forte para o desenvolvimento de DFP identificados em duas revisões sistemáticas.^{10,11}

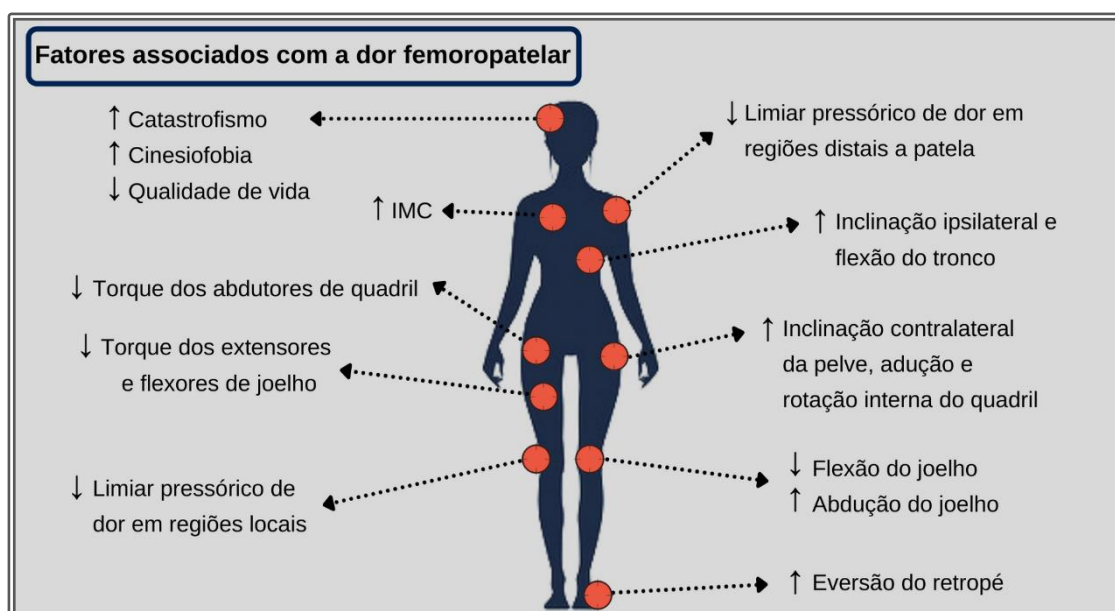


Figura 1.3. Alterações identificadas em fatores físicos, biomecânicos, mecanismos da dor, fatores psicológicos, qualidade de vida e IMC. Dados obtidos a partir de estudos transversais.^{9,12-16}

1.3.1. Alterações na função física

O torque máximo da musculatura do joelho e quadril representa o principal aspecto da função muscular pesquisado atualmente na área da DFP.¹⁷⁻¹⁹ Principalmente pelo fato de seu comprometimento estar atribuído e/ou relacionado à alterações do padrão de movimento de pessoas com DFP.²⁰⁻²² Evidências demonstram redução do torque isométrico, concêntrico e excêntrico dos extensores de joelho em pessoas com DFP,^{13,23} e essa alteração também é considerada um fator de risco para DFP.¹⁰ Além disso, uma revisão sistemática¹⁷ evidenciou que estudos transversais reportam diminuição do torque isométrico, concêntrico e excêntrico dos músculos abdutores de quadril em mulheres com DFP comparado a assintomáticas, entretanto, a mesma alteração não parece ser um fator de risco para o desenvolvimento da DFP.¹⁷ Ambos os grupos musculares agem como estabilizadores dinâmicos, seja da patela, no caso dos extensores de joelho (Figura 1.4),^{24,25} ou do fêmur e pelve, no caso dos abdutores de quadril (Figura 1.5),^{26,27} portanto, o comprometimento no torque muscular poderia estar associado ao estresse elevado na articulação femoropatelar.⁹ Além disso, estudos demonstram associação entre o comprometimento do torque muscular do joelho e quadril com diminuição da capacidade funcional durante a execução de tarefas funcionais,²⁸⁻³⁰ diminuição da função autorreportada e maiores níveis de dor em pessoas com DFP.³¹⁻³³ Isso demonstra que a DFP frequentemente interfere na capacidade funcional das pessoas acometidas, dificultando a prática de esportes e a realização de atividades de vida diária sem dor, o que consequentemente gera impactos negativos na qualidade de vida.³⁴⁻³⁶ Nesse sentido, a avaliação clínica da capacidade funcional de pessoas com DFP é particularmente importante, já que a menor capacidade funcional é preditora de um pior prognóstico a longo prazo.³⁷

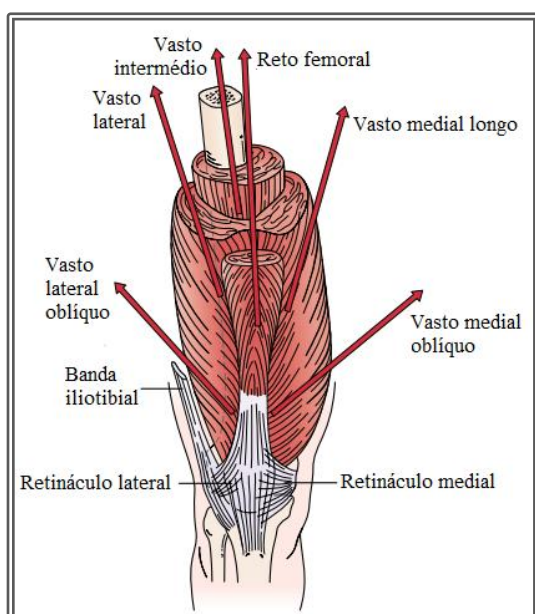


Figura 1.4. Estabilizadores dinâmicos da patela, consistindo nos quatro componentes do músculo quadríceps femoral (vasto lateral, vasto medial, vasto intermédio e reto femoral), que se fundem distalmente para formar o tendão quadríceps. A orientação das fibras musculares dita a linha de ação e a tração da patela. Fonte: Adaptado de Powers e colaboradores (2016).²⁵

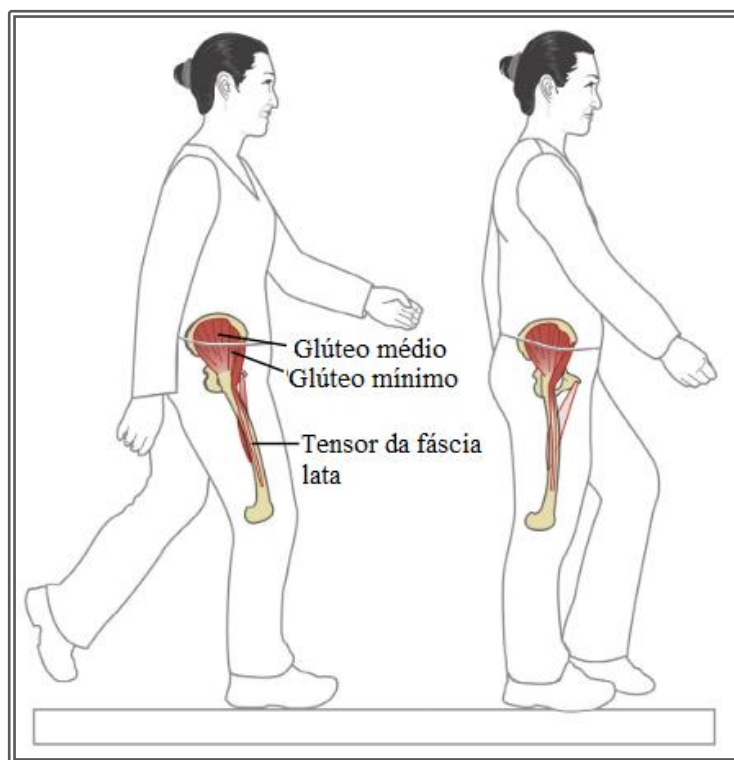


Figura 1.5. Músculos abdutores primários do quadril (glúteo médio, glúteo mínimo e tensor da fáscia lata) agindo como estabilizadores dinâmicos da pelve e do fêmur durante a fase de suporte de peso unilateral da marcha. Fonte: Adaptado de Mansfield & Neumann (2019).²⁷

Considerando as atuais evidências acerca das alterações no torque muscular de pessoas com DFP, exercícios direcionados a musculatura do joelho e quadril representam o principal componente do tratamento da DFP³⁸⁻⁴¹ com base nas recomendações do consenso internacional e da primeira diretriz de prática clínica (Figura 1.6),^{3,40,41} demonstrando benefícios como diminuição da dor e aumento da função a curto prazo (abaixo de 6 meses) e médio prazo (de 6 a 12 meses).^{40,41} Entretanto, em grande parte das pessoas a eficácia do tratamento não se mantém a longo prazo (acima de 12 meses), refletida pela recorrência dos sintomas da DFP.^{37,42} Talvez, o prognóstico ruim a longo prazo em apenas parte das pessoas seja reflexo de que as intervenções tradicionais não estão sendo capazes de abordar todos os fatores que contribuem para o aumento da sobrecarga na articulação femoropatelar e agravamento da condição, como por exemplo, a presença de sobrepeso ou obesidade. Esse tema será abordado mais detalhadamente nos próximos tópicos desta tese.



Figura 1.6. Recomendações do último consenso internacional (2018),⁴¹ da primeira diretriz de prática clínica (2019),³ e revisões sistemáticas⁴³ sobre o tratamento da DFP. Exercícios direcionados a musculatura do joelho e quadril representam o principal componente do tratamento da DFP. Até o momento, não há recomendações relacionadas ao gerenciamento/controle do peso para pacientes com DFP.

1.3.2. Alterações biomecânicas

Embora evidências demonstrem que a DFP seja multifatorial,^{1,9,38,44} uma das principais teorias propõe que o desenvolvimento e cronicidade dessa condição está diretamente associado à exposição cumulativa e/ou ao aumento abrupto de sobrecargas na articulação femoropatelar.^{9,45} No padrão de movimento clássico, de forma ideal, as cargas impostas a articulação femoropatelar em atividades com suporte de peso são distribuídas uniformemente sobre a ampla área de contato da cartilagem articular.⁴⁶ Entretanto, diversos estudos

frequentemente reportam que pessoas com DFP apresentam alterações biomecânicas no tronco e em membros inferiores,⁴⁷⁻⁵⁰ resultando na alteração do padrão de movimento durante a execução de atividades com suporte de peso, o que consequentemente representa o principal mecanismo pelo qual ocorre a sobrecarga da articulação femoropatelar.^{9,38,51}

A articulação femoropatelar desempenha papel essencial na função do joelho, principalmente em atividades que associam suporte de peso e grandes amplitudes de flexão do joelho, tais como agachamento e descida de escadas, nas quais a articulação femoropatelar é submetida a cargas de 2 a 3 vezes a massa corporal da pessoa.⁵² Nesse sentido, a avaliação de pessoas com DFP durante essas atividades, que sobrecarregam a articulação femoropatelar e exacerbam os sintomas da DFP, contribui para a identificação de alterações biomecânicas. Evidências demonstram que pessoas com DFP apresentam aumento da inclinação ipsilateral do tronco,^{47,53} inclinação contralateral da pelve,⁴⁷ adução do quadril,^{47,48,53} rotação interna do quadril,^{47,49} abdução do joelho,^{47,53} rotação externa do joelho,⁴⁸ e eversão do retropé⁵⁴ durante atividade de agachamento unipodal comparado a pessoas assintomáticas. Durante a atividade de descida de degrau, pessoas com DFP apresentam aumento da inclinação ipsilateral do tronco,⁵⁰ inclinação contralateral da pelve,⁵⁰ adução do quadril,⁵⁰ rotação interna do quadril,⁴⁹ e abdução do joelho.⁵⁰

O comprometimento funcional da musculatura do quadril pode interferir na estabilização da articulação do quadril durante atividades dinâmicas gerando, por exemplo, adução excessiva do quadril do membro inferior de apoio, e a inclinação contralateral da pelve, o que faz com que o centro de massa da pessoa se afaste do membro inferior de apoio, gerando aumento do momento varo do joelho (ocorre um aumento da distância perpendicular entre o vetor resultante de força de reação do solo – seta em amarelo – e o centro da articulação do joelho) (Figura 1.7 A e 1.7 B). De forma compensatória, a pessoa realiza a inclinação no tronco em direção ao membro inferior de apoio, para elevar a pelve contralateral e deslocar o centro de massa novamente em direção ao membro de apoio, reduzindo a demanda dos músculos abdutores do quadril (Figura 1.7 C). Essa manobra compensatória acaba induzindo o aumento do valgo dinâmico do joelho (o vetor da força de reação do solo passa lateralmente em relação ao centro da articulação do joelho), que por sua vez, aumenta a sobrecarga na articulação femoropatelar (Figura 1.7).^{26,55}

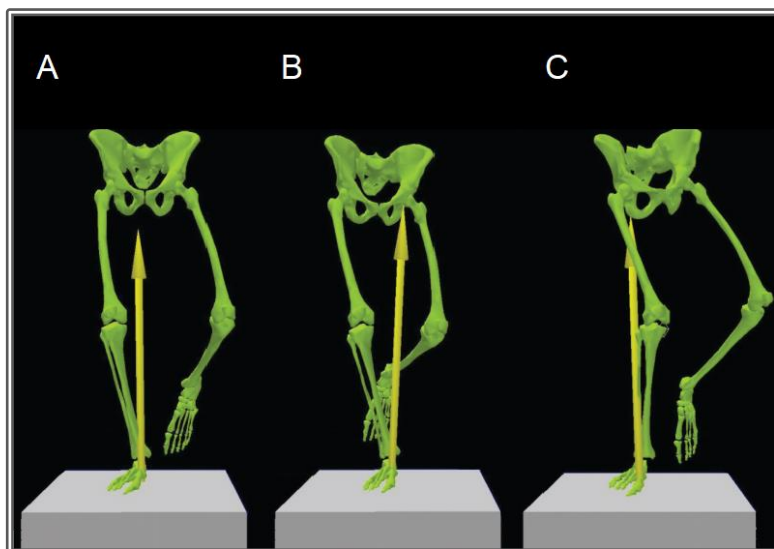


Figura 1.7. Influência dos músculos do quadril no movimento do tronco e pelve (plano frontal) e momentos do joelho: A) Movimento sem alteração na musculatura do quadril; B) Fraqueza no quadril, levando a queda contralateral da pelve e mudança no centro de massa; C) Movimento compensatório do tronco, criando um momento valgo do joelho. Fonte: Adaptado de Powers (2010).²⁶

Entretanto, uma revisão sistemática encontrou evidências conflitantes sobre a relação entre o comprometimento funcional da musculatura do quadril e o valgo dinâmico do joelho em mulheres atletas assintomáticas.⁵⁶ Durante o agachamento unipodal, apenas a diminuição do torque dos abdutores de quadril apresentou associação com o valgo dinâmico do joelho, enquanto que em tarefas de apoio bipodal (aterrisagem), não houve associação entre o torque muscular do quadril (abdutores, extensores e rotadores externos) e o valgo dinâmico. Isso pode sugerir que essa relação é dependente da tarefa executada, sendo que tarefas mais exigentes são mais propensas a gerar alterações do plano frontal do membro inferior.⁵⁶ Além disso, comprometimentos em regiões distais também podem estar associados com a sobrecarga da articulação femoropatelar. Devido ao acoplamento entre as articulações, o aumento da eversão do retropé pode interferir no movimento da tíbia nos planos frontal e transversal, gerando o aumento da abdução e rotação interna.^{55,57} Consequentemente contribuindo para o aumento do valgo dinâmico do joelho e sobrecarga na articulação femoropatelar.^{55,57}

Outra consideração importante com relação a alterações biomecânicas e sobrecarga da articulação femoropatelar, é que as pessoas com DFP também podem adotar estratégias compensatórias para minimizar a dor e reduzir a sobrecarga na articulação femoropatelar. Dentre elas, podemos citar a redução do ângulo de flexão do joelho⁵⁸ e o aumento da flexão anterior do tronco,^{59,60} na tentativa de reduzir a sobrecarga na articulação femoropatelar e consequentemente aliviar a dor.^{26,61} Entretanto, embora essas estratégias possam ser efetivas a curto prazo para diminuir a sobrecarga na articulação femoropatelar, ambas estão relacionadas com a diminuição da demanda dos extensores do joelho e com futuros comprometimentos da função dessa musculatura.³⁰

É importante ressaltar que, devido a característica multifatorial da DFP, as alterações biomecânicas podem variar entre as pessoas.⁶² Nesse sentido, existe uma demanda relacionada a investigação de fatores que possivelmente apresentam relação com a quantidade de alterações encontradas e com o consequente aumento da sobrecarga na articulação femoropatelar, como por exemplo, o sobrepeso e obesidade. Pois, em um estudo recente do nosso grupo de pesquisa demonstramos que o maior número de alterações cinemáticas está associado a maiores níveis de dor e menor capacidade funcional.⁶³ Isso é particularmente importante, pois a maior duração dos sintomas e menor capacidade funcional são preditores de pior prognóstico a longo prazo em pessoas com DFP.³⁷

1.3.3. Alterações não-mecânicas (mecanismos da dor)

A dor é uma experiência pessoal influenciada em vários graus por diferentes fatores biológicos, psicológicos e sociais.⁶⁴ Apesar da DFP ser tradicionalmente associada a alterações biomecânicas e físicas, resultando em carga anormal da articulação femoropatelar,⁹ resultados de um estudo recente de nosso grupo de pesquisa indicam que não há relação direta entre a dor e a sobrecarga da articulação femoropatelar.⁶⁵ Isso sugere que outros mecanismos podem ter um importante papel na experiência dolorosa das pessoas acometidas. Devido a característica crônica da DFP, o disparo nociceptivo prolongado pode levar a manifestações de sensibilização periférica (responsividade aumentada e limiar reduzido dos neurônios nociceptivos na periferia à estimulação de seu campo receptivo) e sensibilização central (aumento da atividade das vias de facilitação da dor e o mau funcionamento das vias descendentes inibitórias da dor).^{64,66} Como consequência da perturbação do sistema nociceptivo causada pela sensibilização periférica ou central, é possível que clinicamente, a pessoa apresente hiperalgesia (ou seja, "dor aumentada como consequência de um estímulo que normalmente provoca dor").⁶⁴ Duas revisões sistemáticas^{12,67} reportaram evidência moderada de que pessoas com DFP apresentam menor limiar pressórico de dor em regiões locais, indicando a presença de hiperalgesia mecânica local, e menor limiar pressórico de dor em regiões distantes ao joelho, indicando a presença de hiperalgesia generalizada, comparado a pessoas assintomáticas. Portanto, a investigação de outros fatores, como a obesidade e o sobrepeso e a sua influência no agravamento da condição e nos mecanismos da dor pode fornecer um panorama mais amplo dos processos de sensibilização que ocorrem na DFP. Esta hipótese se justifica não apenas pelo caráter mecânico associado com o sobrepeso e obesidade, mas também por características fisiológicas relacionadas a níveis aumentados de citocinas pró-inflamatórias produzidas pelo tecido

adiposo, e que pode levar à sensibilização de nociceptores periféricos e vias de transmissão nociceptivas centrais.⁶⁸

1.3.4. Alterações não-mecânicas (fatores psicológicos e qualidade de vida)

As alterações biomecânicas e na capacidade funcional representam o principal mecanismo pelo qual atribui-se o surgimento e agravamento da DFP e, como consequência, são amplamente estudadas no contexto da DFP.^{9,38} Entretanto, as altas taxas de recorrência e persistência dos sintomas da DFP^{34,42,69,70} demonstram a necessidade de explorar potenciais fatores de origem não-mecânica.^{14,71} Além disso, sendo a dor o principal sintoma da DFP, é necessário que ela seja avaliada no contexto biopsicossocial (função física, qualidade de vida, cinesiofobia, catastrofismo), como explorado anteriormente em uma série de estudos do nosso grupo de pesquisa.⁷²

Um número crescente de estudos sugere que características psicológicas desempenham papel importante na persistência da dor musculoesquelética, limitações funcionais e representam uma barreira para recuperação de pessoas com DFP.⁷³⁻⁷⁵ Nesse sentido, uma revisão sistemática¹⁴ demonstrou que fatores psicológicos tais como cinesiofobia (medo/receio de movimento) e catastrofismo (sentimentos e pensamentos excessivamente negativos em relação a dor) estão elevados em pessoas com DFP. Além disso, ambos fatores demonstraram forte correlação com o nível de dor e capacidade funcional das pessoas acometidas.^{14,76} Ainda, Domenech e colaboradores (2014)⁷⁵ encontraram que a diminuição da dor e disfunção de pessoas com DFP após o tratamento, tem relação com a diminuição dos níveis de cinesiofobia e catastrofismo. No entanto, considerando a característica multifatorial da DFP, alterações em fatores psicológicos podem não estar presentes em todas as pessoas.⁷⁷ Maclachlan e colaboradores (2018)⁷⁷ compararam características psicológicas, tais como depressão, cinesiofobia e catastrofismo, entre pessoas com DFP e pessoas assintomáticas e não encontraram diferenças significativas. Entretanto, após dividirem sua amostra em subgrupos de acordo com a gravidade da DFP (nível de dor, sintomas e incapacidade funcional) identificaram que o subgrupo de pessoas com DFP mais grave apresentou níveis significativamente mais altos de depressão, catastrofismo e cinesiofobia.⁷⁷ Ainda, em outra revisão sistemática, Coburn e colaboradores (2018)¹⁵ reportaram que pessoas com DFP possuem diminuição significativa da qualidade de vida em comparação a pessoas assintomáticas e a valores normativos populacionais; entretanto, devido ao número limitado de estudos, não foi possível determinar os fatores associados a esse comprometimento na qualidade de vida.¹⁵ Nesse sentido, outros

fatores importantes a serem levados em consideração são o sobrepeso e a obesidade, por estarem associados a baixa qualidade de vida e aumento do catastrofismo e cinesiofobia em outras populações com dor musculoesquelética.⁷⁸

1.4. Prognóstico

Tradicionalmente, a DFP era considerada uma condição que desapareceria ao longo do tempo, sem a necessidade de intervenções.³⁶ Entretanto, evidências indicam a natureza crônica da DFP, com alta porcentagem de pessoas (50 a 91%) apresentando persistência dos sintomas até 18 anos após o diagnóstico inicial.^{34,69,70} Em decorrência de sua etiologia multifatorial complexa⁹ a DFP representa uma condição desafiadora para tratar,⁷⁹ com mais de 50% das pessoas acometidas relatando recorrência dos sintomas após 12 meses, apesar de terem recebido as intervenções recomendadas pela diretriz de prática clínica.⁴²

Collins e colaboradores⁴² e Lankhorst e colaboradores³⁷ investigaram possíveis fatores associados ao prognóstico da DFP. Ambos os estudos encontraram que pessoas com maior duração dos sintomas e menor capacidade funcional (refletida pela menor pontuação no questionário *Anterior Knee Pain Scale* - AKPS) apresentaram pior prognóstico tanto no acompanhamento de um ano⁴² quanto no acompanhamento de 5 a 8 anos.³⁷ Portanto, identificar fatores associados com a cronicidade e sintomas mais severos é importante para traçar estratégias preventivas com o objetivo de melhorar o prognóstico a longo prazo da DFP. Além disso, a natureza crônica e recorrente da DFP é particularmente importante, já que diversos pesquisadores vêm sugerindo que a DFP pode ser precursora da osteoartrite femoropatelar.^{80,81} Esse possível relação será abordada em detalhes no próximo tópico.

1.5. Progressão da DFP para a osteoartrite femoropatelar

A osteoartrite é considerada uma das principais causas de dor musculoesquelética e incapacidade em todo o mundo.⁸² É definida como uma doença degenerativa associada à falha na reparação do dano articular, perda da cartilagem articular e inflamação sinovial, o que leva à sintomas como rigidez articular, edema, dor e perda funcional.⁸³

Entre as articulações de suporte de peso, o joelho é a mais comumente afetada pela osteoartrite, com prevalência de aproximadamente 33% em mulheres e 24% em homens acima dos 60 anos.⁸⁴ Entretanto, a prevalência da osteoartrite na articulação femoropatelar é maior quando comparada à articulação tibiofemoral (15-25% versus 1-17%).⁸¹ A longo prazo, a osteoartrite está associada à necessidade de procedimentos cirúrgicos, tais como a artroplastia

total de joelho.⁸⁵ Cerca de 500.000 artroplastias de joelhos foram realizadas nos Estados Unidos em 2011, e é estimado que esse número aumente para 3,5 milhões em 2030.⁸⁵ Portanto, a osteoartrite gera impacto significativo as pessoas acometidas e à comunidade, por meio de redução na qualidade de vida, diminuição da capacidade de executar tarefas ocupacionais e custos substanciais relacionados a saúde.

Evidências preliminares reforçam que a DFP pode progredir para a osteoartrite femoropatelar ao longo do tempo.^{80,81} Em estudo retrospectivo conduzido com 118 pessoas submetidas a artroplastia femoropatelar em decorrência de osteoartrite femoropatelar isolada, cerca de 22% reportaram presença de dor no joelho desde a adolescência, comparado com apenas 6% do grupo controle composto por 116 pessoas submetidas a artroplastia tibiofemoral medial.⁸⁶ Além disso, Thorstensson e colaboradores⁸⁷ avaliaram longitudinalmente 84 pessoas com dor crônica no joelho (sem sinais de osteoartrite femoropatelar), demonstrando que 31% da amostra desenvolveu osteoartrite femoropatelar ao final do período de 7 anos de acompanhamento. Outro importante fator que reforça essa progressão reside na similaridade entre os sintomas e alterações biomecânicas de ambas as condições.⁸¹ Um dos principais sintomas clínicos da osteoartrite femoropatelar, caracterizado pela presença de dor anterior no joelho em atividades que sobrecarregam a articulação femoropatelar (p.ex. agachamento, subida/descida de escadas), é bastante semelhante à típica forma de manifestação da DFP.⁸¹ Além disso, estudos demonstram a presença de algumas alterações biomecânicas tanto na DFP quanto na osteoartrite femoropatelar, tais como redução do torque máximo dos extensores de joelho e abdutores de quadril e redução da potência muscular em membros inferiores.^{81,88,89} Essa biomecânica alterada dos membros inferiores pode gerar sobrecargas anormais na articulação femoropatelar, o que em pessoas jovens poderia manifestar-se como DFP e a longo prazo gerar danos estruturais, consequentemente progredindo para a osteoartrite femoropatelar.⁸⁰

Sendo assim, o principal mecanismo que estabelece a ligação entre a presença da DFP e futuro desenvolvimento da osteoartrite femoropatelar é a sobrecarga anormal da articulação femoropatelar.⁸¹ Consequentemente, a identificação de fatores que possam agravar os sintomas da DFP e impulsionar a progressão dessa condição é de extrema importância para que estratégias de tratamento sejam desenvolvidas e adotadas preventivamente, atenuando os impactos gerados pela osteoartrite femoropatelar nas pessoas acometidas e nos custos para os sistemas de saúde. Nesse sentido, o sobrepeso ou obesidade podem representar importantes fatores a serem explorados. Embora amplamente estudados em pessoas com osteoartrite e apontados como um dos principais fatores de risco para o seu desenvolvimento, o impacto do

sobrepeso e da obesidade na DFP foi pouco abordado até o presente momento. No tópico a seguir, serão exploradas as evidências acerca da relação entre o sobrepeso e obesidade, osteoartrite femoropatelar e DFP e as possíveis lacunas presentes na literatura.

1.6. O que sabemos sobre a influência da obesidade e sobrepeso na DFP?

Nos últimos 40 anos, o número global de adultos obesos aumentou de 100 milhões para 671 milhões.⁹⁰ Além disso, no ano de 2016, cerca de 1,3 bilhão de adultos estavam classificados na faixa de sobrepeso em todo o mundo;⁹⁰ só no Brasil, isso representou cerca de 56,9% dos adultos acima dos 18 anos (Figura 1.8).⁹¹ Como consequência, as pessoas acometidas experienciam grande impacto nos âmbitos social, psicológico e físico, além de gerarem custos consideráveis para os sistemas de saúde.⁹²⁻⁹⁶ No Brasil, estima-se que os gastos anuais com comorbidades associadas ao sobrepeso e obesidade são de aproximadamente US\$ 2,1 bilhões, sendo que destes, US\$ 9,7 milhões estão relacionados a gastos em internações e procedimentos ambulatoriais em decorrência da OA de joelho e quadril.⁹⁵

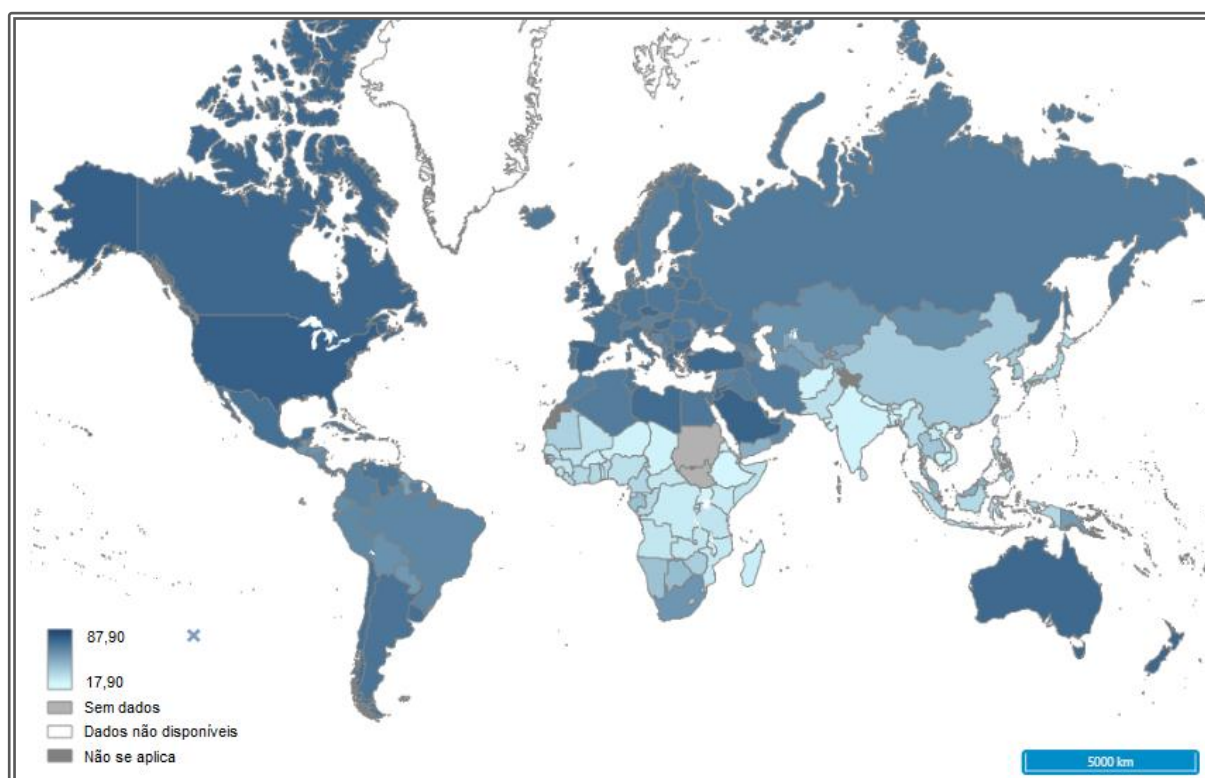


Figura 1.8. Prevalência (%) de sobrepeso entre adultos acima dos 18 anos, de ambos os sexos, $IMC \geq 25 \text{ kg/m}^2$. Quanto mais escura a cor, maior a prevalência no país indicado. Fonte: Organização Mundial da Saúde (OMS).⁹¹

Como reportado anteriormente, durante atividades que envolvem suporte de peso associado a movimentos de flexão do joelho, tais como agachamento ou subida e descida de escadas, a articulação femoropatelar é submetida a cargas equivalentes a 2 a 3 vezes a massa corporal da pessoa.⁵² Considerando que as evidências na literatura relacionadas a etiologia e agravamento da DFP e osteoartrite femoropatelar geralmente estão centradas na alteração da magnitude e/ou distribuição da carga imposta a articulação femoropatelar,^{9,81,97} a avaliação do sobrepeso e obesidade e o impacto gerado nas pessoas acometidas parece ser um fator importante a ser elucidado. Clinicamente, o sobrepeso e a obesidade podem ser estimados através do cálculo do IMC de uma pessoa ou da análise de composição corporal. O IMC representa um método amplamente utilizado devido a facilidade e baixos custos para obter medidas de massa corporal e altura (as quais são utilizadas para o cálculo), já que estas não exigem a utilização de ferramentas e equipamentos sofisticados.^{96,98,99} Além disso, o IMC apresenta alta correlação com métodos mais caros e acurados para avaliação da composição corporal, como a análise de bioimpedância e a absorciometria por raios-X com dupla energia,¹⁰⁰⁻¹⁰² o que reforça a sua utilização para esse fim. Apesar de todas essas vantagens, o IMC por si só não é capaz de diferenciar a composição corporal da pessoa (por exemplo, a gordura corporal e massa muscular esquelética). Como não há um método direto para medir a composição corporal (exceto por meio de dissecação de cadáveres), métodos indiretos e mais práticos podem ser utilizados, como análise de bioimpedância e avaliação da espessura de dobras cutâneas por meio de um adipômetro.^{41,42} Ambos os métodos são eficazes em termos de tempo e custo, e são viáveis em ambientes clínicos e pesquisas de campo para avaliar a composição corporal.⁴¹⁻⁴³

Embora a obesidade aumente o risco de desenvolver osteoartrite em ambas as articulações do joelho (tibiofemoral e femoropatelar), a origem predominante dos sintomas associados a osteoartrite de joelho é a articulação femoropatelar (osteoartrite femoropatelar).¹⁰³ Nesse sentido, como ressaltado anteriormente, apesar de ainda não existirem estudos prospectivos confirmando esta hipótese, sugere-se que a DFP pode representar uma condição que precede o desenvolvimento da osteoartrite femoropatelar, com a elevada sobrecarga na articulação femoropatelar mediada por alterações biomecânicas e físicas formando o principal elo entre as duas condições.⁸¹ Portanto, entender a influência do sobrepeso e obesidade no contexto da DFP pode ter grande potencial para evitar a progressão para a osteoartrite femoropatelar.

A presença de dor durante atividades funcionais e esportivas que requerem flexão do joelho e, conseqüentemente, elevam a sobrecarga na articulação femoropatelar, é o principal

sintoma da DFP e pode estar diretamente relacionado com a diminuição ou interrupção da prática de atividade física.^{1,35,36} A diminuição ou interrupção da atividade física pode levar ao aumento de massa corporal, que por sua vez poderia aumentar a sobrecarga na articulação femoropatelar durante as atividades funcionais (caminhada, subida e descida de escada, agachamentos), resultando em um ciclo vicioso de dor, redução da atividade física e obesidade nas pessoas com DFP (Figura 1.9).¹⁰⁴



Figura 1.9. Proposta de ciclo vicioso hipotético de dor – redução dos níveis de atividade física – sobrepeso/obesidade – agravamento dos sintomas. Nessa hipótese, o sobrepeso e a obesidade seriam consequência da persistência dos sintomas de DFP.

Ainda, outra possível hipótese é de que estar obeso previamente ao desenvolvimento da DFP, associado ao aumento dos níveis de atividade física por qualquer razão, poderia impor a articulação femoropatelar um estresse ainda maior, consequentemente levando ao desenvolvimento da DFP (Figura 1.10).^{105,106} Recentemente, duas revisões sistemáticas identificaram que o IMC elevado não é um fator de risco para o desenvolvimento da DFP,^{11,16} o que poderia enfraquecer essa última hipótese. Entretanto, os estudos incluídos investigaram populações específicas e que tipicamente não apresentam excesso de peso, como militares, corredores recreacionais e atletas, o que limita a generalização dos achados para a população geral de adultos jovens, uma das mais acometidas pela DFP.

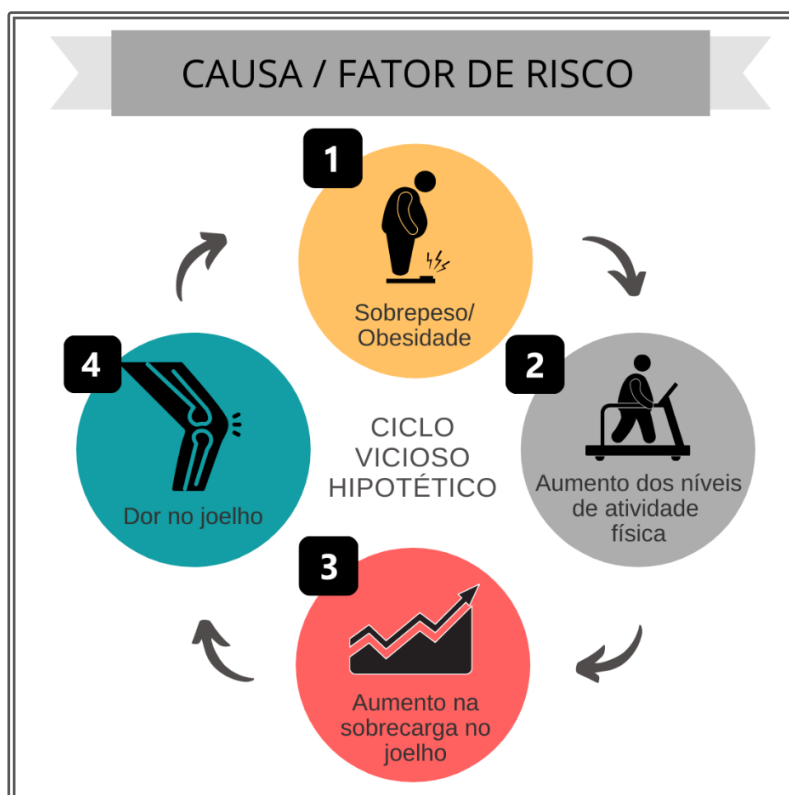


Figura 1.10. Proposta de ciclo vicioso hipotético de sobrepeso/obesidade – aumento dos níveis de atividade física – aumento da sobrecarga na articulação femoropatelar – desenvolvimento de dor no joelho. Nessa hipótese, o sobrepeso e a obesidade seriam a causa/fator de risco para o desenvolvimento da DFP.

Embora o número de evidências explorando a relação entre obesidade e DFP seja limitado, Hart e colaboradores¹⁶ investigaram a associação da obesidade, por meio da avaliação do IMC, com a DFP e com a osteoartrite femoropatelar e sintetizaram seus achados em uma revisão sistemática. Os resultados encontrados indicam que adultos com DFP e com osteoartrite femoropatelar apresentam IMC elevado comparados a pessoas assintomáticas, entretanto, a mesma associação não foi encontrada em adolescentes com DFP, o que pode indicar que o IMC elevado está diretamente relacionado com o agravamento e persistência da dor.¹⁶ Ao longo do tempo, é possível que o aumento da sobrecarga na articulação femoropatelar em consequência do IMC elevado, poderia contribuir para a degeneração da cartilagem articular, já que evidências demonstram associação entre IMC elevado e o aumento da taxa anual de perda de volume da cartilagem da articulação femoropatelar.¹⁰⁷

Nesse sentido, um estudo recente¹⁰⁸ identificou três subgrupos de pessoas com DPF com base em alterações específicas: o subgrupo “forte”; o subgrupo “fraco e encurtado” e o subgrupo “fraco e com pé pronado”. Embora o IMC não tenha sido a variável diretamente considerada para a divisão da amostra, o subgrupo “forte”, que apresentou maior torque dos abdutores de quadril e extensores de joelho, possuía IMC classificado dentro da normalidade. Em contrapartida, os subgrupos “fraco e encurtado” e “fraco e pé pronado”, que continham pessoas com sintomas mais graves como maior nível de dor, pior função, pior qualidade de vida, menor

nível de atividade física e menores torques dos músculos abdutores de quadril e extensores de joelho, possuíam IMC elevado classificado como sobrepeso.¹⁰⁸ Uma fraqueza deste estudo foi a não inclusão de pessoas obesas com DFP, que potencialmente poderiam apresentar um quadro clínico funcional ainda mais debilitado e possivelmente formar um novo subgrupo.

É importante destacar que o sobrepeso e obesidade também podem gerar alterações sistêmicas na pessoa, como consequência da maior quantidade de gordura corporal e menor massa muscular esquelética.⁶⁸ Evidências demonstram que a obesidade é fator de risco para o desenvolvimento da osteoartrite em articulações que não realizam suporte de peso (por exemplo, osteoartrite na mão).^{109,110} Isso reforça que somente a sobrecarga mecânica não é capaz de explicar essa relação. Alterações sistêmicas como a produção de adipocinas pelo tecido adiposo, como a leptina,¹¹¹ e a amplificação do perfil inflamatório pelo aumento da produção de interleucina-6¹¹² e fator de necrose tumoral-alfa,¹¹³ estão associadas a efeitos deletérios à cartilagem patelar (por exemplo, redução do volume da cartilagem patelar) e dor e podem mediar essa relação.^{97,114} Portanto, investigar a composição corporal, além do IMC, pode trazer informações importantes e adicionais. Até o momento, apenas uma revisão sistemática investigou a associação do percentual de gordura corporal com a DFP, reportando evidências moderadas a partir de dois estudos de que o percentual de gordura corporal não é um fator de risco para DFP em adolescentes.¹¹

Apesar de evidências preliminares demonstrarem possível relação entre o sobrepeso e obesidade e a DFP, até o presente momento nenhum estudo avaliou diretamente a associação e influência desses fatores na função física, biomecânica, mecanismos da dor, fatores psicológicos e qualidade de vida de pessoas com DFP.¹¹⁵ É importante ressaltar que devido ao sobrepeso e obesidade representarem fatores modificáveis, essa investigação tem importante implicação clínica, já que as diretrizes e recomendações disponíveis atualmente em relação ao tratamento da DFP, usualmente não consideram o sobrepeso e obesidade como um componente a ser abordado ou o impacto desses fatores na eficácia das intervenções a longo prazo.^{38-40,115}

1.7. 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. Boudreau SA, Royo AC, Matthews M, et al. Distinct patterns of variation in the distribution of knee pain. *Sci Rep*. 2018;8:16522. doi:10.1038/s41598-018-34950-2
3. Willy RW, Hoglund LT, Barton CJ, Bolgla LA, Scalzitti DA, Logerstedt DS. Patellofemoral Pain Clinical Practice Guidelines Linked to the International Classification of Functioning , Disability and Health From the Academy of Orthopaedic Physical Therapy. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2019;49(9):CPG1-CPG95. doi:10.2519/jospt.2019.0302
4. 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
5. 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):e0190892. doi:10.1371/journal.pone.0190892
6. 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
7. Clarsen B, Krosshaug T, Bahr R. Overuse injuries in professional road cyclists. *Am J Sports Med*. 2010;38(12):2494-2501. doi:10.1177/0363546510376816
8. Thijs Y, Pattyn E, Tiggelen D Van, Rombaut L, Witvrouw E. Is hip muscle weakness a predisposing factor for patellofemoral pain in female novice runners? A prospective study. *Am J Sports Med*. 2011;39(9):1877-1882. doi:10.1177/0363546511407617
9. 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
10. Lankhorst NE, Bierma-Zeinstra SMA, van Middelkoop M. Risk factors for patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *J Orthop Sport Phys Ther*. 2012;42(2):81-A12. doi:10.2519/jospt.2012.3803
11. Neal BS, Lack SD, Lankhorst NE, Raye A, Morrissey D, Middelkoop M Van. Risk factors for patellofemoral pain: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2019;2:270-281. doi:10.1136/bjsports-2017-098890
12. De Oliveira Silva D, Rathleff MS, Petersen K, de Azevedo FM, 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
13. Lankhorst NE, Bierma-Zeinstra SMA, 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
 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;51:732-742. doi:10.1136/bjsports-2016-096705
 15. Coburn SL, Barton CJ, Filbay SR, Hart HF, Rathleff MS, Crossley KM. Quality of life in individuals with patellofemoral pain: A systematic review including meta-analysis. *Phys Ther Sport.* 2018;33:96-108. doi:10.1016/j.ptsp.2018.06.006
 16. 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
 17. 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
 18. Kaya D, Citaker S, Kerimoglu U, et al. Women with patellofemoral pain syndrome have quadriceps femoris volume and strength deficiency. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2011;19(2):242-247. doi:10.1007/s00167-010-1290-2
 19. Prins MR, van der Wurff P. Females with patellofemoral pain syndrome have weak hip muscles: a systematic review. *Aust J Physiother.* 2009;55(1):9-15. doi:10.1016/S0004-9514(09)70055-8
 20. 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
 21. Boling M, Padua D. Relationship between hip strength and trunk, hip, and knee kinematics during a jump-landing task in individuals with patellofemoral pain. *Int J Sports Phys Ther.* 2013;8(5):661-669. <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3811740&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>.
 22. 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
23. Dvir Z, Shklar A, Halperin N, Robinson D, Weissman I, Ben-Shoshan I. Concentric and eccentric torque variations of the quadriceps femoris in patellofemoral pain syndrome. *Clin Biomech.* 1990;5(2):68-72. doi:10.1016/0268-0033(90)90040-D
 24. Powers CM. Rehabilitation of Patellofemoral Joint Disorders: A Critical Review. *J Orthop Sport Phys Ther.* 1998;28(5):345-354. doi:10.2519/jospt.1998.28.5.345
 25. Powers CM, Souza RB, Fulkerson JP. Patellofemoral Joint. In: *Pathology and Intervention in Musculoskeletal Rehabilitation*. Second Edi. Elsevier Inc.; 2016:798-835. doi:10.1016/B978-0-323-31072-7.00022-1
 26. Powers CM. The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: a biomechanical perspective. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2010;40(2):42-51. doi:10.2519/jospt.2010.3337
 27. Mansfield PJ, Neumann DA. Structure and Function of the Hip. In: *Essentials of Kinesiology for the Physical Therapist Assistant*. 3rd ed. ; 2018:233-277. doi:10.1016/B978-0-323-54498-6.00009-6
 28. Briani RV, de Oliveira Silva D, Ducatti MHM, et al. Knee flexor strength and rate of torque development deficits in women with patellofemoral pain are related to poor objective function. *Gait Posture.* 2021;83:100-106. doi:10.1016/j.gaitpost.2020.10.011
 29. Nunes GS, De Oliveira Silva D, Crossley KM, Serrao F, Pizzari T, Barton CJ. People with patellofemoral pain have impaired functional performance, that is correlated to hip muscle capacity. *Phys Ther Sport.* 2019;40:85-90. doi:10.1016/j.ptsp.2019.08.010
 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.
 31. Almeida GPL, Silva AP de MCC, França FJR, Burke TN, Marques AP. Does anterior knee pain severity and function relate to the frontal plane projection angle and trunk and hip strength in women with patellofemoral pain? *J Bodyw Mov Ther.* 2018;19:558-564. doi:10.1016/j.jbmt.2015.01.004
 32. Guney H, Yuksel I, Kaya D, Doral MN. The relationship between quadriceps strength and joint position sense, functional outcome and painful activities in patellofemoral pain syndrome. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2015. doi:10.1007/s00167-015-3599-3
 33. Nakagawa TH, Baldon R de M, 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.

34. Rathleff CR, Olesen JL, Roos EM, Rasmussen S, Rathleff MS. Half of 12-15-year-olds with knee pain still have pain after one year. *Dan Med J*. 2013;60(11):A4725.
35. 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
36. 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
37. 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*. 2015;1-7. doi:10.1136/bjsports-2015-094664
38. Lack S, Neal B, Oliveira D De, 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
39. 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
40. 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;bjsports-2016-096268. doi:10.1136/bjsports-2016-096268
41. Collins NJ, Barton CJ, Van Middelkoop M, 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(18):1170-1178. doi:10.1136/bjsports-2018-099397
42. Collins NJ, Bierma-zeinstra SMA, Crossley KM, Linschoten RL Van, Vicenzino B, Middelkoop M Van. Prognostic factors for patellofemoral pain: a multicentre observational analysis. *Br J Sports Med*. 2013;47:227-233. doi:10.1136/bjsports-2012-091696
43. De Oliveira Silva D, Pazzinatto MF, Rathleff MS, et al. Patient education for patellofemoral pain: A systematic review. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2020;50(7):388-

- 396.
44. 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
 45. Dye S. Patellofemoral pain current concepts: an overview. *Sport Med Arthrosc Rev.* 2001;9(4):264-272. doi:10.1097/00132585-200110000-00002
 46. Besier TF, Gold GE, Delp SL, Fredericson M, Beaupré GS. The influence of femoral internal and external rotation on cartilage stresses within the patellofemoral joint. *J Orthop Res.* 2008;26(12):1627-1635. doi:10.1002/jor.20663
 47. Nakagawa TH, Moriya ETU, Maciel CD, Serrão F V. Trunk, pelvis, hip, and knee kinematics, hip strength, and gluteal muscle activation during a single leg squat in males and females with and without patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2012;42(6):491-501. doi:10.2519/jospt.2012.3987
 48. Willson JD, Davis IS. Lower extremity mechanics of females with and without patellofemoral pain across activities with progressively greater task demands. *Clin Biomech.* 2008;23(2):203-211. doi:10.1016/j.clinbiomech.2007.08.025
 49. Souza RB, Powers CM. Differences in hip kinematics, muscle strength, and muscle activation between subjects with and without patellofemoral pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009;39(1):12-19. doi:10.2519/jospt.2009.2885
 50. Nakagawa TH, Moriya ÉTU, Maciel CD, Serrão F V. Frontal plane biomechanics in males and females with and without patellofemoral pain. *Med Sci Sports Exerc.* 2012;44(9):1747-1755. doi:10.1249/MSS.0b013e318256903a
 51. Powers CM, Bolgla L a, Callaghan MJ, Collins N, Sheehan FT. Patellofemoral pain: proximal, distal, and local factors, 2nd International Research Retreat. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2012;42(6):A1-54. doi:10.2519/jospt.2012.0301
 52. Trepczynski A, Kutzner I, Kornaropoulos E, et al. Patellofemoral joint contact forces during activities with high knee flexion. *J Orthop Res.* 2012;30(3):408-415. doi:10.1002/jor.21540
 53. Nakagawa TH, Maciel CD, Serrão FV. Trunk biomechanics and its association with hip and knee kinematics in patients with and without patellofemoral pain. *Man Ther.* 2015;20(1):189-193.
 54. Levinger P, Gilleard WL, Sprogis K. Frontal plane motion of the rearfoot during a one-leg squat in individuals with patellofemoral pain syndrome. *J Am Podiatr Med Assoc.*

- 2006;96(2):96-101. doi:10.7547/0960096
55. Powers CM. The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: a theoretical perspective. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2003;33(11):639-646. doi:10.2519/jospt.2003.33.11.639
 56. Dix J, Marsh S, Dingenen B, Malliaras P. The relationship between hip muscle strength and dynamic knee valgus in asymptomatic females: A systematic review. *Phys Ther Sport.* May 2018. doi:10.1016/j.ptsp.2018.05.015
 57. Tiberio D. The effect of excessive subtalar joint pronation on patellofemoral joint mechanics: a theoretical model. *J Orthop Sport Phys Ther.* 1987;9:160-169.
 58. 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
 59. Teng H-L, Powers CM. Sagittal plane trunk posture influences patellofemoral joint stress during running. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2014;44(10):785-792. doi:10.2519/jospt.2014.5249
 60. Blackburn JT, Padua DA. Sagittal-plane trunk position, landing forces, and quadriceps electromyographic activity. *J Athl Train.* 2009;44(2):174-179. doi:10.4085/1062-6050-44.2.174
 61. van Eijden TM, Kouwenhoven E, Verburg J, Weijs W a. A mathematical model of the patellofemoral joint. *J Biomech.* 1986;19(3):219-229.
 62. Barton CJ, Bonanno DR, Carr J, et al. Running retraining to treat lower limb injuries: a mixed-methods study of current evidence synthesised with expert opinion. *Br J Sports Med.* 2016;50(9):513-526. doi:10.1136/bjsports-2015-095278
 63. 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.* 2017;(January):0-1. doi:10.1016/j.gaitpost.2017.07.034
 64. IASP. IASP terminology. <https://www.iasp-pain.org/Education/Content.aspx?ItemNumber=1698>. Published 2017.
 65. De Oliveira Silva D, Willy RW, Barton CJ, Christensen K, Pazzinatto MF, Azevedo FM. Pain and disability in women with patellofemoral pain relate to kinesiphobia, but not to patellofemoral joint loading variables. *Scand J Med Sci Sports.* 2020;(May):1-7. doi:10.1111/sms.13767
 66. Nijs J, Torres-cueco R, Wilgen CP Van, et al. Applying modern pain neuroscience in

- clinical practice: Criteria for the classification of central sensitization pain. *Pain Physician*. 2014;17:447-457.
67. Bartholomew C, Lack S, Neal B. Altered pain processing and sensitisation is evident in adults with patellofemoral pain: a systematic review including meta-analysis and meta-regression. *Scand J Pain*. 2019;20(1):11-27. doi:10.1515/sjpain-2019-0079
 68. Mcvinnie DS. Obesity and pain. *Br J Pain*. 2013;7(4):163-170. doi:10.1177/2049463713484296
 69. Stathopulu E, Baildam E. Anterior knee pain: a long-term follow-up. *Rheumatology*. 2003;42:380-382. doi:10.1093/rheumatology/keg093
 70. Nimon G, Murray D, Sandow M, Goodfellow J. Natural history of anterior knee pain: a 14- to 20-year follow-up of nonoperative management. *J Pediatr Orthop*. 1998;18(1):118-122.
 71. Sanchis-Alfonso V. Holistic approach to understanding anterior knee pain. Clinical implications. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc*. 2014;22(10):2275-2285. doi:10.1007/s00167-014-3011-8
 72. De Oliveira Silva D. Entendendo a natureza biopsicossocial da dor femoropatelar: Integração de fatores biomecânicos, clínicos e psicológicos. 2019.
 73. Crombez G, Vlaeyen JW, Heuts PH, Lysens R. Pain-related fear is more disabling than pain itself: evidence on the role of pain-related fear in chronic back pain disability. *Pain*. 1999;80(1-2):329-339.
 74. Grotle M, Foster N, Dunn K, Croft P. Are prognostic indicators for poor outcome different for acute and chronic low back pain consulters in primary care? *Pain*. 2010;151(3):790-797. doi:10.1016/j.pain.2010.09.014.ARE
 75. Sanchis-alfonso V. Changes in catastrophizing and kinesiophobia are predictive of changes in disability and pain after treatment in patients with anterior knee pain. 2014. doi:10.1007/s00167-014-2968-7
 76. 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;21:1562-1568. doi:10.1007/s00167-012-2238-5
 77. Maclachlan LR, Matthews M, Hodges PW, Collins NJ, Vicenzino B. The psychological features of patellofemoral pain: a cross-sectional study. *Scand J Pain*. 2018.
 78. Vincent HK, Adams MCB, Vincent KR, Hurley RW. Musculoskeletal pain, fear avoidance behaviors, and functional decline in obesity potential interventions to manage pain and maintain function. *Reg Anesth Pain Med*. 2013;38(6):481-491.

doi:10.1097/AAP.0000000000000013

79. 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. doi:10.1136/bjsports-2017-097547
80. 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
81. 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. doi:10.1007/s40279-016-0545-6
82. Woolf AD, Pfleger B. Burden of major musculoskeletal conditions. *Bull World Health Organ*. 2003;81(9):646-656. doi:S0042-96862003000900007 [pii]
83. Lane NE, Brandt K, Hawker G, et al. OARSI-FDA initiative: defining the disease state of osteoarthritis. *Osteoarthr Cartil*. 2011;19(5):478-482. doi:10.1016/j.joca.2010.09.013
84. Pereira D, Peleteiro B, Araújo J, Branco J, Santos RA, 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
85. Kurtz S, Ong K, Lau E, Mowat F, Halpern M. Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. *J Bone Jt Surg*. 2007;84(4):780-785. doi:10.2106/JBJS.F.00222
86. 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
87. Thorstensson CA, Andersson MLE, Jo H, Saxne T, Petersson IF. Natural course of knee osteoarthritis in middle-aged subjects with knee pain: 12-year follow-up using clinical and radiographic criteria. *Ann Rheum Dis*. 2009;68:1890-1893. doi:10.1136/ard.2008.095158
88. Nunes GS, Barton CJ, Serrão FV. 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*. May 2017. doi:10.1016/j.jsams.2017.05.014
89. Reid KF, Price LL, Harvey WF, et al. Muscle power is an independent determinant of pain and quality of life in knee osteoarthritis. *Arthritis Rheumatol*. 2015;67(12):3166-3173. doi:10.1002/art.39336.Muscle
90. Abarca-Gómez L, Abdeen ZA, Hamid ZA, et al. Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416

- population-based measurement studies in 128·9 million children, adolescents, and adults. *Lancet*. 2017;390(10113):2627-2642. doi:10.1016/S0140-6736(17)32129-3
91. WHO. Fact sheets - Obesity and overweight. <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>. Published 2020.
 92. NHLBI Obesity Education Initiative Expert Panel on the Identification, Evaluation and T of O in A (US). *Clinical Guidelines on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight and Obesity in Adults: The Evidence Report*.; 1998. doi:10.1001/jama.2012.39
 93. Malta DC, Andrade SC, Claro RM, Bernal RTI, Monteiro CA. Trends in prevalence of overweight and obesity in adults in 26 Brazilian state capitals and the Federal District from 2006 to 2012. *Rev Bras Epidemiol*. 2014;17(suppl 1):267-276. doi:10.1590/1809-4503201400050021
 94. Hollander EL, Picavet HSJ, Milder IE, Verschuren WMM, Bemelmans WJE, de Groot LCPGM. The impact of long-term body mass index patterns on health-related quality of life. *Am J Epidemiol*. 2013;178(5):804-812. doi:10.1093/aje/kwt053
 95. Bahia L, Coutinho ESF, Barufaldi LA, et al. The costs of overweight and obesity-related diseases in the Brazilian public health system: cross-sectional study. *BMC Public Health*. 2012;12(1):440. doi:10.1186/1471-2458-12-440
 96. World Health Organization. *Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic*. Geneva; 1998.
 97. Hussain SM, Tan MC, Stathakopoulos K, et al. How are obesity and body composition related to patellar cartilage? A systematic review. *J Rheumatol*. 2017;44(7):1071-1082. doi:10.3899/jrheum.151384
 98. Bohlen A, Vitzthum K, Mache S, Quarcoo D, Scutaru C, Groneberg D. Eine szientometrische betrachtung des BMI. *Z Gastroenterol*. 2010;48(11):1285-1292. doi:10.1055/s-0029-1245531
 99. Ortega FB, Sui X, Lavie CJ, Blair SN. Body mass index, the most widely used but also widely criticized index. *Mayo Clin Proc*. 2016;91(4):443-455. doi:10.1016/j.mayocp.2016.01.008
 100. Amani R. Comparison between bioelectrical impedance analysis and body mass index methods in determination of obesity prevalence in ahvazi women. *Eur J Clin Nutr*. 2007;61(4):478-482. doi:10.1038/sj.ejcn.1602545
 101. Flegal KM, Shepherd J a, Looker AC, et al. Comparisons of percentage body fat, body mass index, waist circumference, and waist-stature ratio in adults. *Am J Clin Nutr*.

- 2009;89(2):500-508. doi:10.3945/ajcn.2008.26847
102. De Freitas SN, Caiaffa WT, César CC, et al. A comparative study of methods for diagnosis of obesity in an urban mixed-race population in Minas Gerais, Brazil. *Public Health Nutr.* 2007;10(9):883-890. doi:10.1017/S1368980007352452
 103. Hinman RS, Lentzos J, Vicenzino B, Crossley KM. Is patellofemoral osteoarthritis common in middle-aged people with chronic patellofemoral pain? *Arthritis Care Res (Hoboken).* 2014;66(8):1252-1257. doi:10.1002/acr.22274
 104. Crossley KM, Callaghan MJ, Linschoten R Van. Patellofemoral pain. *Br J Sports Med.* 2016;50:247-250. doi:10.1136/bjsports-2015-h3939rep
 105. Dye SF. The Pathophysiology of Patellofemoral Pain. 2005;(436):100-110. doi:10.1097/01.blo.0000172303.74414.7d
 106. Briani R V, Pazzinatto MF, De Oliveira Silva D, 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
 107. Teichtahl AJ, Wluka AE, Wang Y, Hanna F, English DR, Giles GG. Obesity and adiposity are associated with the rate of patella cartilage volume loss over 2 years in adults without knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis.* 2009;68(6):909-913. doi:10.1136/ard.2008.093310
 108. Selfe J, Janssen J, Callaghan M, et al. Are there three main subgroups within the patellofemoral pain population? A detailed characterisation study of 127 patients to help develop targeted intervention (TIPPs). *Br J Sports Med.* 2016;50(14):873-880. doi:10.1136/bjsports-2015-094792
 109. Grotle M, Hagen KB, Natvig B, Dahl FA, Kvien TK. Obesity and osteoarthritis in knee, hip and/or hand: An epidemiological study in the general population with 10 years. *BMC Musculoskelet Disord.* 2008;9:132. doi:10.1186/1471-2474-9-132
 110. Carman WJ, Sowers M, Hawthorne VM, Weissfeld LA. Obesity as a risk factor for osteoarthritis of the hand and wrist: A prospective study. *Am J Epidemiol.* 1994;139(2):119-129.
 111. Shimizu H, Shimomura Y, Hayashi R, et al. Serum leptin concentration is associated with total body fat mass, but not abdominal fat distribution. *Int J Obes.* 1997;21(7):536-541. doi:10.1038/sj.ijo.0800437
 112. Fried SK, Bunkin DA, Greenberg AS. Omental and subcutaneous adipose tissues of obese subjects release interleukin-6: depot difference and regulation by glucocorticoid. *J Clin Endocrinol Metab.* 1998;83(3):847-850.

113. Zahorska-Markiewicz B, Anowska J, Olszanecka-Glinianowicz M, Zurakowski A. Serum concentrations of TNF- α and soluble TNF- α receptors in obesity. *Int J Obes.* 2000;24(11):1392-1395. doi:10.1038/sj.ijo.0801398
114. Ding C, Parameswaran V, Cicuttini F, et al. Association between leptin, body composition, sex and knee cartilage morphology in older adults: The Tasmanian older adult cohort (TASOAC) study. *Ann Rheum Dis.* 2008;67(9):1256-1261. doi:10.1136/ard.2007.082651
115. Barton CJ, Crossley KM, Macri EM. Should we consider changing traditional physiotherapy treatment of patellofemoral pain based on recent insights from the literature? *Br J Sports Med.* 2016. doi:10.1136/bjsports-2017-098695

2. CAPÍTULO 2: SOBREPESO E OBESIDADE NA DOR FEMOROPATELAR

2.1. Estudo original 1: Explorando o sobrepeso e a obesidade além do índice de massa corporal: uma análise da composição corporal em pessoas com e sem dor femoropatelar*

2.1.1. Resumo

Objetivos: (i) Comparar o IMC, gordura corporal, e massa muscular esquelética entre uma coorte não-atleta de ambos os sexos de pessoas com DFP e pessoas assintomáticas, e (ii) comparar o IMC, gordura corporal, e massa muscular esquelética entre a mesma coorte não-atleta de pessoas com DFP e pessoas assintomáticas divididas pelo sexo (i.e.; mulheres e homens com DFP vs. mulheres e homens assintomáticos). **Métodos:** Esse estudo transversal incluiu 114 pessoas com DFP (71 mulheres, 43 homens) e 54 controles assintomáticos (32 mulheres, 22 homens). Todos os participantes compareceram a uma única sessão de teste para avaliar medidas de composição corporal, incluindo IMC, porcentagem de gordura corporal (%GC_{Bioimpedância}) e massa muscular esquelética (ambos avaliados por meio de análise de bioimpedância), e porcentagem de gordura corporal (%GC_{Adipômetro}) (avaliada por meio de medida da espessura de dobras cutâneas com um adipômetro). As medidas de composição corporal foram comparadas entre grupos (ou seja, grupo DFP vs. grupo assintomáticos; mulheres com DFP vs. mulheres assintomáticas; homens com DFP vs. homens assintomáticos) usando análise de covariância (idade e nível de atividade física como covariáveis). **Resultados:** Mulheres com DFP apresentaram maior IMC, %GC_{Bioimpedância} e %GC_{Adipômetro}, e menor massa muscular esquelética comparado a mulheres assintomáticas ($p \leq 0,04$; tamanho de efeito = -0,47 a 0,85). Homens com DFP e todos os participantes com DFP (ambos os sexos incluídos) não apresentaram diferenças no IMC, %GC_{Bioimpedância}, %GC_{Adipômetro} e massa muscular esquelética comparado aos seus respectivos grupos controles ($p > 0.05$). **Conclusão:** Nossos resultados indicam que o IMC e medidas composição corporal devem ser considerados como parte da avaliação de pessoas com DFP, especialmente para mulheres, que demonstraram maior IMC e gordura corporal e menor massa muscular esquelética em comparação com controles assintomáticas. Estudos futuros não devem avaliar as medidas de composição corporal em uma população que inclua ambos os sexos sem discriminar homens e mulheres.

* Este estudo foi publicado (junho de 2021) no periódico internacional *Journal of Sport and Health Science*. Fator de impacto (JCR 2020) = 7,17 (Anexo I)

2.1.2. Resumo gráfico



Figura 2.1. Resumo gráfico do estudo original 1.

2.1.3. Introdução

A prevalência do sobrepeso e obesidade tem crescido de forma alarmante em todo o mundo.¹ Nas últimas quatro décadas, o número de adultos com obesidade em todo o mundo aumentou mais de seis vezes (100 milhões em 1975 para 671 milhões em 2016),¹ enquanto 1,3 bilhão de adultos (1 em 4) foram considerados acima do peso (sobrepeso) em 2016.^{1,2} Apesar de aumentar a predisposição a múltiplas comorbidades,^{3,4} o sobrepeso e a obesidade também são prejudiciais ao sistema musculoesquelético,⁵⁻⁷ provavelmente por meio de efeitos sistêmicos e mecânicos.^{8,9} Os efeitos sistêmicos incluem a produção de adipocinas pelo tecido adiposo, como a leptina,¹⁰ e a amplificação do perfil inflamatório pelo aumento da produção de interleucina-6¹¹ e fator de necrose tumoral-alfa;¹² ambas as alterações sistêmicas estão associadas a efeitos deletérios à cartilagem patelar (por exemplo, redução do volume da cartilagem patelar) e dor.^{13,14} Mecanicamente, uma das articulações mais afetadas pelo sobrepeso e obesidade é a articulação femoropatelar, a qual é submetida a cargas de 2 a 11 vezes o peso corporal durante atividades de subida de escada, agachamento e corrida.¹⁵⁻¹⁷

A DFP, uma das condições de joelho mais comumente diagnosticadas em centros médicos,^{18,19} é caracterizada por dor difusa na região anterior do joelho, especialmente durante atividades que sobrecarregam a articulação femoropatelar.²⁰ Apresenta prevalência anual de até 22,7% na população em geral,²¹ e é frequentemente apontada como precursora da osteoartrite femoropatelar.²²⁻²⁵ Os achados de uma revisão sistemática recente²⁶ indicam que as pessoas com DFP têm um IMC mais alto do que os controles assintomáticos. No entanto, achados longitudinais sugerem que o IMC elevado não parece ser um fator de risco para DFP.^{26,27} É possível que, devido à dor associada a atividades provocativas,²⁰ pessoas com DFP reduzam seus níveis de atividade física,²⁸ levando ao aumento do IMC. Outra explicação razoável para esses achados conflitantes é de que muitos dos estudos transversais²⁶ e todos os estudos prospectivos^{26,27} incluídos nessas revisões sistemáticas citadas anteriormente,^{26,27} incluíram apenas adolescentes, corredores, militares ou atletas. Nenhuma pesquisa relacionada ao sobrepeso ou obesidade foi realizada até agora em uma população geral de adultos jovens não-atletas, que, dentre os grupos afetados pela DFP, representa um dos mais prevalentes.²¹

A maioria dos estudos utiliza o IMC como medida de sobrepeso e obesidade. No entanto, o IMC não considera aspectos importantes da composição corporal (ou seja, a distribuição de gordura corporal e massa muscular esquelética) que parecem fornecer informações adicionais e estar ligados a muitas disfunções musculoesqueléticas.²⁹⁻³² Apesar dessas associações, nenhum estudo explorou se pessoas com DFP têm maior gordura corporal

e menor massa muscular esquelética comparado a controles assintomáticos recrutados em um ambiente social semelhante. Se as pessoas com DFP apresentarem maior gordura corporal e menor massa muscular esquelética, isso pode indicar a necessidade de mudança nos tratamentos que são atualmente considerados os mais indicados para DFP (por exemplo, exercícios de quadril e joelho, palmilhas, bandagem e educação ao paciente),³³⁻³⁵ para uma abordagem multidisciplinar, incluindo programas de perda de peso.³⁶

Outra limitação da pesquisa com IMC na DFP é que os estudos anteriores não levaram em consideração as diferenças entre sexo. Em uma revisão sistemática,²⁶ quase 60% dos participantes com DFP (N = 937) incluídos na meta-análise comparando o IMC entre pessoas com DFP e controles assintomáticos eram mulheres. Além disso, apenas seis dos 33 estudos transversais incluídos nessa meta-análise dividiram sua amostra baseado no sexo dos participantes,²⁶ enquanto sete estudos incluíram apenas mulheres e 20 estudos incluíram uma amostra de ambos os sexos (e não relataram mulheres e homens separadamente). Mulheres e homens podem ter diferenças na distribuição da composição corporal³⁷ e em déficits relacionados a DFP (por exemplo, diferentes déficits de força do quadril em comparação com controles assintomáticos e diferentes perfis cinemáticos de fator de risco para o desenvolvimento da DFP),^{38,39} indicando que eles podem representar subgrupos distintos dentro da DFP. Portanto, a avaliação da composição corporal em pessoas com DFP estratificada por sexo pode fornecer informações adicionais e inéditas sobre estratégias de avaliação e tratamento para essa população.

A composição corporal pode ser avaliada por diferentes métodos, que variam em custo, viabilidade e precisão.^{40,41} Como não há um método direto para medir a composição corporal (exceto por meia de dissecação de cadáveres), métodos indiretos e mais práticos têm sido usados, tais como análise de bioimpedância e avaliação da espessura de dobras cutâneas.^{40,41} Ambos os métodos são eficazes em termos de tempo e custo, e são viáveis em ambientes clínicos e pesquisas de campo.⁴⁰⁻⁴² Embora alguns estudos tenham identificado fortes correlações ($r = 0,78$ a $0,96$)⁴³⁻⁴⁵ entre a porcentagem de gordura corporal mensurada pelas equações de espessura de dobras cutâneas e análise de bioimpedância, outros sugeriram que ambas as medidas não podem ser usadas como substitutas uma da outra.⁴⁶ Portanto, o uso de ambos os métodos para avaliar a composição corporal em uma coorte de não-atletas pode fornecer informações diferentes e adicionais.

Os objetivos desse estudo foram: (i) comparar o IMC, gordura corporal e massa muscular esquelética entre uma coorte não-atleta de ambos os sexos de pessoas com DFP e pessoas assintomáticas, e (ii) comparar o IMC, gordura corporal e massa muscular esquelética

entre uma coorte não-atleta de ambos os sexos de pessoas com DFP e pessoas assintomáticas divididas por sexo (ou seja, mulheres e homens com DFP vs. mulheres e homens assintomáticos). Nossas hipóteses foram: (i) todos os grupos com DFP (ou seja, todos os participantes, apenas mulheres e apenas homens) apresentariam maior IMC e gordura corporal e menor massa muscular esquelética em comparação aos seus respectivos grupos controles assintomáticos.

2.1.4. Métodos

2.1.4.1. Participantes

Participantes com idade entre 18 e 35 anos foram recrutados entre outubro de 2018 e novembro de 2019 por meio de anúncios em universidades, parques públicos e postagens nas redes sociais, que convidavam pessoas com e sem dor no joelho a participar de uma avaliação funcional do joelho e da composição corporal oferecida pela universidade (Apêndice A). Todos os participantes em potencial foram convidados a comparecer a um exame clínico conduzido por um fisioterapeuta experiente (mais de sete anos avaliando pessoas com DFP) para avaliar os critérios de elegibilidade.

Os participantes eram incluídos no grupo DFP caso cumprissem os critérios de elegibilidade descritos na tabela 2.1, com base no consenso internacional mais recente sobre o diagnóstico de DFP.²⁰

Tabela 2.1. Critérios de elegibilidade para participantes com DFP.

Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
- Idade entre 18 a 35 anos - Dor anterior no joelho em pelo menos um membro inferior, provocada por pelo menos duas das seguintes atividades: correr, caminhar, pular, aterrissar, agachar, subir e descer escadas, ajoelhar ou sentar-se por um período prolongado - Sintomas de início insidioso com duração de pelo menos 3 meses - Dor anterior no joelho de pelo menos 30 mm em uma EVA de 100 mm no mês anterior⁴⁹	- Histórico de subluxação patelar - Histórico de cirurgia em qualquer articulação de membro inferior - Presença de lesão meniscal⁵⁰ ou instabilidade ligamentar⁵¹ - Dor autorreportada nas costas, quadril, tornozelo ou pé - Ter recebido acupuntura, fisioterapia ou qualquer outro tratamento para DFP durante os 6 meses anteriores

Os participantes sem dor também foram recrutados no mesmo ambiente populacional, usando as mesmas estratégias de recrutamento usadas para o grupo DFP. Para serem incluídos no grupo controle assintomático, os participantes não poderiam apresentar quaisquer sintomas atuais ou passados (por pelo menos 1 ano) de DFP, e não poderiam apresentar atualmente ou anteriormente qualquer lesão traumática no joelho (por exemplo, ruptura de ligamento) ou outra condição neurológica ou musculoesquelética.

A aprovação ética para este estudo foi concedida pelo Comitê de Ética da Universidade Estadual Paulista (número: 1.484.129). Cada participante forneceu consentimento informado por escrito.

2.1.4.2. Procedimentos

Os participantes compareceram a uma única sessão de teste, durante a qual todas as medidas de composição corporal (IMC, porcentagem de gordura corporal e massa muscular esquelética) foram obtidas. Todos os participantes também preencheram o Questionário de Atividade Física Habitual de Baecke para avaliar seus níveis de atividade física.⁵² Esse questionário inclui 16 questões abrangendo três domínios: atividade de trabalho, atividade esportiva e atividade de lazer. O nível de atividade física foi determinado pela soma dos escores obtidos para cada domínio, sendo que os escores mais altos indicam um maior nível de atividade física. Além disso, medidas autorreportadas de dor (pior nível de dor no joelho no último mês em uma EVA de 0-100 mm) e duração dos sintomas (em meses) foram obtidas para os participantes com DFP.

2.1.4.3. Medidas de composição corporal

2.1.4.3.1. Índice de massa corporal

A altura (cm) e a massa corporal (kg) foram medidas com precisão de 0,1 cm e 0,1 kg, respectivamente, com os participantes vestindo roupas leves e descalço. O IMC foi calculado como a massa corporal (kg) dividida pela altura (m) ao quadrado.

2.1.4.3.2. Análise de bioimpedância

A porcentagem de gordura corporal (%GC_{Bioimpedância}) e a porcentagem de massa muscular esquelética de todos os participantes foram avaliadas por meio de análise de bioimpedância, com um dispositivo que utiliza 8 eletrodos em um arranjo tetrapolar (Omron HBF 514C; OMRON HEALTHCARE Co, Quioto, Japão). Previamente a análise, os

participantes receberam instruções para jejuar por pelo menos duas horas antes das medições, para evitar o consumo de álcool e cafeína nas 24 horas anteriores, e não praticar exercícios vigorosos durante as 12 horas anteriores, pois qualquer alteração fisiológica relacionada a um dos fatores mencionados anteriormente pode ser um fator confundidor para a análise de bioimpedância.⁵⁴ O teste foi conduzido de acordo com as instruções do fabricante. Os participantes foram orientados a subir nos eletrodos com os pés descalços, mantendo o peso uniformemente distribuído na plataforma de medição enquanto seguravam um par de eletrodos fixados no display. Em seguida, os participantes estenderam os braços na frente do peito, mantendo uma posição estável até que as medições fossem concluídas. A gordura corporal e a massa muscular esquelética (expressa como uma porcentagem da massa corporal total) foram previstas usando as equações válidas e reproduzíveis do fabricante.⁵⁵ Devido à inclusão de uma amostra de ambos os sexos com amplas faixas de massa corporal, a gordura corporal e a massa muscular esquelética foram relatadas como percentual para facilitar a interpretação dos resultados. A reprodutibilidade aparelho de bioimpedância utilizado foi previamente relatada como alta a muito alta (coeficiente de correlação intraclasse = 0,87, mulheres; e = 0,96, homens) e a validade com base na correlação com a Pletismografia por deslocamento de ar (BodPod GS) também foi relatada como alta ($r = 0,89$, mulheres; $r = 0,94$, homens).⁵⁵

2.1.4.3.3. Análise da espessura das dobras cutâneas (adipômetro)

A espessura das dobras cutâneas foi mensurada com um adipômetro (Adipômetro científico, Cescorf®, Brasil) no lado direito do corpo do participante⁵⁶⁻⁵⁸ com precisão de 0,1 mm nos seguintes locais anatômicos, de acordo com os procedimentos padrão:⁵⁶⁻⁵⁸ (1) Tríceps: sobre o ponto médio entre o a borda súpero lateral do acrômio e o olécrano; (2) Bíceps: no mesmo nível da dobra cutânea do tríceps e diretamente acima do centro da fossa cubital; (3) Subescapular: aproximadamente 20 mm abaixo da ponta do ângulo inferior da escápula, em um ângulo de cerca de 45° com a vertical; e (4) Suprailíaca: logo acima da crista ilíaca na altura da linha axilar média.⁵⁶⁻⁵⁸ Primeiramente, os locais citados anteriormente foram marcados na pele com lápis dermatográfico. Em seguida, a pele foi pinçada firmemente entre o polegar e o indicador e ligeiramente afastada dos tecidos subjacentes antes de aplicar o adipômetro para a medição. A mesma investigadora previamente treinada fez três medições da espessura das dobras cutâneas para cada um dos quatro locais anatômicos. O valor médio das três medidas para cada local do corpo foi usado na análise. A reprodutibilidade teste-reteste das medições da espessura das dobras cutâneas em todos os quatro locais foi relatada como muito alta (ICC =

0,98 a 1,00).⁵⁹ Além disso, durante o teste piloto, a avaliadora realizou medições da espessura das dobras cutâneas em 30 pessoas diferentes pertencentes a todas as categorias de IMC (peso normal, sobrepeso e obeso) para garantir familiaridade e capacidade de obter as medidas da espessura das dobras cutâneas e evitar vieses durante a coleta de dados. Após a realização das medições da espessura das dobras cutâneas, a densidade corporal foi estimada de acordo com o sexo e a idade usando a equação de Durnin e Womersley, que prevê a densidade corporal a partir do log da soma das espessuras das dobras cutâneas em todos os quatro locais.⁵⁶ Então, a porcentagem de gordura corporal (%GC_{Adipômetro}) foi calculada com base na densidade corporal por meio da equação de Siri.⁵⁶ Estudos anteriores relataram boa concordância absoluta⁶⁰ e uma forte correlação ($r = 0,86$, mulheres; $r = 0,92$, homens)⁶¹ entre a porcentagem de gordura corporal avaliada por Durnin e Womersley (e equações de Siri) e absorciometria de raios-x de dupla energia.

2.1.4.4. Análise estatística

O cálculo do tamanho amostral foi realizado *a priori* por meio do *software* G*Power Statistical Power Analysis V3.1 (Universität Düsseldorf, Düsseldorf, Alemanha). Um estudo anterior comparando o IMC de pessoas com DFP e controles assintomáticos dividido por sexo foi usado para estimar o tamanho do efeito.⁶² Um tamanho amostral mínimo de 19 participantes por grupo foi indicado, com base em uma ANOVA comparando quatro grupos com um nível de poder de 80%, um nível alfa de 0,05 e um tamanho de efeito estimado de $f = 0,4$. Nosso objetivo foi incluir um tamanho amostral maior do que o mínimo exigido por nosso cálculo amostral para o IMC, pois também incluímos outras medidas de composição corporal.

Os dados foram analisados por meio do *software* PASW Statistics (Versão 18; SPSS Inc., Chicago, IL, EUA). O nível de significância foi estabelecido em 0,05 para todas as análises estatísticas. Todas as medidas foram avaliadas quanto à normalidade e homogeneidade de variância usando o teste de Kolmogorov-Smirnov e o teste de Levene, respectivamente.

Primeiramente foram obtidas as estatísticas descritivas para cada medida. Variáveis que apresentaram distribuição normal foram reportadas como média (desvio padrão) e variáveis que não apresentaram distribuição normal foram reportadas como mediana (intervalo interquartil). Idade, massa corporal, altura e níveis de atividade física foram comparados entre os grupos DFP e assintomático (todos os participantes e divididos por sexo) usando testes t independentes ou testes U de Mann-Whitney, dependendo da distribuição dos dados. Em seguida, todas as medidas de composição corporal (IMC, %GC_{Bioimpedância}, porcentagem de

massa muscular esquelética avaliada por análise de bioimpedância e %GC_{Adipômetro}) foram comparadas entre os grupos (DFP vs. grupo assintomático; Mulheres com DFP vs. mulheres assintomáticas; Homens com DFP vs. homens assintomáticos) usando uma análise de covariância (ANCOVA), onde a idade e os níveis de atividade física foram usados como covariáveis com base em associações previamente relatadas com medidas de composição corporal^{26,63} e apresentação clínica da DFP.^{28,64} Variáveis com distribuição não normal foram transformadas em log antes das análises ANCOVA. Os tamanhos de efeito foram calculados (d de Cohen)⁶⁵ para todos os participantes com DFP vs. todos os participantes assintomáticos, para mulheres com DFP vs. mulheres assintomáticas e homens com DFP vs. homens assintomáticos comparações como forma de representar o tamanho da diferença entre os grupos.

2.1.5. Resultados

Cento e sessenta e oito participantes foram incluídos no estudo; 114 com DFP (71 mulheres e 43 homens) e 54 controles (32 mulheres e 22 homens). Não houve diferença na altura e nos níveis de atividade física entre os grupos DFP e assintomático, mas o grupo DFP apresentou maior idade e massa corporal comparado ao grupo assintomático. Quando divididos por sexo, não houve diferença na idade e nos níveis de atividade física entre mulheres com DFP e mulheres assintomáticas, mas as mulheres com DFP apresentaram maior altura e massa corporal comparado as mulheres assintomáticas. Além disso, não houve diferença na altura, massa corporal e níveis de atividade física entre homens com DFP e homens assintomáticos, mas os homens com DFP apresentaram maior idade comparado aos homens assintomáticos. As características de cada grupo estão resumidas na Tabela 2.2.

Tabela 2.2. Características dos participantes.

Variáveis	Todos os participantes			Mulheres			Homens		
	N = 114	N = 54		N = 71	N = 32		N = 43	N = 22	
	Grupo DFP, Média (DP)	Grupo assintomático, Média (DP)	p-valor DFP vs. Assintomático	Grupo DFP, Média (DP)	Grupo assintomático, Média (DP)	p-valor DFP vs. Assintomático	Grupo DFP, Média (DP)	Grupo assintomático, Média (DP)	p-valor DFP vs. Assintomático
Idade (anos)	23,00 (20,00-27,00)†	21,50 (20,00-23,25)†	0,01	22,00 (20,00-26,00)†	22,00 (21,00-23,75)†	0,43	24,00 (21,00-29,00)†	21,00 (19,75-23,25)†	<0,01
Altura (m)	1,68 (1,63-1,74)†	1,67 (1,59-1,75)†	0,30	1,64 (0,05)	1,60 (0,06)	<0,01	1,76 (0,06)	1,76 (0,06)	0,86
Massa corporal (kg)	69,75 (60,87-78,85)†	65,55 (52,97-74,92)†	<0,01	65,20 (59,20-72,90)†	54,45 (51,05-61,87)†	<0,01	75,60 (69,30-81,30)†	74,45 (68,67-85,40)†	0,97
Nível de atividade física (Questionário de Baecke)	8,30 (1,24)	8,04 (1,11)	0,18	8,14 (1,23)	8,09 (1,04)	0,85	8,57 (1,23)	7,96 (1,24)	0,06
Pior nível de dor no último mês (EVA)	50,00 (35,00-70,00)†	N/A	N/A	55,00 (35,00-70,00)†	N/A	N/A	40,00 (30,00-60,00)†	N/A	N/A
Duração dos sintomas (em meses)	38,50 (12,00-96,00)†	N/A	N/A	41,00 (12,00-96,00)†	N/A	N/A	36,00 (15,00-96,00)†	N/A	N/A

Os dados estão apresentados como média (desvio padrão) a menos que seja indicado de outra forma. †Mediana (intervalo interquartil). Questionário de Baecke: pontuação total varia de 3 (nível mínimo de atividade física) a 15 (nível máximo de atividade física) pontos. Abreviações: N/A = não se aplica; DFP = Dor femoropatelar; EVA = Escala visual analógica (0 - 100 mm). p-valores de testes-t independentes ou de testes U de Mann-Whitney dependendo da distribuição dos dados. Diferenças significativas estão apresentadas em negrito ($p < 0,05$).

2.1.5.1. Todos os participantes: Grupo DFP vs. Grupo assintomático

Não houve diferença significativa ($p = 0,06$ a $0,52$) entre o grupo DFP e o grupo assintomático para o IMC (tamanho de efeito (TE) [IC 95%] = $0,45$ [$0,12$ a $0,77$]), %GC_{Bioimpedância} (TE [IC 95%] = $0,33$ [$0,00$ a $0,65$]), porcentagem de massa muscular esquelética mensurada pela bioimpedância (TE [IC 95%] = $-0,11$ [$-0,44$ a $0,21$]), ou %GC_{Adipômetro} (TE [IC 95%] = $0,12$ [$-0,20$ a $0,45$]) (Tabela 2.3). Os tamanhos de efeito para as diferenças entre os grupos DFP e assintomático estão representados na Figura 2.2. As médias ajustadas (erro padrão) estão apresentadas no Apêndice B.

2.1.5.2. Mulheres: Grupo DFP vs. Grupo assintomáticos

Mulheres com DFP apresentaram maior IMC ($p \leq 0,04$) (TE [IC 95%] = $0,85$ [$0,42$ a $1,28$]), maior %GC_{Bioimpedância} (TE [IC 95%] = $0,74$ [$0,31$ a $1,17$]), menor porcentagem de massa muscular esquelética mensurada pela bioimpedância (TE [IC 95%] = $-0,47$ [$-0,89$ a $-0,05$]) e maior %GC_{Adipômetro} (TE [IC 95%] = $0,55$ [$0,13$ a $0,98$]) comparado a mulheres assintomáticas (Figura 2.2/ Tabela 2.3).

2.1.5.3. Homens: Grupo DFP vs. Grupo assintomáticos

Não houve diferenças significativas ($p = 0,13$ a $0,46$) entre homens com DFP e homens assintomáticos para IMC (TE [IC 95%] = $0,00$ [$-0,51$ a $0,51$]), %GC_{Bioimpedância} (TE [IC 95%] = $-0,22$ [$-0,73$ a $0,30$]), porcentagem de massa muscular esquelética mensurada por bioimpedância (TE [IC 95%] = $0,05$ [$-0,46$ a $0,57$]), ou %GC_{Adipômetro} (ES [IC 95%] = $-0,25$ [$-0,77$ a $0,26$]) (Figura 2.2/ Tabela 2.3).

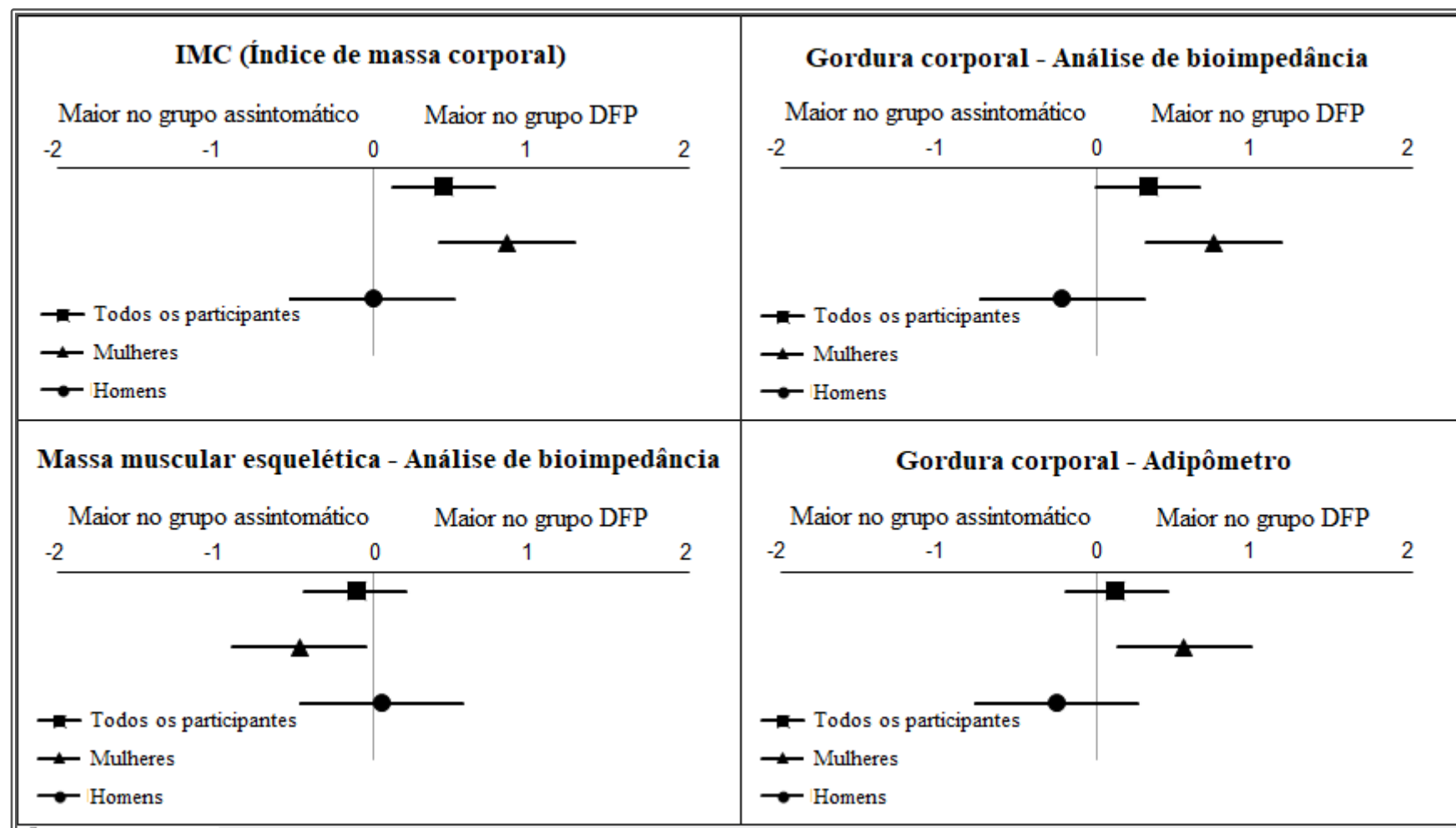


Figura 2.2. Tamanhos de efeito para todos os participantes (DFP comparado a assintomáticos), mulheres (mulheres com DFP comparado a mulheres assintomáticas) e homens (homens com DFP comparado a homens assintomáticos) para medidas de composição corporal. Variáveis que não apresentaram distribuição normal foram transformadas em log (Todos os participantes: log IMC, log da massa muscular esquelética mensurada por meio de análise de bioimpedância, log %GC_{Adipômetro}; Mulheres: log IMC; Homens: log IMC, log %GC_{Bioimpedância}).

Tabela 2.3. Comparação das medidas de composição corporal.

Variáveis	Todos os participantes			Mulheres			Homens		
	N = 114	N = 54		N = 71	N = 32		N = 43	N = 22	
	Grupo DFP, Média (DP)	Grupo assintomático, Média (DP)	p-valor DFP vs. assintomático	Grupo DFP, Média (DP)	Grupo assintomático, Média (DP)	p-valor DFP vs. assintomático	Grupo DFP, Média (DP)	Grupo assintomático, Média (DP)	p-valor DFP vs. assintomático
IMC (kg/m ²)	24,3 (22,3-27,2)†	22,6 (21,0-25,3)†	0,06	24,1 (22,1-27,9)†	21,7 (19,9-23,8)†	< 0,01	24,4 (22,6-26,1)†	23,5 (22,6-27,5)†	0,46
Análise de bioimpedância									
%GC _{Bioimpedância}	31,4 (10,6)	28,2 (8,05)	0,08	37,66 (6,92)	32,55 (6,81)	< 0,01	21,3 (16,5-23,2)†	20,8 (18,2-25,8)†	0,13
Massa muscular esquelética (%)	28,1 (25,6-38,4)†	30,4 (26,5-38,3)†	0,25	26,10 (2,58)	27,29 (2,43)	0,04	39,22 (4,39)	39,00 (3,23)	0,26
Análise da espessura das dobras cutâneas									
%GC _{Adipômetro}	29,4 (18,4-34,8)†	25,7 (20,0-31,4)†	0,52	33,47 (5,73)	30,30 (5,52)	0,02	17,62 (6,08)	19,10 (5,08)	0,32

Os dados estão apresentados como média (desvio padrão) a menos que seja indicado de outra forma. †Mediana (intervalo interquartil). Variáveis que não apresentaram distribuição normal foram transformados em log antes da análise ANCOVA (Todos os participantes: log IMC, log da massa muscular esquelética mensurada por meio de análise de bioimpedância, log %GC_{Adipômetro}, log idade [covariável]; Mulheres: log IMC, log idade [covariável]; Homens: log IMC, log %GC_{Bioimpedância}, log idade e nível de atividade física [covariáveis]). Os valores estão apresentados na tabela como não-transformados em log para aumentar a clareza. Abreviações: IMC = Índice de massa corporal; DFP = Dor femoropatelar; %GC_{Bioimpedância} = porcentagem de gordura corporal mensurada por análise de bioimpedância; %GC_{Adipômetro} = porcentagem de gordura corporal mensurada pelo adipômetro. p-valor da ANCOVA com ajuste para idade e atividade física. Diferenças significativas estão apresentadas em negrito (p < 0,05)

2.1.6. Discussão

Mulheres com DFP apresentaram maior IMC, %GC_{Bioimpedância} e %GC_{Adipômetro} e menor massa muscular esquelética comparado a mulheres assintomáticas. No entanto, homens com DFP e ambos os sexos combinados não apresentaram diferenças significativas no IMC ou medidas de composição corporal comparado aos seus respectivos grupos assintomáticos.

Nossos resultados indicam que as mulheres com DFP, mas não os homens com DFP, têm maior IMC comparado aos controles assintomáticos. Em contraste, a revisão sistemática de Hart e colaboradores²⁶ forneceu evidências moderadas de que coortes de sexos mistos com DFP têm maior IMC comparado a controles assintomáticos (com uma proporção de mulheres com DFP semelhante ao nosso estudo: ~ 60%²⁶ vs. 62%). Uma possível explicação para os resultados conflitantes pode ser a diferença nas populações do estudo: um quarto dos estudos de sua meta-análise²⁶ incluiu populações atléticas (por exemplo, corredores, atletas e militares), enquanto o estudo atual incluiu uma população não atlética. O IMC é calculado usando apenas a massa corporal e a altura e não leva em consideração a composição corporal geral (incluindo gordura corporal e massa muscular esquelética). A população atlética pode ter maior massa muscular esquelética devido a altos níveis de atividade física.^{66,67} Como consequência, a influência de uma maior massa muscular esquelética no IMC pode classificar erroneamente essas pessoas como com sobrepeso e obesidade,⁶⁸ o que é menos provável de ocorrer em uma população não atlética. De fato, um estudo anterior⁶⁶ relatou que o aumento de um litro na massa muscular esquelética foi associado a um aumento maior no IMC do que o aumento de um litro na gordura corporal (0,46 vs. 0,32, $p < 0,01$) em homens, mas não em mulheres, o que reforça essa hipótese. Outra explicação provável é que, em nossa coorte, as mulheres com DFP apresentaram massa corporal (kg) significativamente maior comparado as mulheres assintomáticas (mediana (IIQ) = 65,20 (59,20-72,90) e 54,45 (51,05-61,87), respectivamente) enquanto os homens com DFP e homens assintomáticos apresentaram valores de massa corporal (kg) semelhantes (mediana (IIQ) = 75,60 (69,30-81,30) e 74,45 (68,67-85,40), respectivamente), o que obviamente influenciou os cálculos de IMC e, portanto, as diferenças entre os grupos.

Apenas mulheres com DFP apresentaram maior %GC_{Bioimpedância} e %GC_{Adipômetro} comparado a mulheres assintomáticas em nossa coorte. A análise de bioimpedância e de espessura das dobras cutâneas mensurada por adipômetro foram capazes de detectar diferenças com tamanho de efeito semelhantes na porcentagem de gordura corporal entre mulheres com DFP e mulheres assintomáticas (TE = 0,74 e 0,55, respectivamente), indicando que ambos os

métodos são úteis para avaliar e detectar diferenças na porcentagem de gordura corporal em uma coorte não atlética de adultos jovens. Visser e colaboradores⁶⁹ relataram que a massa gorda e o percentual de gordura corporal foram os parâmetros de composição corporal com maior associação com osteoartrite de joelho clínica e radiográfica, principalmente em mulheres. Até o momento, apenas uma revisão sistemática investigou a associação do percentual de gordura corporal com a DFP, reportando evidências moderadas de que o percentual de gordura corporal não é um fator de risco para DFP em adolescentes.²⁷ A distribuição da gordura corporal é diferente em adolescentes e adultos,⁷⁰ o que torna as comparações difíceis. No entanto, esse achado é particularmente importante, pois o aumento da gordura corporal pode estar não apenas relacionado com o aumento das cargas na articulação femoropatelar,⁷¹ mas também com alterações sistêmicas (por exemplo, adipocinas produzidas pelo tecido adiposo podem ter impacto no metabolismo da cartilagem patelar e contribuir para a degradação da cartilagem).^{9,72} Sugere-se que a DFP seja precursora da osteoartrite femoropatelar²²⁻²⁵ e a obesidade, por sua vez, parece ter impacto na patogênese da osteoartrite femoropatelar.⁷ Portanto, o aumento da gordura corporal pode indicar que mulheres com DFP podem ter maior risco de desenvolver osteoartrite do que homens.⁷³ Futuros estudos longitudinais são necessários para confirmar essa hipótese.

Apenas mulheres com DFP apresentaram menor massa muscular esquelética comparado a mulheres assintomáticas em nossa coorte. Rathleff e colaboradores³⁸ reportaram maiores déficits na força do quadril em mulheres com DFP do que em homens com DFP quando comparados aos controles assintomáticos, o que pode ser explicado pela menor massa muscular esquelética relatada em nosso estudo. Além disso, as pessoas com DFP podem reduzir seus níveis de atividade física devido à dor persistente associada à condição.²⁸ Essa inatividade associada aos efeitos da obesidade (ou seja, redução da massa muscular esquelética e aumento da gordura corporal) também pode ter impacto sobre a qualidade muscular,^{74,75} a qual pode ser determinada pelo acúmulo de tecido adiposo dentro do músculo.⁷⁶ No entanto, mais pesquisas são necessárias para investigar essa hipótese, uma vez que a infiltração de gordura nas fibras musculares não pode ser detectada pela bioimpedância ou pelo adipômetro de dobra cutânea utilizados em nosso estudo. Além disso, nossos resultados são particularmente importantes, pois os exercícios direcionados aos músculos do quadril e joelho são fortemente recomendados para pessoas com DFP³⁴, mas pouco se sabe sobre a prescrição mais adequada (ou seja, exercícios direcionados à ativação neuromuscular, força, resistência ou potência)⁷⁷ e o potencial impacto que esses exercícios baseados em evidências podem ter na redução da infiltração de gordura intramuscular.

Curiosamente, não houve diferenças significativas nos níveis de atividade física entre pessoas com DFP comparado a seus respectivos grupos assintomáticos em nossa coorte. Esses achados podem desafiar a ideia de que o sobrepeso e a obesidade são consequências de conviver com a DFP, mediados por níveis reduzidos de atividade física. No entanto, é importante destacar que avaliamos apenas os níveis de atividade física transversalmente entre os grupos, mas não dentro dos grupos ao longo do tempo. Além disso, os níveis de atividade física em nossa coorte foram autorreportados e não medidos com um dispositivo vestível. Pessoas com DFP podem reduzir seus níveis de atividade física devido à dor persistente associada à condição,²⁸ ou devido a fatores psicológicos⁷⁸⁻⁸⁰ que possuem relação com o aumento do risco de se tornarem obesas.⁸¹ Ambos os fatores podem levar a aumentos no IMC/ gordura corporal e redução na massa muscular esquelética em pessoas com DFP, desencadeando, hipoteticamente, um ciclo vicioso de dor - redução dos níveis de atividade física - agravamento dos fatores psicológicos - obesidade (Figura 2.3). Devido à natureza transversal de nosso estudo, não podemos inferir causalidade/efeito entre os níveis de atividade física, sobrepeso/obesidade e DFP. Futuros estudos longitudinais são necessários para confirmar essa hipótese.



Figura 2.3. Hipótese de um ciclo vicioso de: dor no joelho - redução dos níveis de atividade física - agravamento de fatores psicológicos - obesidade em pessoas não-atletas com DFP.

O sobrepeso e a obesidade aumentaram acentuadamente nas últimas décadas.¹ Considerando que o sobrepeso e a obesidade são fatores modificáveis, nossos achados sugerem que os profissionais de saúde devem considerar o IMC e as medidas de composição corporal como parte da avaliação e tratamento de pessoas com DFP, especialmente para mulheres, que apresentaram maior gordura corporal e menor massa muscular esquelética em comparação com controles assintomáticos. Embora uma revisão sistemática prévia tenha relatado que pessoas com osteoartrite de joelho podem se beneficiar de programas de perda de peso (incluindo dieta e exercícios) para melhorar a dor e a função,⁸² nada se sabe sobre o efeito das intervenções para perda de peso em pessoas com DFP. Futuros ensaios clínicos são necessários para investigar o efeito da inclusão de intervenções para perda de peso no atual tratamento baseado em evidências para DFP,^{34,35} considerando as diferenças de sexo em relação ao IMC e às medidas de composição corporal.

2.1.6.1. Limitações

Usamos a análise de bioimpedância e da espessura das dobras cutâneas por meio de um adipômetro para mensurar os dados de composição corporal. Apesar de ambos os métodos serem considerados válidos, reprodutíveis e clinicamente aplicáveis para avaliar a composição corporal,^{56,55} outros métodos são considerados mais precisos, como absorciometria de raios-x de dupla energia ou ressonância magnética.⁴² Embora as diferenças entre sexos na DFP tenham sido consideradas ao dividirmos a amostra por sexo, precauções são necessárias ao interpretar nossos resultados, pois incluímos um número desigual de participantes dentro dos grupos. Embora isso represente a prevalência da doença por sexo, já que toda a nossa coorte foi recrutada no mesmo ambiente e a partir da mesma estratégia de recrutamento, uma população uniforme poderia levar a resultados diferentes. Apenas adultos jovens com DFP (18-35 anos) foram incluídos em nosso estudo; mais pesquisas utilizando metodologia semelhante em adolescentes e adultos mais velhos com DFP são necessárias antes que os resultados possam ser generalizáveis para essas populações. Por fim, o desenho transversal de nosso estudo não implica causalidade nem permite recomendações diretas quanto às intervenções.

2.1.7. Conclusão

Nossos resultados indicam que mulheres com DFP possuem maior IMC, maior gordura corporal e menor massa muscular esquelética comparado a mulheres assintomáticas. Homens

com DFP e ambos os sexos combinados não apresentam diferença no IMC, gordura corporal ou massa muscular esquelética comparado a seus respectivos grupos controle assintomáticos. Não houve diferenças significativas nos níveis de atividade física entre pessoas com DFP comparado a seus respectivos grupos assintomáticos.

2.1.8. Referências

1. Abarca-Gómez L, Abdeen ZA, Hamid ZA, et al. Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128·9 million children, adolescents, and adults. *Lancet*. 2017;390(10113):2627-2642. doi:10.1016/S0140-6736(17)32129-3
2. WHO. Fact sheets - Obesity and overweight. <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>. Published 2020.
3. Abdullah A, Stoelwinder J, Shortreed S, et al. The duration of obesity and the risk of type 2 diabetes. *Public Health Nutr*. 2011;14(1):119-126. doi:10.1017/S1368980010001813
4. Wilson PWF, D'Agostino RB, Sullivan L, Parise H, Kannel WB. Overweight and obesity as determinants of cardiovascular risk: The Framingham experience. *Arch Intern Med*. 2002;162(16):1867-1872. doi:10.1001/archinte.162.16.1867
5. Felson DT, Anderson JJ, Naimark A, Walker AM, Meenan RF. Obesity and knee osteoarthritis The Framingham Study. *Ann Intern Med*. 1988;109(1):18-24. doi:10.7326/00034819-109-1-18
6. Cooper C, Snow S, McAlindon TE, et al. Risk factors for the incidence and progression of radiographic knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum*. 2000;43(5):995-1000. doi:10.1002/1529-0131(200005)43:5<995::AID-ANR6>3.0.CO;2-1
7. Hart HF, Van Middelkoop M, Stefanik JJ, Crossley KM, Bierma-Zeinstra S. Obesity is related to incidence of patellofemoral osteoarthritis: the Cohort Hip and Cohort Knee (CHECK) study. *Rheumatol Int*. 2020;40(2):227-232. doi:10.1007/s00296-019-04472-9
8. Walsh TP, Arnold JB, Evans AM, Yaxley A, Damarell RA, Shanahan M. The association between body fat and musculoskeletal pain: a systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord*. 2018;19(1):233. doi:10.1186/s12891-018-2137-0
9. Mcvinnie DS. Obesity and pain. *Br J Pain*. 2013;7(4):163-170. doi:10.1177/2049463713484296

10. Shimizu H, Shimomura Y, Hayashi R, et al. Serum leptin concentration is associated with total body fat mass, but not abdominal fat distribution. *Int J Obes*. 1997;21(7):536-541. doi:10.1038/sj.ijo.0800437
11. Fried SK, Bunkin DA, Greenberg AS. Omental and subcutaneous adipose tissues of obese subjects release interleukin-6: depot difference and regulation by glucocorticoid. *J Clin Endocrinol Metab*. 1998;83(3):847-850. doi:10.1210/jcem.83.3.4660
12. Zahorska-Markiewicz B, Anowska J, Olszanecka-Glinianowicz M, Zurakowski A. Serum concentrations of TNF- α and soluble TNF- α receptors in obesity. *Int J Obes*. 2000;24(11):1392-1395. doi:10.1038/sj.ijo.0801398
13. Ding C, Parameswaran V, Cicuttini F, et al. Association between leptin, body composition, sex and knee cartilage morphology in older adults: The Tasmanian older adult cohort (TASOAC) study. *Ann Rheum Dis*. 2008;67(9):1256-1261. doi:10.1136/ard.2007.082651
14. Hussain SM, Tan MC, Stathakopoulos K, et al. How are obesity and body composition related to patellar cartilage? A systematic review. *J Rheumatol*. 2017;44(7):1071-1082. doi:10.3899/jrheum.151384
15. Trepczynski A, Kutzner I, Kornaropoulos E, et al. Patellofemoral joint contact forces during activities with high knee flexion. *J Orthop Res*. 2012;30(3):408-415. doi:10.1002/jor.21540
16. Scott SH, Winter DA. Internal forces at chronic running injury sites. *Med Sci Sports Exerc*. 1990;22(3):357-369.
17. Flynn TW, Soutas-Little RW. Patellofemoral joint compressive forces in forward and backward running. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1995;21(5):277-282. doi:10.2519/jospt.1995.21.5.277
18. Van Middelkoop M, Linschoten R Van, Berger MY, Koes BW, Bierma-Zeinstra SMA. Knee complaints seen in general practice: active sport participants versus non-sport participants. *BMC Musculoskelet Disord*. 2008;9:36. doi:10.1186/1471-2474-9-36
19. 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. doi:10.1177/036354658701500112
20. 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

21. 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):e0190892. doi:10.1371/journal.pone.0190892

22. Thomas MJ, Wood L, Selfe J, Peat G. Anterior knee pain in younger adults as a precursor to subsequent patellofemoral osteoarthritis: a systematic review. *BMC Musculoskelet Disord.* 2010;11:201. doi:10.1186/1471-2474-11-201

23. 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

24. 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. doi:10.1007/s40279-016-0545-6

25. 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

26. 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

27. Neal BS, Lack SD, Lankhorst NE, Raye A, Morrissey D, Middelkoop M Van. Risk factors for patellofemoral pain: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2019;2:270-281. doi:10.1136/bjsports-2017-098890

28. 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

29. Davis HC, Blue MNM, Hirsch KR, et al. Body composition is associated with physical performance in individuals with knee osteoarthritis. *J Clin Rheumatol.* 2020;26(3):109-114. doi:10.1097/RHU.0000000000000967

30. Sowers M, Yosef M, Jamadar D, Jacobson J, Karvonen-Gutierrez C, Jaffe M. BMI vs. body composition and radiographically-defined osteoarthritis of the knee in women: a 4-year follow-up study. *Osteoarthr Cartil.* 2008;16(3):367-372. doi:10.1038/jid.2014.371

31. Hussain SM, Urquhart DM, Wang Y, et al. Fat mass and fat distribution are associated with low back pain intensity and disability: Results from a cohort study. *Arthritis Res Ther.* 2017;19:26. doi:10.1186/s13075-017-1242-z

32. Wang Y, Simpson JA, Wluka AE, et al. Relationship between body adiposity measures and risk of primary knee and hip replacement for osteoarthritis: A prospective cohort study. *Arthritis Res Ther*. 2009;11(2):1-10. doi:10.1186/ar2636
33. Collins NJ, Barton CJ, Van Middelkoop M, 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(18):1170-1178. doi:10.1136/bjsports-2018-099397
34. Willy RW, Hoglund LT, Barton CJ, Bolgla LA, Scalzitti DA, Logerstedt DS. Patellofemoral Pain Clinical Practice Guidelines Linked to the International Classification of Functioning , Disability and Health From the Academy of Orthopaedic Physical Therapy. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2019;49(9):CPG1-CPG95. doi:10.2519/jospt.2019.0302
35. De Oliveira Silva D, Pazzinatto MF, Rathleff MS, et al. Patient education for patellofemoral pain: A systematic review. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2020;50(7):388-396. doi:10.2519/jospt.2020.9400
36. Barton CJ, Crossley KM, Macri EM. Should we consider changing traditional physiotherapy treatment of patellofemoral pain based on recent insights from the literature? *Br J Sports Med*. 2018;52(24):1546-1547. doi:10.1136/bjsports-2017-098695
37. Karastergiou K, Smith SR, Greenberg AS, Fried SK. Sex differences in human adipose tissues - The biology of pear shape. *Biol Sex Differ*. 2012;3(1):13. doi:10.1186/2042-6410-3-13
38. 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
39. Boling MC, Nguyen A, Padua DA, Cameron KL, Beutler A, Marshall SW. Gender-specific risk factor profiles for patellofemoral pain. *Clin J Sport Med*. 2021;31(1):49-56. doi:10.1097/JSM.0000000000000719
40. De Oliveira Silva D, Rathleff MS, Petersen K, de Azevedo FM, 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
41. 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*. 2018;19(1):184-192. doi:10.1093/pm/pnx059

42. Borga M, West J, Bell JD, et al. Advanced body composition assessment: from body mass index to body composition profiling. *J Investig Med*. 2018;66(5):1-9. doi:10.1136/jim-2018-000722
43. Toomey C, Hughes K, Norton C. A review of body composition measurement in the assessment of health. *Top Clin Nutr*. 2015;30(1):16-32. doi:10.1097/TIN.000000000000017
44. Kasper AM, Langan-Evans C, Hudson JF, et al. Come back skinfolds, all is forgiven: A narrative review of the efficacy of common body composition methods in applied sports practice. *Nutrients*. 2021; 13(4):1075. doi:10.3390/nu13041075
45. Flores-García AL, Sánchez-Ramírez CA, Newton-Sánchez OA, Rojas-Larios F. Correlation between skinfold thickness and bioelectrical impedance analysis for the evaluation of body composition in patients on dialysis. *Nutr Hosp*. 2018;35(1):117-122. doi:10.20960/nh.1284
46. Ostojic SM. Estimation of body fat in athletes: skinfolds vs bioelectrical impedance. *J Sport Med Phys Fit*. 2006;46(3):442-446.
47. Eaton AW, Israel RG, O'Brien KF, Hortobagyi T, McCammon MR. Comparison of four methods to assess body composition in women. *Eur J Clin Nutr*. 1993;47(5):353-360.
48. Barbosa AR, Santarém JM, Filho WJ, Meirelles ES, Marucci M de FN. Comparison of body fat using anthropometry bioelectrical impedance and DEXA in elderly women. *Arch Latinoam Nutr*. 2001;51(1):49-56.
49. 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
50. Karachalios T, Hantes M, Zibis A, Zachos V, Karantanas A, Malizos K. Diagnostic accuracy of a new clinical test (the Thessaly test) for early detection of meniscal tears. *J Bone Jt Surg*. 2005;87(5):955-62. doi:10.2106/JBJS.D.02338
51. Benjaminse A, Gokeler A, Van der Schans CP. Clinical diagnosis of an anterior cruciate ligament rupture: A meta-analysis. *J Orthop Sport Phys Ther*. 2005;36(5):267-288. doi:10.2519/jospt.2006.2011
52. Ferreira AS, Lack S, Taborda B, Pazzinatto MF, De Azevedo FM, De Oliveira Silva D. Body fat and skeletal muscle mass, but not body mass index, are associated with pressure hyperalgesia in young adults with patellofemoral pain. *Pain Med*. 2021: Under review.
53. Baecke JAH, Burema J, Frijters JER. A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. *Am J Clin Nutr*. 1982;36(5):936-42. doi:10.1093/ajcn/36.5.936

54. Stahn A, Terblanche E, Gunga H-C. Use of bioelectrical impedance: General principles and overview. In: *Handbook of Anthropometry*. New York: Springer; 2012:49-90. doi:10.1007/978-1-4419-1788-1
55. Vasold KL, Parks AC, Phelan DML, Pontifex MB, Pivarnik JM. Reliability and validity of commercially available low-cost bioelectrical impedance analysis. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2018;29(4):406–410. doi:10.1123/ijsnem.2018-0283
56. Durnin JVGA, Rahaman MM. The assessment of the amount of fat in the human body from measurements of skinfold thickness. *Br J Nutr*. 1967;21(3):681-689. doi:10.1079/bjn19670070
57. De Freitas SN, Caiaffa WT, César CC, et al. A comparative study of methods for diagnosis of obesity in an urban mixed-race population in Minas Gerais, Brazil. *Public Health Nutr*. 2007;10(9):883-890. doi:10.1017/S1368980007352452
58. Norton K, Olds T. *Anthropometrica: A Textbook of Body Measurement for Sports and Health Courses*. Sydney: University of New South Wales Press; 1996.
59. Buxadé CP-C, Solá-Perez T, Castizo-Olier J, et al. Assessing subcutaneous adipose tissue by simple and portable field instruments: Skinfolds versus A-mode ultrasound measurements. *PLoS One*. 2018;13(11):e0205226. doi:10.1371/journal.pone.0205226
60. Braulio VB, Cristina V, Furtado S, Silveira G, Fonseca MH, Oliveira JE. Comparison of body composition methods in overweight and obese Brazilian women. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2010;54(4):398-405. doi:10.1590/s0004-27302010000400009
61. Leahy S, O'Neill C, Sohun R, Toomey C, Jakeman P. Generalised equations for the prediction of percentage body fat by anthropometry in adult men and women aged 18-81 years. *Br J Nutr*. 2013;109(4):678-685. doi:10.1017/S0007114512001870
62. Draper CE, Besier TF, Gold GE, et al. Is cartilage thickness different in young subjects with and without patellofemoral pain? *Osteoarthr Cartil*. 2006;14(9):931-937. doi:10.1016/j.joca.2006.03.006
63. Silva BGC, Silva ICM, Ekelund U, et al. Associations of physical activity and sedentary time with body composition in Brazilian young adults. *Sci Rep*. 2019;9:5444. doi:10.1038/s41598-019-41935-2
64. Collins NJ, Oei EHG, Kanter JL, Vicenzino B, Crossley KM. Prevalence of radiographic and MRI features of patellofemoral osteoarthritis in young and middle-aged adults with persistent patellofemoral pain. *Arthritis Care Res*. 2019;71(8):1068-1073. doi:10.1002/acr.23726

65. 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
66. Heymsfield SB, Scherzer R, Pietrobelli A, et al. Body mass index as a phenotypic expression of adiposity: quantitative contribution of muscularity in a population-based sample. *Int J Obes.* 2011;33(12):1363-1373. doi:10.1038/ijo.2009.184
67. Abe T, Wong V, Dankel SJ, et al. Skeletal muscle mass in female athletes: The average and the extremes. *Am J Hum Biol.* 2020;32(2):1-8. doi:10.1002/ajhb.23333
68. Ode J, Pivarnik JM, Reeves MJ, Knous JL. Body mass index as a predictor of percent fat in college athletes and nonathletes. *Med Sci Sport Exerc.* 2007;39(3):403-409. doi:10.1249/01.mss.0000247008.19127.3e
69. Visser AW, Mutsert R De, Loef M, et al. The role of fat mass and skeletal muscle mass in knee osteoarthritis is different for men and women: the NEO study. *Osteoarthr Cartil.* 2014;22(2):197-202. doi:10.1016/j.joca.2013.12.002
70. Guo SS, Chumlea WC, Roche AF, Siervogel RM. Age- and maturity-related changes in body composition during adolescence into adulthood: The Fels Longitudinal Study. *Int J Obes.* 1997;21(2):1167-1175. doi:10.1038/sj.ijo.0800531
71. Kim N, Browning RC, Lerner ZF. The effects of pediatric obesity on patellofemoral joint contact force during walking. *Gait Posture.* 2019;73:209-214. doi:10.1016/j.gaitpost.2019.07.307
72. Teichtahl AJ, Wluka AE, Wang Y, Hanna F, English DR, Giles GG. Obesity and adiposity are associated with the rate of patella cartilage volume loss over 2 years in adults without knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis.* 2009;68(6):909-913. doi:10.1136/ard.2008.093310
73. Cross M, Smith E, Hoy D, et al. The global burden of hip and knee osteoarthritis: estimates from the Global Burden of Disease 2010 study. *Ann Rheum Dis.* 2014;73(7):1323-1330. doi:10.1136/annrheumdis-2013-204763
74. Manini TM, Clark BC, Nalls MA, Goodpaster BH, Ploutz-snyder LL, Harris TB. Reduced physical activity increases intermuscular adipose tissue in healthy young adults. *Am J Clin Nutr.* 2007;85(2):377-84. doi:10.1093/ajcn/85.2.377
75. Marcus RL, Addison O, Kidde JP, Dibble LE, Lastayo PC. Skeletal muscle fat infiltration: impact of age, inactivity, and exercise. *J Nutr Health Aging.* 2010;14(5):362-366. doi:10.1007/s12603-010-0081-2

76. Krishnasamy P, Hall M, Robbins SR. The role of skeletal muscle in the pathophysiology and management of knee osteoarthritis. *Rheumatology*. 2018;57(suppl_4):iv22-iv33. doi:10.1093/rheumatology/kex515.
77. 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
78. Maclachlan LR, Collins NJ, Matthews MLG, Hodges PW, Vicenzino B. The psychological features of patellofemoral pain: a systematic review. 2017:732-742. doi:10.1136/bjsports-2016-096705
79. De Oliveira Silva D, Willy RW, Barton CJ, Christensen K, Pazzinatto MF, Azevedo FM. Pain and disability in women with patellofemoral pain relate to kinesiophobia, but not to patellofemoral joint loading variables. *Scand J Med Sci Sports*. 2020;30(11):2215-2221. doi:10.1111/sms.13767
80. 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*. 2019;68:1-5. doi:10.1016/j.gaitpost.2018.10.033
81. Luppino FS, de Wit LM, Bouvy PF, et al. Overweight, obesity, and depression: A systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *Arch Gen Psychiatry*. 2010;67(3):220-229. doi:10.1001/archgenpsychiatry.2010.2
82. Hall M, Castelein B, Wittoek R, Calders P, Ginckel A Van. Diet-induced weight loss alone or combined with exercise in overweight or obese people with knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. *Semin Arthritis Rheum*. 2019;48(5):765-777. doi:10.1016/j.semarthrit.2018.06.005

2.1.9. Apêndice A - Anúncios usados para recrutamento de (i) participantes com DFP e (ii) participantes sem dor.

Você tem

DOR NO JOELHO?



Se você tem entre **18 e 35 anos** e quer saber mais sobre a sua dor no joelho...

...não perca essa oportunidade e venha participar da nossa pesquisa!!

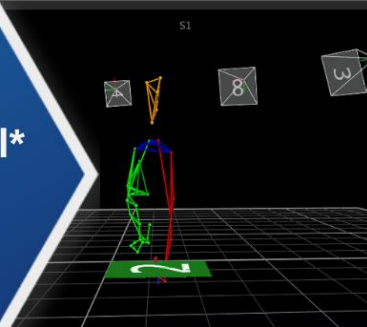



Avaliação completa do seu joelho e da sua composição corporal*

+

Relatório dos resultados obtidos

GRATUITO!







*Duas avaliações presenciais com duração de aproximadamente 1h e 30min

• QUEM SOMOS? •

• FALE CONOSCO! •





VOCÊ GOSTARIA DE REALIZAR UMA AVALIAÇÃO FUNCIONAL E DE COMPOSIÇÃO CORPORAL?

Se você tem entre **18 e 35 anos** e quer realizar uma avaliação funcional do seu joelho e da sua composição corporal...

...não perca essa oportunidade e venha participar da nossa pesquisa!!



**Avaliação completa do seu joelho e da sua composição corporal*
+
Relatório dos resultados obtidos
GRATUITO!**

*Duas avaliações presenciais com duração de aproximadamente 1h e 30min

• QUEM SOMOS? •



• FALE CONOSCO! •



2.1.10. Apêndice B - Comparação de medidas de composição corporal.

Variáveis	Todos os participantes			Mulheres			Homens		
	N = 114	N = 54		N = 71	N = 32		N = 43	N = 22	
	Grupo DFP, Média ajustada (EP)	Grupo assintomático, Média ajustada (EP)	p-valor DFP vs. assintomático	Grupo DFP, Média ajustada (EP)	Grupo assintomático, Média ajustada (EP)	p-valor DFP vs. assintomático	Grupo DFP, Média ajustada (EP)	Grupo assintomático, Média ajustada (EP)	p-valor DFP vs. assintomático
IMC (kg/m ²)	N/A	N/A	0,06	N/A	N/A	< 0,01	N/A	N/A	0,46
Análise de bioimpedância									
Gordura corporal (%)	31,38 (0,93)	28,45 (1,36)	0,08	37,51 (0,79)	32,90 (1,19)	< 0,01	N/A	N/A	0,13
Massa muscular esquelética (%)	N/A	N/A	0,25	26,13 (0,30)	27,24 (0,44)	0,04	39,58 (0,60)	38,32 (0,86)	0,26
Análise da espessura das dobras cutâneas (adipômetro)									
Gordura corporal (%)	N/A	N/A	0,52	33,34 (0,65)	30,58 (0,98)	0,02	17,56 (0,90)	19,23 (1,31)	0,32

Os dados estão apresentados como média ajustada (erro padrão). Variáveis com distribuição não normal foram transformadas em log antes da análise ANCOVA e, portanto, a respectiva média ajustada e EP não foram apresentadas na tabela (indicadas como N/A). Abreviaturas: IMC = índice de massa corporal; N/A = Não aplicável; DFP = dor femoropatelar. Valores de p da ANCOVA com ajuste para idade e atividade física. Diferenças significativas estão apresentadas em negrito (p < 0,05).

3. CAPÍTULO 3: IMPACTO DO SOBREPESO E OBESIDADE NA FUNÇÃO FÍSICA DE PESSOAS COM DOR FEMOROPATELAR

3.1. Estudo original 2: Sobrepeso e obesidade em adultos jovens com dor femoropatelar: Impacto na capacidade funcional e força*

3.1.1. Resumo

Objetivos: (i) Investigar a proporção de sobrepeso e obesidade em uma coorte de adultos jovens com DFP e (ii) explorar a associação entre o IMC, gordura corporal, e massa muscular esquelética, com a capacidade funcional e força do quadril e joelho em pessoas com DFP. **Métodos:** Incluímos uma amostra de adultos jovens (18-35 anos) de ambos os sexos com DFP (n = 100). Avaliação do IMC, porcentagem de gordura corporal e massa muscular esquelética (mensurados por meio de análise de bioimpedância) foram obtidos. A capacidade funcional foi avaliada pelo questionário AKPS, teste de prancha frontal, e teste de salto unipodal. A força muscular isométrica (torque muscular) dos extensores de joelho, flexores de joelho e abdutores de quadril foi avaliada por meio de um dinamômetro isocinético. A proporção do sobrepeso e obesidade foi calculada baseada no IMC. A associação entre IMC, gordura corporal e massa muscular esquelética com a capacidade funcional e força muscular foi investigada por meio de correlações parciais, seguidas de análises de regressão hierárquicas, ajustadas para covariáveis (sexo, presença de dor bilateral, e nível de dor atual). **Resultados:** Um total de 38% da nossa coorte tiveram seu IMC categorizado como sobrepeso ou obesidade. Maior IMC foi associado com pior capacidade funcional ($\Delta R^2 = 0,06 - 0,12$; $p \leq 0,001$) e apenas com a redução da força dos músculos flexores de joelho ($\Delta R^2 = 0,04$; $p = 0,030$). Maior gordura corporal foi associada com pior capacidade funcional ($\Delta R^2 = 0,05 - 0,15$; $p \leq 0,015$) e redução da força muscular do joelho e quadril ($\Delta R^2 = 0,15 - 0,23$; $p < 0,001$). Menor massa muscular esquelética foi associada com pior capacidade funcional ($\Delta R^2 = 0,04 - 0,13$; $p \leq 0,032$) e redução da força do joelho e quadril ($\Delta R^2 = 0,29 - 0,31$; $p < 0,001$). **Conclusão:** O IMC, a gordura corporal, e a massa muscular esquelética devem ser considerados na avaliação e tratamento de adultos jovens com DFP pois podem ser prejudiciais a função e força.

* Este estudo foi publicado (dezembro de 2020) no periódico internacional *Journal of Sport and Health Science*. Fator de impacto (JCR 2020) = 7,17 (Anexo II)

3.1.2. Resumo gráfico



3.1.3. Introdução

Numerosos fatores biomecânicos, anatômicos e psicológicos estão associados a DFP.¹⁻⁴ Especificamente, a diminuição da força dos extensores de joelho é um fator de risco para pessoas com DFP,⁵ e a diminuição da capacidade funcional é preditora de prognóstico ruim para pessoas com DFP após a reabilitação.^{6,7} Outros fatores potencialmente associados com a DFP que têm recebido menos atenção são as medidas de composição corporal. Os resultados de uma revisão sistemática indicam que adultos jovens com DFP possuem maior IMC⁸ comparado a pessoas sem DFP. Outro estudo também relatou que possuir maior IMC é um preditor clínico de resultados ruins em longo prazo para pessoas com DFP.⁹ Além disso, os achados do capítulo anterior demonstram que mulheres com DFP possuem maior IMC e gordura corporal e menor massa muscular esquelética comparado a mulheres assintomáticas.¹⁰ Embora existam evidências convincentes indicando que o IMC e a gordura corporal elevados, e a massa muscular esquelética baixa são prejudiciais para as pessoas com DFP, o impacto do sobrepeso e obesidade na capacidade funcional e na força dessa população nunca foi explorado.

O sobrepeso e a obesidade estão associados ao comprometimento da capacidade funcional e força do joelho em pessoas com osteoartrite de joelho,¹¹⁻¹⁵ sendo que a gordura corporal e a massa muscular esquelética apresentaram maior associação ($\Delta R^2 = 0,162$ e $\Delta R^2 = 0,093$, respectivamente) com o comprometimento da capacidade funcional do que o IMC ($\Delta R^2 = 0,005$).¹¹ Embora esses achados estejam relacionados principalmente à articulação tibiofemoral (ou seja, osteoartrite tibiofemoral), estudos prévios¹⁶ relataram que o sobrepeso e a obesidade também têm efeitos deletérios na osteoartrite femoropatelar, provavelmente por meio de fatores metabólicos (o aumento da produção de leptina devido à obesidade foi associado à redução do volume da cartilagem patelar)¹⁷ e/ou fatores mecânicos (o aumento da sobrecarga articular devido a obesidade também pode afetar a cartilagem patelar e suas propriedades biomecânicas).^{18,19} Além disso, estudos relataram que a perda de peso de 10% ou mais levou a melhora clinicamente importante na dor, capacidade funcional e força do joelho em pessoas com osteoartrite de joelho (tanto na osteoartrite tibiofemoral quanto na osteoartrite tibiofemoral associada a femoropatelar).²⁰⁻²³ No entanto, conforme destacado em um editorial recente, as intervenções que visam a perda de peso não existem na literatura da DFP.²⁴ Os efeitos prejudiciais do sobrepeso e da obesidade foram amplamente explorados em várias outras doenças musculoesqueléticas.^{11,25-27} No entanto, permanece pouco explorado na DFP. Mais pesquisas são necessárias para compreender o impacto do sobrepeso e da obesidade nos desfechos clinicamente importantes da DFP, tais como capacidade funcional e força muscular.

Considerando que o sobrepeso e a obesidade são fatores modificáveis, nossos resultados podem fornecer novos insights para mudar a reabilitação tradicional da DFP.²⁸ Portanto, os objetivos do nosso estudo foram: (i) investigar a proporção de sobrepeso e obesidade em uma coorte de adultos jovens com DFP e (ii) explorar a associação do IMC, gordura corporal e massa muscular esquelética com capacidade funcional e força do quadril e joelho em adultos jovens com DFP.

3.1.4. Métodos

Este estudo transversal foi reportado de acordo com as recomendações das diretrizes STROBE (*Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology*).²⁹ O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade (Nº 1.484.129), e cada participante forneceu consentimento informado por escrito antes da coleta de dados.

3.1.4.1. Recrutamento

Os participantes foram recrutados na população geral entre outubro de 2018 e novembro de 2019 por meio de anúncios em universidades e academias de ginástica e por meio de postagens nas redes sociais. Os critérios de elegibilidade foram avaliados por um fisioterapeuta (com mais de 7 anos de experiência na avaliação de pessoas com DFP) e estão descritos detalhadamente na tabela 2.1 (Capítulo 2, tópico 2.1.4.1). Foi solicitado aos participantes que se abstivessem de tomar quaisquer medicamentos e evitassem participar de qualquer tipo de atividade física que não estivessem habituados nos 7 dias anteriores à coleta de dados.

3.1.4.2. Cálculo do tamanho amostral

O cálculo do tamanho amostral foi realizado a priori usando o software G*Power Statistical Power Analysis V3.1 (Universität Düsseldorf, Düsseldorf, Alemanha). Em nosso estudo piloto, com dados provenientes de 30 participantes com DFP, o IMC explicou exclusivamente 4,8% da variância no teste de salto unipodal enquanto as covariáveis explicaram 39,0%. Escolhemos o teste de salto unipodal para realizar o cálculo amostral pois foi a variável que apresentou o menor ΔR^2 entre todas as variáveis. Estimamos que precisaríamos de pelo menos 94 participantes para detectar um ΔR^2 de 0,048 com poder de 80% e nível α de 0,05, utilizando 4 variáveis preditoras.

3.1.4.3. Visão geral da abordagem experimental

Um total de 100 jovens adultos com DFP foram convidados a participar de uma avaliação de um dia na Universidade Estadual Paulista (UNESP). Índice de massa corporal, porcentagens de gordura corporal e massa muscular esquelética, capacidade funcional (mensurada pelo AKPS), teste de prancha e teste de salto unipodal) e medidas de força muscular (pico de torque isométrico de extensão do joelho, flexão do joelho e de abdução do quadril) foram obtidos. Após o término da coleta de dados, a proporção de pessoas com sobrepeso e obesidade em nossa amostra (com base no IMC) foi calculada e descrita como percentual de toda a coorte (objetivo 1). Em seguida, utilizamos análises de correlação parcial e regressão hierárquica para investigar a relação do IMC, gordura corporal e massa muscular esquelética com a capacidade funcional e força em adultos jovens com DFP (objetivo 2). Todas as análises foram ajustadas para covariáveis (sexo, presença de dor bilateral, e nível de dor atual) com base em associações previamente reportadas³⁰⁻³² ou hipóteses plausíveis. A Figura 3.2 demonstra em detalhes o desenho experimental de nosso estudo.

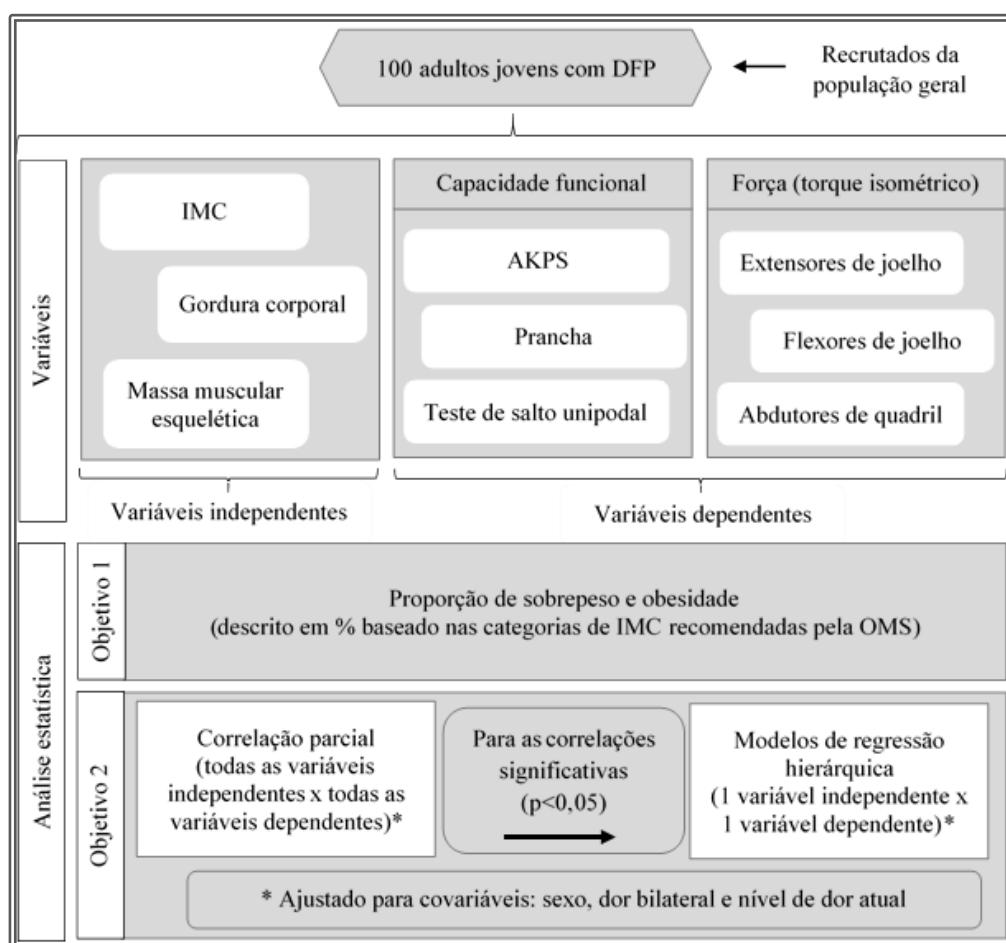


Figura 3.2. Fluxograma descrevendo a abordagem experimental. AKPS = *Anterior Knee Pain Scale*; IMC = índice de massa corporal; DFP = dor femoropatelar; OMS = Organização Mundial da Saúde.

3.1.4.4. Características dos participantes

Dados demográficos (idade, sexo, altura e massa corporal) foram obtidos, juntamente com a duração dos sintomas (em meses) e presença de dor bilateral. A altura e a massa corporal foram avaliadas com os participantes vestindo roupas leves e descalços. A massa corporal foi mensurada com precisão de 0,1 kg, e a altura foi mensurada com precisão de 0,1 cm utilizando uma balança calibrada com estadiômetro (Welmy 110 CH; Welmy®, Brazil). A massa corporal e a altura foram utilizadas para calcular o IMC (kg/m²). Antes da coleta de dados, todos os participantes avaliaram sua intensidade atual de dor no joelho em uma EVA de 0-100 mm, com 0 indicando nenhuma dor e 100 indicando a pior dor possível.³³

3.1.4.5. Análise de bioimpedância

A gordura corporal e a massa muscular esquelética foram mensuradas por meio da análise de bioimpedância, conforme descrito no tópico 2.1.4.3.2 (Capítulo 2).

3.1.4.6. Capacidade funcional

A capacidade funcional autorreportada foi avaliada por meio do questionário AKPS. A capacidade funcional objetiva foi avaliada por meio do teste de prancha e do teste de salto unipodal em uma ordem aleatória. Para todas as avaliações de membros inferiores, a coleta de dados foi realizada no membro inferior sintomático ou no membro inferior mais sintomático (no caso de sintomas bilaterais).³⁴

O AKPS é um questionário válido e confiável composto por 13 itens, utilizado para avaliar a capacidade funcional de pessoas com DFP; a pontuação geral varia de 0 (máxima limitação funcional) a 100 (sem limitação funcional).³³

Para a realização do teste de prancha, os participantes assumiram a posição prona com apoio nos antebraços e pés, e ombros e cotovelos fletidos a 90°. Os participantes foram instruídos a levantar a pelve do chão, mantendo uma linha reta da cabeça aos tornozelos, e a manter essa posição estática o maior tempo possível. Se necessário, instruções verbais foram dadas para corrigir o posicionamento dos participantes. A avaliadora encerrou o teste quando o participante não conseguiu manter a posição adequada após dois avisos ou quando o participante encerrou o teste por cansaço/fadiga. Os participantes realizaram uma única tentativa, e a duração do teste foi registrada com um cronômetro.³⁵

Para realizar o teste de salto unipodal, o participante ficou em pé sobre o membro inferior testado, com o calcanhar posicionado em uma linha marcada no chão, e com o membro

inferior contralateral em flexão de joelho, sem tocar o chão. Os participantes foram instruídos a saltar o mais distante possível, mantendo os braços cruzados atrás das costas, decolando e aterrissando com o mesmo pé, e mantendo o equilíbrio por cerca de 2s após a aterrissagem. A distância do salto (em cm) foi mensurada com uma fita métrica fixada no chão, desde o calcanhar na posição inicial até o calcanhar na posição final de aterrissagem. O salto foi considerado bem-sucedido quando o participante foi capaz de manter o equilíbrio por pelo menos 2s após a aterrissagem. O salto foi considerado malsucedido quando o participante tocou o chão com o membro inferior contralateral, perdeu o equilíbrio, impulsionou com o pé contralateral ou não manteve as mãos cruzadas atrás das costas. Cada participante realizou três tentativas de familiarização antes do teste. Em seguida, 3 tentativas sucessivas foram registradas. Um minuto de descanso foi fornecido entre cada tentativa. O valor médio das 3 tentativas foi usado para análise estatística.³⁴

Os participantes tiveram pelo menos 10 minutos de descanso após a realização de cada teste funcional (teste da prancha e teste de salto unipodal) e previamente a realização dos testes de força, para evitar somação da dor e limitar a fadiga neuromuscular. Além disso, os participantes foram instruídos a realizar o próximo teste apenas quando se sentissem completamente recuperados do teste anterior.

3.1.4.7. Força muscular do joelho e quadril

Após as avaliações da capacidade funcional, as contrações isométricas voluntárias máximas (CIVM) dos extensores do joelho, flexores do joelho e abdutores do quadril foram mensuradas por meio de um dinamômetro isocinético (Biodex System 4 Pro; Biodex Medical Systems Inc., New York, NY, USA). A força muscular dos extensores de joelho e flexores de joelho foram avaliadas na mesma posição sentada, com o quadril e joelho não-testado flexionados a 90°. Quatro faixas foram utilizadas para estabilizar o tronco, pelve e membro inferior testado. O eixo de rotação do dinamômetro foi alinhado com o epicôndilo lateral do fêmur, e a almofada de resistência foi posicionada 5cm acima do maléolo lateral. As CIMVs dos extensores e flexores de joelho foram avaliadas com o membro inferior testado em 60° de flexão de joelho.³⁶ A força muscular dos abdutores de quadril foi avaliada em decúbito lateral, com o membro inferior testado acima do membro inferior não-testado, com o quadril neutro em flexão/extensão e em rotação medial/lateral, e com joelho estendido. Quatro faixas foram utilizadas para estabilizar o tronco e o membro inferior não-testado. O eixo de rotação do dinamômetro foi alinhado com o centro da articulação do quadril no plano frontal do membro

inferior testado, e a almofada de resistência foi colocada na face lateral e distal da coxa, 5cm acima da patela. As CIVMs dos abdutores do quadril foram avaliadas com o membro inferior testado a 30° de abdução do quadril.³⁶

A ordem de teste para os grupos musculares foi aleatorizada. A avaliadora forneceu encorajamento verbal padronizado durante as contrações para obter o esforço máximo. Os participantes realizaram 2 contrações submáximas de 6s, com intervalo de 30s entre as tentativas para familiarização com cada posição de teste. Em seguida, foram realizadas 3 contrações isométricas máximas de 6s, com intervalo de 1min entre cada tentativa, a fim de determinar a CIVM de cada grupo muscular. O maior pico de torque ($N \cdot m$) alcançado em uma das 3 tentativas foi usado na análise estatística.^{36,37}

3.1.4.8. Análise estatística

A normalidade e a homogeneidade da variância dos dados foram analisadas pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Os resultados do teste da prancha não apresentaram distribuição normal e, portanto, foram transformados em log antes de serem incluídos nas análises de correlação parcial e regressão hierárquica. Estatísticas descritivas foram utilizadas para descrever as características dos participantes, composição corporal, capacidade funcional e medidas de força para toda a amostra, e de acordo com as categorias de IMC recomendadas pela OMS. Variáveis com distribuição normal foram apresentadas como média (desvio padrão), e variáveis que não apresentaram distribuição normal foram apresentadas como mediana (intervalo interquartil).

O primeiro objetivo do nosso estudo foi determinar a proporção de sobrepeso e obesidade em nossa amostra de adultos jovens com DFP. O sobrepeso e a obesidade foram definidos com base nas seguintes categorias de IMC recomendadas pela OMS:³⁸ participantes com $IMC < 18,5 \text{ kg/m}^2$ foram categorizados como abaixo do peso, $18,5 \text{ kg/m}^2 \leq IMC < 25 \text{ kg/m}^2$ foram categorizados como peso normal, $25 \text{ kg/m}^2 \leq IMC < 30 \text{ kg/m}^2$ foram categorizados como sobrepeso, e $IMC > 30 \text{ kg/m}^2$ foram categorizados como obesos. A proporção de pessoas em cada categoria foi apresentada como uma porcentagem de toda a coorte. Também comparamos dados demográficos e características dos participantes, composição corporal, capacidade funcional e medidas de força de joelho e quadril entre todas as três categorias de IMC, por meio de uma análise de variância unilateral ou um teste de Kruskal-Wallis. O teste post hoc de Bonferroni para múltiplas comparações de pares foi realizado quando as diferenças gerais foram estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

Comparações da presença de dor bilateral e sexo entre as categorias de IMC foram realizadas por meio do teste χ^2 , e quando as diferenças gerais foram estatisticamente significativas ($p < 0,05$), foram realizadas comparações múltiplas de pares por meio da correção de Bonferroni dos valores de p . Essas análises estão reportadas no Apêndice A.

Nosso segundo objetivo foi explorar a associação do IMC, gordura corporal e massa muscular esquelética com a capacidade funcional e força em adultos jovens com DFP. Utilizamos coeficientes de correlação parcial^{39,40} para determinar a relação entre variáveis independentes (IMC, gordura corporal e massa muscular esquelética) e dependentes (AKPS, teste de prancha, teste de salto unipodal e pico de torque isométrico dos extensores do joelho, flexores do joelho e abdutores de quadril). Todas as análises de correlação parcial foram ajustadas para as seguintes covariáveis: (i) sexo (estudos prévios encontraram diferenças entre sexo na apresentação clínica de pessoas com DFP^{10,30,31}), (ii) presença de dor bilateral (nossa amostra incluiu participantes com sintomas unilaterais e bilaterais), e (iii) nível de dor atual (a DFP é caracterizada por dor intermitente,³² o que pode influenciar os resultados de cada participante individualmente). A classificação de correlação foi definida como $r = 0.10-0.30$, fraca; $r = 0.31-0.50$, moderada; $r = 0.51-1.00$, forte.⁴⁰ As variáveis que apresentaram correlação significativa ($p < 0,05$) foram incluídas nos modelos de regressão hierárquica.

Modelos de regressão hierárquica individuais foram usados para determinar a associação única de cada medida de IMC, gordura corporal e massa muscular esquelética com cada medida de capacidade funcional e força que apresentasse correlação significativa. Todos os modelos de regressão também foram ajustados para covariáveis, inserindo primeiro as covariáveis (sexo, sintomas bilaterais e nível de dor atual) no modelo de regressão hierárquica (Modelo 1). Em seguida, o IMC, a gordura corporal ou a massa muscular esquelética foram adicionados ao modelo (Modelo 2), o que significa que todas as mudanças nos resultados dos modelos de regressão, da 1ª etapa para a 2ª etapa, foram devido à inserção da variável independente (seja o IMC, a gordura corporal ou a massa muscular esquelética). Um nível α de 0,05 foi estabelecido para todos os testes estatísticos. Todas as análises foram realizadas usando o software PASW Statistics (Versão 18; SPSS Inc., Chicago, IL, EUA).

3.1.5. Resultados

De outubro de 2018 a novembro de 2019, 100 adultos jovens com DFP (60 mulheres; 40 homens) foram incluídos em nosso estudo. As estatísticas descritivas para todas as variáveis estão apresentadas na Tabela 3.1.

Tabela 3.1. Características dos participantes do estudo.

Variáveis	Toda a amostra	Grupos por IMC		
		Peso normal (IMC = 18,5–24,9 kg/m²)	Sobrepeso (IMC = 25–29,9 kg/m²)	Obesidade (IMC ≥30 kg/m²)
Dados demográficos				
<i>n</i>	100	62	24	14
Idade (anos)	24,11 (4,83)	23,30 (4,60)	24,16 (3,77)	27,57 ± 6,13
Massa corporal (kg)	72,10 (15,48)	64,25 (8,14)	76,15 (9,93)	99,90 ± 13,53
Altura (m)	1,68 (0,08)	1,68 (0,08)	1,69 (0,09)	1,68 ± 0,07
IMC (kg/m²)	25,36 (4,78)	22,55 (1,65)	26,94 (1,31)	35,10 ± 3,77
Dor bilateral (%)	57,0	54,8	70,8	42,8
Sexo (feminino, %)	60,0	59,7	50,0	78,6
Pior nível de dor no último mês (EVA)	50,70 (20,79)	48,62 (21,59)	50,83 (17,29)	59,64 ± 21,61
Nível de dor atual (EVA)	17,06 (21,45)	12,19 (19,08)	17,50 (17,87)	37,89 ± 25,54
Duração dos sintomas (meses)†	36 (12–96)	36 (11–94)	36 (12–96)	54 (5–123)
Medidas de composição corporal				
Gordura corporal – Bioimpedância (%)	31,13 (10,74)	27,05 (8,91)	32,54 (8,60)	46,75 ± 5,44
Massa muscular esquelética – Bioimpedância (%)	31,36 (7,31)	32,96 (7,45)	31,51 (6,06)	23,97 ± 3,30
Medidas de capacidade funcional				
Capacidade funcional (AKPS)	78,44 (10,23)	80,37 (9,47)	78,91 (9,57)	69,07 ± 10,07
Prancha (s)†	55 (34–90)	60 (39–100)	58 (46–89)	22 (15–32)
Teste de salto unipodal (cm)	90,11 (25,25)	94,80 (23,61)	93,89 (24,82)	62,88 ± 14,78
Medidas de torque				
Pico isométrico de extensão do joelho (N•m)	181,98 (62,87)	178,70 (64,63)	196,64 (63,65)	171,42 ± 52,54
Pico isométrico de flexão do joelho (N•m)	99,80 (33,02)	96,06 (34,03)	112,50 (32,36)	94,59 ± 25,02
Pico isométrico de abdução do quadril (N•m)	68,59 (23,74)	69,38 (24,75)	74,45 (22,74)	55,08 ± 15,48

Nota: Os dados estão apresentados como média (desvio padrão) a menos que seja indicado de outra forma. † Dados apresentados como mediana (intervalo interquartil). Abreviaturas: AKPS = *Anterior Knee Pain Scale*; IMC = índice de massa corporal; EVA = escala visual analógica.

3.1.5.1. Proporção de sobrepeso e obesidade em adultos jovens com DFP

Dos 100 participantes incluídos em nosso estudo, 62% foram categorizados como peso normal, 24% como sobrepeso e 14% como obeso. Nenhum participante foi categorizado como abaixo do peso.

3.1.5.2. Resultados das análises de correlação

Os coeficientes de correlação parcial entre as variáveis de interesse estão reportados na Tabela 3.2. Correlações negativas significativas foram encontradas entre o IMC e o AKPS, a prancha e o teste de salto unipodal ($r = -0,28$ a $-0,41$, correlação fraca a moderada). E uma correlação positiva significativa foi encontrada entre o IMC e a força de flexão do joelho ($r = 0,22$, correlação fraca). Não foram encontradas correlações significativas entre o IMC e a força de extensão do joelho e a força de abdução do quadril. Correlações negativas significativas foram encontradas entre a gordura corporal e o AKPS, a prancha, o teste de salto unipodal e as medidas de força ($r = -0,25$ a $-0,49$, correlações fracas a moderadas). Correlações positivas significativas foram encontradas entre a massa muscular esquelética e o AKPS, a prancha, o teste de salto unipodal e as medidas de força ($r = 0,22$ a $0,57$, correlações fracas a fortes).

Tabela 3.2. Coeficientes de correlação parcial (r) entre IMC, gordura corporal, massa muscular esquelética, capacidade funcional, e medidas de torque.^a

Variáveis	IMC (kg/m ²)	Porcentagem de gordura corporal	Porcentagem de massa muscular esquelética
AKPS	-0,28 (0,005)	-0,25 (0,015)	0,22 (0,032)
Prancha (s) ^b	-0,34 (0,001)	-0,37 (<0,001)	0,38 (<0,001)
Teste de salto unipodal (cm)	-0,41 (<0,001)	-0,46 (<0,001)	0,44 (<0,001)
Pico isométrico dos extensores de joelho (N•m)	0,17 (0,087)	-0,43 (<0,001)	0,57 (<0,001)
Pico isométrico dos flexores de joelho (N•m)	0,22 (0,031)	-0,40 (<0,001)	0,56 (<0,001)
Pico isométrico dos abdutores de quadril (N•m)	-0,07 (0,510)	-0,49 (<0,001)	0,57 (<0,001)

Nota: Os dados estão apresentados como r (valor de p). ^a = Ajustado para sexo, presença de dor bilateral, e nível de dor atual (EVA). ^b = Transformado em log.

Abreviaturas: AKPS = *Anterior Knee Pain Scale*; IMC = índice de massa corporal; EVA = escala visual analógica.

3.1.5.3. Modelos de regressão

Os resultados das análises de regressão hierárquica estão reportados nas Tabelas 3.3, 3.4 e 3.5. Após o ajuste para covariáveis, o IMC explicou significativamente 6% da variância no AKPS ($p < 0,001$), 9% da variância na prancha ($p < 0,001$), 12% da variância no teste de salto unipodal ($p < 0,001$) e 4% da variância na força de flexão do joelho ($p = 0,030$) (Tabela 3.3).

Após o ajuste das covariáveis, a gordura corporal explicou significativamente 5% da variância no AKPS ($p = 0,015$), 10% da variância na prancha ($p < 0,001$), 15% da variância no teste de salto unipodal ($p < 0,001$), 18% da variância da força de extensão do joelho ($p < 0,001$), 15% da variância da força de flexão do joelho ($p < 0,001$) e 23% da variância da força de abdução do quadril ($p < 0,001$) (Tabela 3.4).

Após o ajuste das covariáveis, a massa muscular esquelética explicou significativamente 4% da variância no AKPS ($p = 0,032$), 11% da variância na prancha ($p < 0,001$), 13% da variância no teste de salto unipodal ($p < 0,001$), 31% da variância na força de extensão do joelho ($p < 0,001$), 29% da variância na força de flexão do joelho ($p < 0,001$) e 31% da variância na força de abdução do quadril ($p < 0,001$) (Tabela 3.5).

Tabela 3.3. Regressão linear hierárquica entre IMC, capacidade funcional e torque dos flexores de joelho.

Variável dependente	Modelo	Variável independente	R ²	ΔR^2	ΔF	β (IC 95%)
AKPS	1	Covariáveis ^a	0,20			
	2	IMC	0,26	0,06	8,29**	-0,57 (-0,96 a -0,17)
Prancha (s) ^b	1	Covariáveis ^a	0,26			
	2	IMC	0,35	0,09	12,64**	-0,02 (-0,03 a -0,01)
Teste de salto unipodal (cm)	1	Covariáveis ^a	0,30			
	2	IMC	0,42	0,12	18,94**	-1,90 (-2,76 a -1,03)
Pico de torque isométrico dos flexores de joelho (N•m)	1	Covariáveis ^a	0,07			
	2	IMC	0,11	0,04	4,81*	1,53 (0,14 a 2,92)

^a = Ajustado para sexo, presença de dor bilateral, e nível de dor atual. ^b = Transformado em log. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$. Abreviaturas: AKPS = *Anterior Knee Pain Scale*; IMC = índice de massa corporal; IC = intervalo de confiança.

Tabela 3.4. Regressão linear hierárquica entre gordura corporal, capacidade funcional e medidas de torque.

Variável dependente	Modelo	Variável independente	R ²	ΔR ²	ΔF	β (IC 95%)
AKPS	1	Covariáveis ^a	0,20			
	2	Gordura corporal	0,25	0,05	6,19*	−0,33 (−0,59 a −0,06)
Prancha (s) ^b	1	Covariáveis ^a	0,26			
	2	Gordura corporal	0,36	0,10	15,10**	−0,01 (−0,02 a −0,01)
Teste de salto unipodal (cm)	1	Covariáveis ^a	0,30			
	2	Gordura corporal	0,45	0,15	25,03**	−1,41 (−1,97 a −0,85)
Pico de torque isométrico dos extensores de joelho (N•m)	1	Covariáveis ^a	0,05			
	2	Gordura corporal	0,23	0,18	21,81**	−2,60 (−3,71 a −1,49)
Pico de torque isométrico dos flexores de joelho (N•m)	1	Covariáveis ^a	0,07			
	2	Gordura corporal	0,22	0,15	18,50**	−1,26 (−1,85 a −0,68)
Pico de torque isométricos dos abdutores de quadril (N•m)	1	Covariáveis ^a	0,04			
	2	Gordura corporal	0,27	0,23	30,43**	−1,12 (−1,53 a −0,72)

^a = Ajustado para sexo, presença de dor bilateral, e nível de dor atual. ^b = Transformado em log. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$. Abreviações: AKPS = *Anterior Knee Pain Scale*; IC = intervalo de confiança.

Tabela 3.5. Regressão linear hierárquica entre massa muscular esquelética, capacidade funcional, e medidas de torque.

Variável dependente	Modelo	Variável independente	R ²	ΔR ²	ΔF	β (IC 95%)
AKPS	1	Covariáveis ^a	0,20			
	2	Massa muscular esquelética	0,24	0,04	4,73*	0,58 (0,05 a 1,11)
Prancha (s) ^b	1	Covariáveis ^a	0,26			
	2	Massa muscular esquelética	0,37	0,11	16,24**	0,03 (0,01 a 0,04)
Teste de salto unipodal (cm)	1	Covariáveis ^a	0,30			
	2	Massa muscular esquelética	0,43	0,13	22,14**	2,69 (1,55 a 3,82)
Pico de torque isométrico dos extensores de joelho (N•m)	1	Covariáveis ^a	0,05			
	2	Massa muscular esquelética	0,36	0,31	46,43**	5,02 (3,55 a 6,48)
Pico de torque isométrico dos flexores de joelho (N•m)	1	Covariáveis ^a	0,07			
	2	Massa muscular esquelética	0,36	0,29	43,53**	2,55 (1,78 a 3,32)
Pico de torque isométricos dos abdutores de quadril (N•m)	1	Covariáveis ^a	0,04			
	2	Massa muscular esquelética	0,35	0,31	45,02**	1,88 (1,32 a 2,44)

^a = Ajustado para sexo, presença de dor bilateral, e nível de dor atual. ^b = Transformado em log. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$. Abreviações: AKPS = *Anterior Knee Pain Scale*; IC = intervalo de confiança.

3.1.6. Discussão

Um total de 38% de nossa coorte teve seu IMC classificado como sobrepeso ou obesidade. Maior IMC, maior gordura corporal, e menor massa muscular esquelética, foram associados à menor capacidade funcional, mesmo após o ajuste para fatores de confusão como sexo, presença de dor bilateral e nível de dor atual. Além disso, maior gordura corporal e menor massa muscular esquelética, mas não o IMC, foram associados à redução da força do joelho e do quadril, mesmo após o ajuste para fatores de confusão. Nosso estudo fornece dados novos relacionados às medidas de gordura corporal e massa muscular esquelética em adultos jovens com DFP que podem ser usados para avançar ainda mais nas estratégias de avaliação e tratamento dessa população.

Conforme observado, um $\text{IMC} \geq 25 \text{ kg/m}^2$ foi identificado em 38% de nossa coorte, indicando que o sobrepeso e a obesidade são problemas de saúde coexistindo com comprometimentos físicos^{34,36} em uma grande proporção de adultos jovens com DFP. Esse achado é consistente com o primeiro estudo original dessa tese (Capítulo 2), que mulheres com DFP apresentaram maior IMC comparado a mulheres assintomáticas,¹⁰ e com uma revisão sistemática anterior de 33 estudos transversais, que relataram que adultos jovens com DFP têm maior IMC em comparação com controles sem dor.⁸ Curiosamente, as evidências de duas revisões sistemáticas de estudos prospectivos sugerem que o IMC pode não ser um fator de risco para DFP.^{5,8} Isso indica que o sobrepeso pode ser uma consequência de viver com DFP (ao invés de o sobrepeso ou obesidade predispor o desenvolvimento da DFP), já que a DFP é conhecida por estar associada com a redução dos níveis de atividade física e comprometimentos psicológicos.^{3,41,42} No entanto, grande parte dos estudos incluídos nessas revisões sistemáticas^{5,8} (seis de 12 estudos) investigaram o IMC como fator de risco para DFP em populações militares. Futuros estudos prospectivos são necessários para confirmar se valores mais altos de IMC são um fator de risco para (ou consequência da) DFP em outras populações, como adultos jovens, adolescentes e população praticante de esportes recreativos.

Nossos achados sugerem que maior IMC, maior gordura corporal e menor massa muscular esquelética estão associados com prejuízos na capacidade funcional subjetiva e objetiva. Pesquisas anteriores em outras condições musculoesqueléticas avaliando a relação do IMC, gordura corporal e massa muscular esquelética com a capacidade funcional produziram resultados conflitantes.^{11,12,43} Davis e colaboradores¹¹ encontraram uma associação entre gordura corporal e massa muscular esquelética com a capacidade funcional objetiva em idosos com OA de joelho. No entanto, o IMC não foi associado à capacidade funcional subjetiva ou

objetiva. No entanto, quando pessoas com diferentes níveis de sobrepeso foram comparadas, aquelas com IMC mais alto relataram prejuízos na capacidade funcional subjetiva em condições como OA de joelho¹² e dor lombar crônica.⁴³ Esses achados fornecem implicações clínicas importantes, uma vez que os pacientes com DFP que possuem menor capacidade funcional são mais propensos a apresentarem desfechos ruins em longo prazo.^{6,7} A realização de exercícios direcionados aos músculos do quadril e joelho é uma recomendação chave do consenso internacional e das diretrizes de prática clínica para melhorar a dor e a função em pessoas com DFP.^{28,44,45} No entanto, um estudo prognóstico indicou que mais da metade das pessoas com DFP relatam resultados desfavoráveis 5-8 anos após realizarem uma reabilitação baseada em exercícios.⁷ Isso sugere a necessidade de abordagens alternativas mais adaptadas às necessidades do paciente.²⁴ Nossos achados sugerem que maior IMC, maior gordura corporal e menor massa muscular esquelética são preditores de menor capacidade funcional e redução da força de joelho e quadril. Portanto, considerar abordagens de gerenciamento além dos exercícios, que também incorporem o controle de peso, pode ser uma alternativa em potencial para melhorar os resultados a longo prazo para pacientes com DFP, principalmente em mulheres com DFP, que apresentaram alteração na composição corporal quando comparadas a mulheres assintomáticas conforme apresentado no capítulo anterior.¹⁰ Há relatos de que para pessoas com OA de joelho este tipo de abordagem foi bem-sucedida, com intervenções de controle de peso levando a melhora na dor, capacidade funcional e força do joelho.²⁰⁻²³

De acordo com nossos achados, o IMC foi associado à força de flexão do joelho, mas não à força de extensão do joelho ou de abdução do quadril. Uma possível explicação para esse achado é que o IMC não leva em consideração componentes específicos da composição corporal (ou seja, gordura corporal e massa muscular esquelética); consequentemente, a contribuição relativa desses componentes para a força muscular não pode ser determinada. Além disso, embora tenhamos incluído sexo como uma covariável durante a análise estatística e não tenhamos encontrado uma diferença significativa entre os grupos de IMC em relação a proporção de homens e mulheres (Apêndice A), a inclusão de uma amostra de ambos os sexos e não balanceada entre as categorias de IMC é uma limitação do nosso estudo. Uma revisão sistemática anterior indicou maiores déficits de força do quadril para populações femininas em comparação com populações masculinas e mistas, o que suporta a ideia de que homens e mulheres apresentam déficits diferentes e podem representar subgrupos distintos dentro da DFP.³⁰

Nossos novos achados indicam que maior gordura corporal e menor massa muscular esquelética estão associadas à redução da força de joelho e quadril. O sobrepeso tem sido

associado a alterações no músculo esquelético, como aumento do acúmulo de lipídios entre (gordura intermuscular) e dentro (gordura intramuscular) das fibras musculares,^{46,47} o que, por sua vez, parece afetar a qualidade muscular (força muscular em relação à unidade de massa muscular) em pessoas com OA de joelho.^{46,48,49} Essas mudanças fisiológicas no músculo esquelético como consequência do sobrepeso podem influenciar negativamente a força extensora do joelho e a função física em pessoas com OA de joelho.^{48,50} A infiltração de gordura nas fibras musculares não pode ser detectada pela bioimpedância e, portanto, é uma limitação de nosso estudo. Mais pesquisas são necessárias para explorar esta hipótese.

3.1.6.1. Implicações clínicas

Nossos resultados sugerem que o IMC, a gordura corporal e a massa muscular esquelética devem ser considerados na avaliação e no manejo da DFP pois, dependendo de seus níveis, eles podem ser prejudiciais à capacidade funcional e, principalmente, à força. As intervenções de controle de peso (apenas dieta ou uma combinação de dieta e exercícios) foram reportadas como eficazes para melhorar a dor, a capacidade funcional e a força do joelho em pessoas com OA de joelho.^{20-23,51} Considerando que 38% da nossa coorte estava com sobrepeso, o controle de peso e recomendações sobre um estilo de vida mais saudável⁵² devem ser considerados para adultos jovens com DFP. Além disso, identificamos que a massa muscular esquelética foi o melhor preditor de força, explicando 31%, 29% e 31% da variância na força dos extensores de joelho, flexores de joelho e abdutores de quadril, respectivamente, enquanto a gordura corporal explicou 18%, 15% e 23%, respectivamente. Esses achados podem sugerir que ao desenvolver intervenções visando a perda de peso como uma modalidade de tratamento para DFP, pesquisadores e profissionais da saúde precisam considerar o impacto desse tipo de intervenção especificamente na massa muscular esquelética. Portanto, as intervenções focando na combinação de dieta e treinamento de força, ao invés de apenas dieta, podem ser a melhor opção para pessoas com DFP, particularmente para aqueles categorizados como obesos,^{53,54} pois eles parecem ter a menor força de joelho e quadril (Apêndice A). Esta hipótese deve ser uma prioridade de pesquisa, pois, até o momento, não há nenhum ensaio clínico aleatorizado em DFP visando a perda de peso como intervenção para essa condição.²⁴

3.1.6.2. Limitações

Devido ao primeiro objetivo do estudo (determinar a proporção de sobrepeso / obesidade em nossa amostra de adultos jovens com DFP), não criamos amostras uniformes

dentro das categorias de IMC, o que poderia ter influenciado nossos resultados em relação ao segundo objetivo (investigar associações entre composição corporal e capacidade funcional e força). Devido ao tamanho da nossa amostra, optamos por considerar o sexo como uma covariável dentro do modelo de regressão, ao invés de estratificar a coorte em subgrupos. Estudos futuros que realizem a estratificação da amostra por sexo são necessários para elucidar a contribuição que o sexo (feminino e masculino) tem na relação do IMC, gordura corporal e massa muscular esquelética com capacidade funcional e força na DFP. Nossos achados também são limitados a pessoas na faixa etária de 18 a 35 anos. Adolescentes e populações mais velhas com DFP podem apresentar diferentes distribuições de IMC, gordura corporal e massa muscular esquelética,^{8,55} e isso deve ser considerado em pesquisas futuras. Por fim, investigamos apenas o impacto do IMC, da gordura corporal e da massa muscular esquelética na capacidade funcional e nas medidas de força; pesquisas futuras devem explorar o impacto do sobrepeso e da obesidade em desfechos psicológicos, biomecânicos e outros desfechos clínicos em pessoas com DFP.

3.1.7. Conclusão

Maior IMC, maior gordura corporal e menor massa muscular esquelética estão associados a menor capacidade funcional em adultos jovens com DFP. Maior gordura corporal e menor massa muscular esquelética, mas não IMC, também foram associadas à redução da força do joelho e do quadril. Esses achados indicam que, ao gerenciar pessoas com DFP, é necessário realizar a avaliação do IMC, da gordura corporal e da massa muscular esquelética, pois todos têm impacto em desfechos clínicos.

3.1.8. 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. Lack S, Neal B, Oliveira D De, 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

3. Maclachlan LR, Collins NJ, Matthews MLG, Hodges PW, Vicenzino B. The psychological features of patellofemoral pain: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2017;51:732-742. doi:10.1136/bjsports-2016-096705
4. 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
5. Neal BS, Lack SD, Lankhorst NE, Raye A, Morrissey D, Middelkoop M Van. Risk factors for patellofemoral pain: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2019;2:270-281. doi:10.1136/bjsports-2017-098890
6. Collins NJ, Bierma-zeinstra SMA, Crossley KM, Linschoten RL Van, Vicenzino B, Middelkoop M Van. Prognostic factors for patellofemoral pain: a multicentre observational analysis. *Br J Sports Med.* 2013;47:227-233. doi:10.1136/bjsports-2012-091696
7. 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.* 2015;1-7. doi:10.1136/bjsports-2015-094664
8. 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
9. Kastelein M, Luijsterburg PAJ, Heintjes EM, Middelkoop M Van, Verhaar JAN, Koes BW. 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.* 2015;49:400-405. doi:10.1136/bjsports-2014-093557
10. Ferreira AS, Mentiplay BF, Taborda B, Pazzinatto MF, de Azevedo FM, De Oliveira Silva D. Exploring overweight and obesity beyond body mass index: a body composition analysis in people with and without patellofemoral pain. *J Sport Heal Sci.* 2021. doi:10.1016/j.jshs.2021.06.003
11. Davis HC, Blue MNM, Hirsch KR, et al. Body composition is associated with physical performance in individuals with knee osteoarthritis. *J Clin Rheumatol.* 2020;26(3):109-114. doi:10.1097/RHU.0000000000000967
12. Raud B, Gay C, Guiguet-auclair C, et al. Level of obesity is directly associated with the clinical and functional consequences of knee osteoarthritis. *Sci Rep.* 2020;10:3601. doi:10.1038/s41598-020-60587-1

13. Culvenor AG, Felson DT, Niu J, et al. Thigh muscle specific-strength and the risk of incident knee osteoarthritis: the influence of sex and greater body mass index. *Arthritis Care Res.* 2017;69(8):1266-1270. doi:10.1002/acr.23182
14. Batsis JA, Zbehlik A, Barre LK, Bynum JPW, Pidgeon D, Bartels SJ. Impact of obesity on disability, function and physical activity: Data from the Osteoarthritis Initiative. *Scand J Rheumatol.* 2015;44(6):495-502. doi:10.3109/03009742.2015.1021376
15. Kurtça MP, Aslan UB, Senol H. Is functional level related with body composition in patients with knee osteoarthritis. *Osteoarthr Cartil.* 2019;27:S447. doi:10.1016/j.joca.2019.02.482
16. Hussain SM, Tan MC, Stathakopoulos K, et al. How are obesity and body composition related to patellar cartilage? A systematic review. *J Rheumatol.* 2017;44(7):1071-1082. doi:10.3899/jrheum.151384
17. Ding C, Parameswaran V, Cicuttini F, et al. Association between leptin, body composition, sex and knee cartilage morphology in older adults: The Tasmanian older adult cohort (TASOAC) study. *Ann Rheum Dis.* 2008;67(9):1256-1261. doi:10.1136/ard.2007.082651
18. Sowers MF, Karvonen-Gutierrez CA, Jacobson JA, Jiang Y, Yosef M. Associations of anatomical measures from MRI with radiographically defined knee osteoarthritis score, pain, and physical functioning. *J Bone Jt Surg - Ser A.* 2011;93(3):241-251. doi:10.2106/JBJS.I.00667
19. Kim N, Browning RC, Lerner ZF. The effects of pediatric obesity on patellofemoral joint contact force during walking. *Gait Posture.* 2019;73:209-214. doi:10.1016/j.gaitpost.2019.07.307
20. Riddle DL, Stratford PW. Body weight changes and corresponding changes in pain and function in persons with symptomatic knee osteoarthritis: a cohort study. *Arthritis Care Res (Hoboken).* 2013;65(1):15-22. doi:10.1002/acr.21692
21. Messier SP, Resnik AE, Beavers DP, et al. Intentional weight loss for overweight and obese knee osteoarthritis patients: Is more better? *Arthritis Care Res (Hoboken).* 2018;70(11):1569-1575. doi:10.1002/acr.23608
22. Atukorala I, Makovey J, Lawler L, Messier SP, Bennell KIM, Hunter DJ. Is there a dose-response relationship between weight loss and symptom improvement in persons with knee osteoarthritis? *Arthritis Care Res (Hoboken).* 2016;68(8):1106-1114. doi:10.1002/acr.22805

23. Henriksen M, Christensen R, Danneskiold-samsøe B, Bliddal H. Changes in lower extremity muscle mass and muscle strength after weight loss in obese patients with knee osteoarthritis: A prospective cohort study. *Arthritis Rheum.* 2012;64(2):438-442. doi:10.1002/art.33394
24. Barton CJ, Crossley KM, Macri EM. Should we consider changing traditional physiotherapy treatment of patellofemoral pain based on recent insights from the literature? *Br J Sports Med.* 2016. doi:10.1136/bjsports-2017-098695
25. Urquhart DM, Berry P, Wluka AE, et al. Increased fat mass is associated with high levels of low back pain intensity and disability. *Spine (Phila Pa 1976).* 2011;36(16):1320-1325. doi:10.1097/BRS.0b013e3181f9fb66
26. Hussain SM, Urquhart DM, Wang Y, et al. Fat mass and fat distribution are associated with low back pain intensity and disability: Results from a cohort study. *Arthritis Res Ther.* 2017;19:26. doi:10.1186/s13075-017-1242-z
27. Yoo JJ, Cho NH, Lim SH, Kim HA. Relationships between body mass index, fat mass, muscle mass, and musculoskeletal pain in community residents. *Arthritis Rheumatol.* 2014;66(12):3511-3520. doi:10.1002/art.38861
28. Collins NJ, Barton CJ, Van Middelkoop M, 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(18):1170-1178. doi:10.1136/bjsports-2018-099397
29. Von Elm E, Egger M, Altman DG, et al. Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *Br Med J.* 2007;335:806-808. doi:10.1136/bmj.39335.541782.AD
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. Boling MC, Nguyen A, Padua DA, Cameron KL, Beutler A, Marshall SW. Gender-specific risk factor profiles for patellofemoral pain. *Clin J Sport Med.* 2019;1-8. doi:10.1097/JSM.0000000000000719
32. Pazzinatto MF, De Oliveira Silva D, Barton C, Rathleff MS, Briani RV, Azevedo FM de. Female adults with patellofemoral pain are characterized by widespread hyperalgesia, which is not affected immediately by patellofemoral joint loading. *Pain Med.* 2016;17:1953-1961. doi:10.1093/pm/pnw068

33. 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
34. Nunes GS, De Oliveira Silva D, Crossley KM, Serrao F, Pizzari T, Barton CJ. People with patellofemoral pain have impaired functional performance, that is correlated to hip muscle capacity. *Phys Ther Sport.* 2019;40:85-90. doi:10.1016/j.ptsp.2019.08.010
35. Durall CJ, Greene PF, Kernozek TW. A comparison of two isometric tests of trunk flexor endurance. *J Strength Cond Res.* 2012;26(7):1939-1944.
36. 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.* 2019:28-34.
37. Nunes GS, Oliveira D De, Pizzari T, Crossley KM, John C. Clinically measured hip muscle capacity deficits in people with patellofemoral pain. *Phys Ther Sport.* 2019;35:69-74. doi:10.1016/j.ptsp.2018.11.003
38. WHO. Obesity: preventing and managing the global epidemic. WHO Tech Rep Ser. 2000.
39. Field A. *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics.* 4th editio. SAGE Publications Ltd.; 2013.
40. Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences.* 2nd ed. New York: Routledge Academic; 1988.
41. Priore LB, Azevedo FM, Pazzinatto MF, et al. Influence of kinesiophobia and pain catastrophism on objective function in women with patellofemoral pain. *Phys Ther Sport.* 2019;35. doi:10.1016/j.ptsp.2018.11.013
42. 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
43. Wertli MM, Held U, Campello M, Weiner SS. Obesity is associated with more disability at presentation and after treatment in low back pain but not in neck pain: findings from the OIOC registry. *BMC Musculoskelet Disord.* 2016;17:140. doi:10.1186/s12891-016-0992-0
44. Willy RW, Hoggund LT, Barton CJ, Bolgla LA, Scalzitti DA, Logerstedt DS. Patellofemoral Pain Clinical Practice Guidelines Linked to the International Classification of Functioning , Disability and Health From the Academy of Orthopaedic Physical Therapy. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2019;49(9):CPG1-CPG95. doi:10.2519/jospt.2019.0302

45. 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
46. Bollinger LM. Potential contributions of skeletal muscle contractile dysfunction to altered biomechanics in obesity. *Gait Posture.* 2017;56:100-107. doi:10.1016/j.gaitpost.2017.05.003
47. Pedroso MG, Almeida C De, Aily JB, Noronha M, Mattiello SM. Fatty infiltration in the thigh muscles in knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Rheumatol Int.* 2019;39:627-635. doi:10.1007/s00296-019-04271-2
48. Kumar D, Karampino D, MacLeod T, et al. Quadriceps intramuscular fat fraction rather than muscle size is associated with knee osteoarthritis. *Osteoarthr Cartil.* 2014;22(2):226-234. doi:10.1016/j.joca.2013.12.005.Quadriceps
49. Conroy MB, Kwoh CK, Krishnan E, et al. Muscle strength, mass, and quality in older men and women with knee osteoarthritis. *Arthritis Care Res.* 2012;64(1):15-21. doi:10.1002/acr.20588
50. Maly MR, Calder KM, MacIntyre NJ, Beattie KA. Intermuscular fat volume in the thigh relates to knee extensor strength and physical performance in women at risk for or with knee osteoarthritis: data from the osteoarthritis initiative. *Arthritis Care Res (Hoboken).* 2013;65(1):44-52. doi:10.1002/acr.21868
51. 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. *JAMA.* 2013;310(12):1263. doi:10.1001/jama.2013.277669
52. De Oliveira Silva D, Pazzinatto MF, Rathleff MS, et al. Patient education for patellofemoral pain: A systematic review. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2020;50(7):388-396.
53. Hulens M, Vansant G, Lysens R, Claessens AL, Muls E. Assessment of isokinetic muscle strength in women who are obese. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2002;32:347-356. doi:10.2519/jospt.2002.32.7.347
54. Hulens M, Vansant G, Lysens R, Claessens AL, Muls E, Brumagne S. Study of differences in peripheral muscle strength of lean versus obese women: an allometric approach. *Int J Obes.* 2001;25:676-681. doi:10.1038/sj.ijo.0801560
55. Foss KDB, Hornsby M, Edwards NM, Myer GD, Hewett TE. Is body composition associated with an increased risk of developing anterior knee pain in adolescent female athletes? *Phys Sportsmed.* 2012;40(1):13-19. doi:10.3810/psm.2012.02.1947

3.1.9. *Apêndice A - Comparação de dados demográficos e características dos participantes, composição corporal, capacidade funcional e medidas de força de joelho e quadril em todas as três categorias de IMC.*

Variáveis	Grupos de IMC			Teste estatístico e valor de p
	Peso normal (IMC 18,5 – 24,9 kg/m²)	Sobrepeso (IMC 25 – 29,9 kg/m²)	Obesidade (IMC ≥ 30 kg/m²)	
Dados demográficos				
N	62	24	14	
Idade (anos)	23,30 (4,60)*	24,16 (3,77)	27,57 (6,13)*	F = 4,77, p = 0,01
Massa corporal (kg)	64,25 (8,14)**	76,15 (9,93)**	99,90 (13,53)**	F = 88,56, p < 0,01
Altura (cm)	1,68 (0,08)	169,14 (9,97)	168,10 (7,82)	F = 0,07, p = 0,93
IMC (kg/m²)	22,55 (1,65)**	26,94 (1,31)**	35,10 (3,77)**	F = 231,56, p < 0,01
Dor bilateral (%)	54,8	70,8	42,8	X² = 3,13, p = 0,20
Sexo (% mulheres)	59,7	50	78,6	X² = 3,01, p = 0,22
Pior nível de dor no último mês (EVA)	48,62 (21,59)	50,83 (17,29)	59,64 (21,61)	F = 1,62, p = 0,20
Nível de dor atual (EVA)	12,19 (19,08)	17,50 (17,87)	37,86 (25,54)**	F = 9,59, p < 0,01
Duração dos sintomas (meses)†	36 (11-94)	36 (12-96)	54 (5-123)	H = 0,18, p = 0,91
Medidas de composição corporal				
Gordura corporal - Bioimpedância (%)	27,05 (8,91)**	32,54 (8,60)**	46,75 (5,44)**	F = 31,42, p < 0,01
Massa muscular esquelética - Bioimpedância (%)	32,96 (7,45)	31,51 (6,06)	23,97 (3,30)**	F = 10,23, p < 0,01
Medidas de capacidade funcional				
Capacidade funcional (AKPS)	80,37 (9,47)	78,91 (9,57)	69,07 (10,07)**	F = 7,97, p < 0,01
Prancha (s)†	60 (39-100)	58 (46-89)	22 (15-32)**	H = 20,74, p < 0,01
Teste de salto unipodal (cm)	94,80 (23,61)	93,89 (24,82)	62,88 (14,78)**	F = 11,48, p < 0,01
Medidas de força				
Pico isométrico de extensão do joelho (N.m/kg ⁻¹)	274,05 (76,35)	252,57 (57,92)	172,22 (37,13)**	F = 12,75, p < 0,01
Pico isométrico de flexão do joelho (N.m/kg ⁻¹)	147,41 (39,91)	146,89 (29,48)	95,54 (17,58)**	F = 12,89, p < 0,01
Pico isométrico de abdução do quadril (N.m/kg ⁻¹)	107,11 (31,98)	97,46 (23,67)	56,46 (15,85)**	F = 18,09, p < 0,01

Os dados estão apresentados como média (desvio padrão) a menos que seja indicado de outra forma. †Mediana (intervalo interquartil). Abreviações: AKPS = *Anterior knee pain scale*; IMC = Índice de massa corporal; EVA = Escala visual analógica. * Pares de grupos diferentes (p<0,05). ** Diferente de cada um dos outros dois grupos (p<0,05)

4. CAPÍTULO 4: IMPACTO DO SOBREPESO E OBESIDADE NA BIOMECÂNICA DE PESSOAS COM DOR FEMOROPATELAR

4.1. Estudo original 3: A gordura corporal e a massa muscular esquelética, mas não o índice de massa corporal, estão associados à cinemática do joelho durante descida de degrau em pessoas com DFP*

4.1.1. Resumo

Objetivos: Explorar a associação do IMC, gordura corporal e massa muscular esquelética com a cinemática do tronco, pelve, quadril e joelho no plano frontal durante uma atividade de descida de degrau em pessoas com DFP. **Métodos:** Cem adultos jovens (18-35 anos) de ambos os sexos com DFP foram incluídos. Todos os participantes compareceram a uma única sessão de teste onde foram avaliados (i) o IMC, a porcentagem de gordura corporal e de massa muscular esquelética (por meio de análise de bioimpedância); e (ii) a cinemática do tronco, pelve, quadril e joelho no plano frontal durante descida de degrau por meio de um sistema de análise tridimensional do movimento. A associação entre IMC, gordura corporal e massa muscular esquelética com a cinemática do tronco, pelve, quadril e joelho no plano frontal durante descida de degrau foi investigada por meio de correlações parciais, seguidas de análises de regressão hierárquicas, ajustadas para covariáveis (sexo, presença de dor bilateral, e nível de atividade física). **Resultados:** Maior gordura corporal e menor massa muscular esquelética foram associados com maior pico de abdução do joelho durante a descida de degrau ($\Delta R^2 = 0,29$ e $0,35$, respectivamente; $p < 0,05$) em pessoas com DFP. Nenhuma outra associação foi encontrada entre IMC, gordura corporal e massa muscular esquelética com outras variáveis cinemáticas ($p > 0,05$). **Conclusão:** Maior gordura corporal e menor massa muscular esquelética estão associados a maior abdução de joelho durante descida de degrau em pessoas com DFP. Abordar a composição corporal durante o tratamento de homens e mulheres com DFP pode ser importante para melhorar desfechos cinemáticos.

* Este estudo foi submetido para revisão por pares.

4.1.2. Resumo gráfico

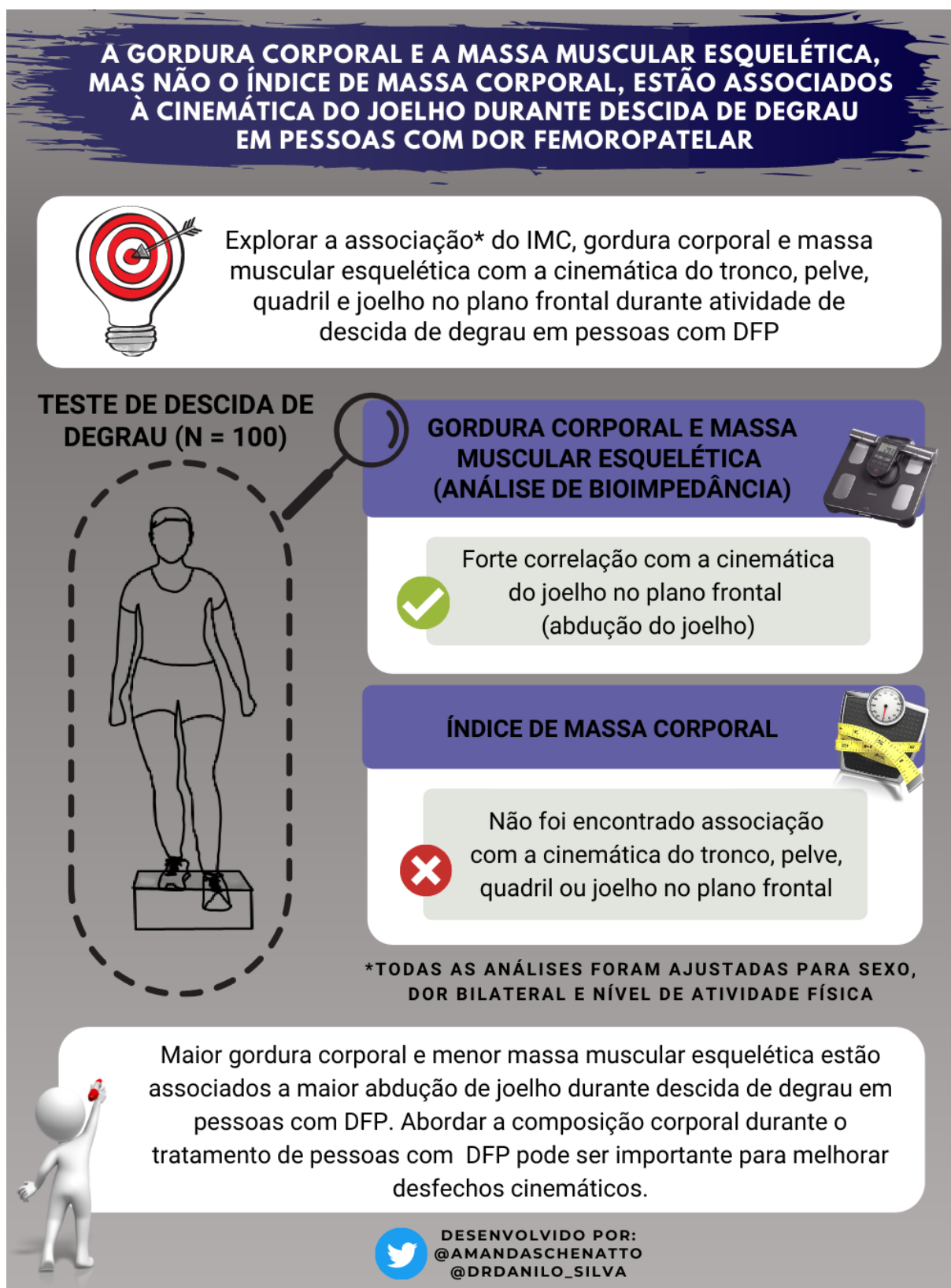


Figura 4.1. Resumo gráfico do estudo original 3.

4.1.3. Introdução

Tradicionalmente, o foco das pesquisas e do tratamento da DFP tem sido voltados para como alterações em fatores biomecânicos geram aumento da sobrecarga na articulação femoropatelar, resultando na presença e/ou agravamento da DFP.^{1,2} Evidências demonstram que durante atividade de descida de degrau, pessoas com DFP apresentam diversas alterações cinemáticas no plano frontal, como aumento da inclinação ipsilateral do tronco, inclinação contralateral da pelve, adução do quadril e abdução do joelho.^{3,4} Por sua vez, existe forte correlação entre o maior número de alterações cinemáticas com maior nível de dor e menor capacidade funcional em mulheres com DFP.⁵ Isso é particularmente importante já que a maior duração dos sintomas e menor capacidade funcional são preditores de pior prognóstico a longo prazo na DFP.⁶ Explorar se outros fatores apresentam relação com as alterações encontradas e com o possível aumento da sobrecarga na articulação femoropatelar é essencial para melhorar as estratégias de avaliação, tratamento e, consequentemente, o prognóstico dessa condição.

Durante atividades funcionais que envolvem flexão de joelho, como a descida de degrau, a articulação femoropatelar é submetida a cargas correspondentes a até 3 vezes a massa corporal da pessoa.^{7,8} Isso indica que qualquer aumento na massa corporal poderia exacerbar essas alterações biomecânicas e elevar ainda mais as cargas impostas a articulação femoropatelar, potencialmente elevando o estresse articular e o surgimento de alterações estruturais ou compensações.⁹ Nesse sentido, tem sido amplamente aceito que o excesso de massa corporal por si só impulsiona alterações induzidas pela obesidade na cinemática durante diversas atividades, como a marcha, subida e descida de escadas e movimento de sentar e levantar, mesmo em populações assintomáticas.¹⁰⁻¹⁴ Considerando os diversos comprometimentos na cinemática de pessoas com DFP reportados na literatura,² é possível que a presença concomitante de sobrepeso e obesidade e DFP exacerbe ainda mais essas alterações. No capítulo anterior, nós vimos que em uma coorte composta por 100 pessoas com DFP, cerca de 38% apresentaram sobrepeso.¹⁵ Além disso, pessoas com DFP apresentam maior IMC, gordura corporal e menor massa muscular esquelética comparado a pessoas assintomáticas.^{16,17} Por sua vez, maior IMC, maior gordura corporal, e menor massa muscular esquelética também estão associados com a redução da força muscular dos abdutores de quadril e extensores e flexores de joelho em pessoas com DFP,¹⁵ o que poderia contribuir para a cinemática alterada.^{2,18} Até o momento, nenhum estudo investigou concomitantemente a relação do sobrepeso e obesidade com a biomecânica do tronco e membros inferiores na mesma coorte com DFP. Portanto, o objetivo do estudo é explorar a associação do IMC, gordura corporal e

massa muscular esquelética com a cinemática do tronco, pelve, quadril e joelho durante uma atividade de descida de degrau em pessoas com DFP. Nossa hipótese é de que quanto maior o IMC, maior gordura corporal e menor massa muscular esquelética, maior as alterações cinemáticas no tronco, pelve, quadril e joelho de pessoas com DFP.

4.1.4. Métodos

4.1.4.1. Desenho do estudo

Um desenho de estudo transversal foi utilizado para investigar a associação entre a composição corporal e a cinemática do tronco, pelve, quadril e joelho durante uma atividade de descida de degrau em pessoas com DFP. Os participantes foram recrutados como um subconjunto de um estudo transversal conduzido no período de outubro de 2018 a novembro de 2019.^{15,17} O recrutamento foi conduzido por meio de divulgação de anúncios em universidades, parques públicos e em redes sociais. Os critérios de elegibilidade, baseados no consenso internacional de DFP,¹⁹ foram avaliados por um fisioterapeuta com mais de 7 anos de experiência em avaliar pessoas com DFP e estão descritos detalhadamente na tabela 2.1 (Capítulo 2, tópico 2.1.4.1). Foi solicitado aos participantes que se abstivessem de tomar quaisquer medicamentos e evitassem participar de qualquer tipo de atividade física que não estivessem habituados nos 7 dias anteriores à coleta de dados. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade (número: 1.484.129), e cada participante forneceu consentimento informado por escrito antes da coleta de dados.

4.1.4.2. Dados demográficos e medidas autorreportadas

Dados demográficos, incluindo idade, sexo, altura e massa corporal foram obtidos. O IMC foi calculado como a massa corporal (kg) dividida pela altura (m) ao quadrado. A duração dos sintomas (em meses) e a pior intensidade da dor no joelho durante o último mês, medida em uma EVA de 0–100mm,²⁰ também foram coletadas. Além disso, para fins de caracterização da amostra, os participantes preencheram dois questionários autorreportados: (i) o AKPS, um questionário composto por 13 itens para avaliar sintomas subjetivos e a capacidade funcional de pessoas com DFP;²⁰ e (ii) o Questionário de Atividade Física Habitual de Baecke, composto por 16 questões divididas em três domínios (atividade de trabalho, atividade esportiva e atividade de lazer) para avaliar os níveis de atividade física.²¹

4.1.4.3. Avaliação da composição corporal

A gordura corporal e a massa muscular esquelética foram mensuradas por meio da análise de bioimpedância, conforme descrito no tópico 2.1.4.3.2 (Capítulo 2).

4.1.4.4. Avaliação cinemática

Os participantes compareceram ao laboratório da universidade para a avaliação da cinemática durante atividade de descida de degrau. Se o participante atendesse aos critérios de inclusão bilateralmente, o membro de teste foi selecionado com base no relato do participante de qual joelho apresentava piores sintomas. Os participantes utilizaram shorts (e top, no caso das mulheres), e estavam descalços, para permitir a exposição de pontos de referência para a colocação de marcadores. Vinte e três marcadores reflexivos (14 mm) foram colocados no corpo dos participantes sempre pela mesma avaliadora (modelo *plug-in gait* para tronco e membros inferiores).²² As trajetórias dos marcadores foram coletadas usando um sistema de análise tridimensional do movimento (Vicon Movimento Systems Inc, EUA), composto por cinco câmeras infravermelho (modelo Bonita 10®), com resolução de 1 Megapixel – 1024x1024 e frequência de aquisição de 100Hz.

Previamente a coleta dinâmica, uma tentativa estática foi capturada para definir medidas antropométricas e estimar os centros articulares. Em seguida, os participantes realizaram uma sessão de familiarização da tarefa, que incluiu uma demonstração do movimento pela avaliadora do estudo. Os participantes completaram 3 tentativas práticas de descida de degrau antes da coleta de dados. A tarefa de descida de degrau foi realizada em velocidade autosselecionada para ser o mais representativo das avaliações em ambiente clínico. Para a realização deste teste, os participantes foram posicionados acima de um degrau, que teve sua altura ajustada de modo que cada participante atingisse até 60° de flexão de joelho no membro inferior testado, sem perder o contato do calcanhar com o degrau. Os participantes foram instruídos a se posicionarem inicialmente com o membro inferior testado próximo da borda do degrau, enquanto o membro contralateral permaneceu a frente com o joelho estendido e o tornozelo em dorsiflexão máxima. Posteriormente, eles deveriam manter o tronco reto, as mãos na cintura, e flexionar o joelho no lado testado até que o calcanhar do membro não testado apenas tocasse o chão (sem realizar descarga de peso) e então retornavam à posição inicial. Cinco tentativas bem-sucedidas, com intervalo de 30s entre elas, foram coletadas para cada participante. O valor médio das cinco tentativas foi usado para a análises de dados. A tentativa foi considerada bem-sucedida quando o participante não retirava o calcanhar do membro

inferior testado do chão, quando não descarregava o peso do membro contralateral no degrau a frente, ou quando o participante mantinha o equilíbrio durante todo o movimento, sem mudar a posição do pé de apoio.

4.1.4.5. Análise dos dados cinemáticos

Os dados cinemáticos durante a realização do teste de descida de degrau foram filtrados com um filtro tipo *Butterworth* de 4º ordem passa-baixa com frequência de corte de 6 Hz. Todos os marcadores reflexivos foram nomeados e rotulados dentro do *software* Vicon Nexus® 2.0 (Vicon Movement Systems Inc, EUA) para a reconstrução e processamento dos dados com base nos modelos biomecânicos adotados e diversos algoritmos já calculados pelo *software*.

O centro de massa virtual do modelo biomecânico, calculado a partir das massas estimadas de todos os segmentos incluídos no modelo, foi utilizado para determinar o início e o fim do ciclo da tarefa de descida de degrau. Os pontos inicial e final do ciclo de descida de degrau foram definidos como o momento em que a posição vertical do centro de massa estava distante 3 desvios padrões da posição vertical do centro de massa na posição estática (Figura 4.2). As variáveis cinemáticas foram extraídas por meio de rotinas customizadas no *software* Labview (National Instruments, Austin, TX, EUA). As variáveis cinemáticas de interesse foram o pico angular do tronco, pelve, quadril e joelho no plano frontal.

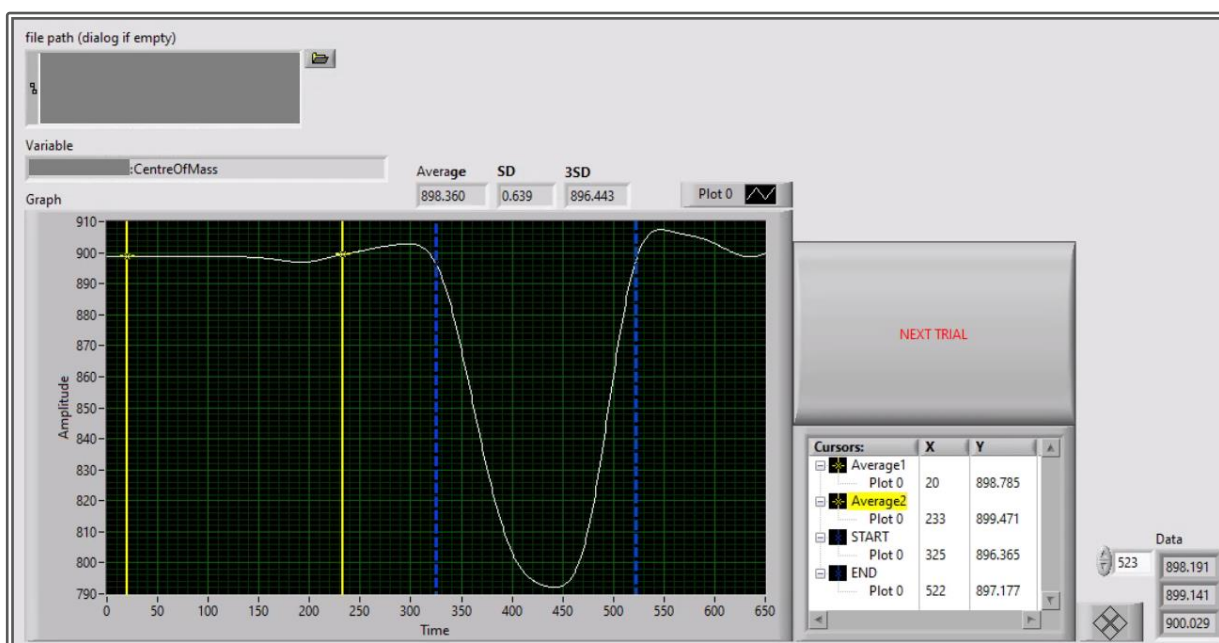


Figura 4.2. Definição do início e fim do ciclo da tarefa de descida de degrau com base na posição vertical do centro de massa do participante.

4.1.4.6. Análise estatística

A análise estatística foi realizada usando o *software* PASW Statistics (Versão 18; SPSS Inc., Chicago, IL, EUA) e o nível de significância foi estabelecido em 0,05 para todas as análises estatísticas. A normalidade e a homogeneidade da variância dos dados foram analisadas pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Estatísticas descritivas foram utilizadas para descrever os dados demográficos, medidas autorreportadas, medidas de composição corporal, e variáveis biomecânicas para toda a amostra. Variáveis com distribuição normal foram apresentadas como média (desvio padrão), e variáveis que não apresentaram distribuição normal foram apresentadas como mediana (intervalo interquartil).

Para explorar a associação entre o IMC, gordura corporal e massa muscular esquelética com a biomecânica do tronco, pelve, quadril e joelho no plano frontal em pessoas com DFP, utilizamos coeficientes de correlação parcial e regressão hierárquica. Primeiramente, os coeficientes de correlação parcial^{23,24} foram utilizados para determinar a relação entre todas as variáveis independentes (IMC, gordura corporal e massa muscular esquelética) e todas as variáveis dependentes (pico angular do tronco, pelve, quadril e joelho no plano frontal). Todas as análises de correlação parcial foram ajustadas para as seguintes covariáveis: (i) sexo (estudo prévio reportou diferenças na biomecânica de homens e mulheres com DFP,²⁵ (ii) presença de dor bilateral (nossa amostra incluiu participantes com sintomas unilaterais e bilaterais, o que poderia influenciar nossos resultados), e (iii) nível de atividade física, devido a associações prévias com medidas de composição corporal.^{16,26} A classificação de correlação foi definida como $r = 0.10$ até 0.30 , fraca; $r = 0.31$ até 0.50 , moderada; $r = 0.51$ até 1.00 , forte.²⁴ As variáveis que apresentaram correlação significativa ($p < 0,05$) foram incluídas nos modelos de regressão hierárquica.

Modelos de regressão hierárquica individuais foram usados para determinar a associação única de cada variável independente com cada variável cinemática que apresentasse correlação significativa. Todos os modelos de regressão também foram ajustados para covariáveis, inserindo primeiro as covariáveis (sexo, sintomas bilaterais e nível de atividade física) no modelo de regressão hierárquica (Modelo 1). Em seguida, caso apresentassem correlação prévia, o IMC, a gordura corporal ou a massa muscular esquelética eram adicionados ao modelo (Modelo 2), o que significa que todas as mudanças nos resultados dos modelos de regressão, da 1ª etapa para a 2ª etapa, foram devido à inserção da variável independente.

4.1.5. Resultados

As características descritivas dos participantes, incluindo dados demográficos, medidas autorreportadas, composição corporal e variáveis cinemáticas, estão apresentadas na Tabela 4.1.

Tabela 4.1. Características dos participantes do estudo.

Variáveis	Todos os participantes (n = 100)
Dados demográficos	
Sexo (feminino, %)	60,0
Idade (anos)	24,11 (4,83)
Massa corporal (kg)	72,10 (15,48)
Altura (m)	1,68 (0,08)
IMC (kg/m ²)	25,36 (4,78)
Medidas autorreportadas	
Dor bilateral (%)	57,0
Pior nível de dor no último mês (EVA)	50,70 (20,79)
Nível de dor atual (EVA)	17,06 (21,45)
Duração dos sintomas (meses) †	36 (12–96)
Capacidade funcional (AKPS)	78,44 (10,23)
Nível de atividade física (Questionário de Baecke)	8,28 (1,24)
Composição corporal	
Gordura corporal – Bioimpedância (%)	31,13 (10,74)
Massa muscular esquelética – Bioimpedância (%)	31,36 (7,31)
Cinemática	
Pico angular de inclinação ipsilateral do tronco (°)	6,18 (3,70)
Pico angular de inclinação contralateral da pelve (°)	4,40 (2,79)
Pico angular de adução do quadril (°)	15,13 (4,12)
Pico angular de abdução do joelho (°)	5,47 (5,30)

Nota: Os dados estão apresentados como média (desvio padrão) a menos que seja indicado de outra forma. † Dados apresentados como mediana (intervalo interquartil). Abreviaturas: AKPS = *Anterior Knee Pain Scale*; IMC = índice de massa corporal; EVA = escala visual analógica.

Maior gordura corporal e menor massa muscular esquelética apresentaram forte correlação com maior pico angular de abdução de joelho durante a atividade de descida de

degrau ($r = 0,55$ e $-0,60$, respectivamente). Não foram encontradas correlações significativas entre gordura corporal e massa muscular esquelética com pico angular de inclinação ipsilateral do tronco, pico angular de inclinação contralateral da pelve e pico angular de adução do quadril. Não foram encontradas associações significativas entre o IMC e quaisquer variáveis cinemáticas (Tabela 4.2).

Tabela 4.2. Coeficientes de correlação parcial (r) entre IMC, gordura corporal, massa muscular esquelética, e variáveis cinemáticas.^a

Variáveis	IMC (kg/m ²)	Gordura corporal (%)	Massa muscular esquelética (%)
Pico angular de inclinação ipsilateral do tronco (°)	0,22 (0,39)	0,22 (0,40)	-0,27 (0,29)
Pico angular de inclinação contralateral da pelve (°)	-0,09 (0,73)	-0,00 (0,97)	-0,01 (0,95)
Pico angular de adução de quadril (°)	0,19 (0,46)	0,20 (0,43)	-0,17 (0,52)
Pico angular de abdução de joelho (°)	0,42 (0,10)	0,55 (0,02)	-0,60 (0,01)

Nota: Os dados estão apresentados como r (valor de p). ^a = Ajustado para sexo, presença de dor bilateral, e nível de atividade física (questionário de Baecke). Abreviaturas: IMC = índice de massa corporal.

A gordura corporal explicou 29,9% da variância no pico angular de abdução do joelho ($p = 0,02$). A massa muscular esquelética explicou 35,6% da variância no pico angular de abdução do joelho ($p = 0,01$) (Tabela 4.3).

Tabela 4.3. Regressão linear hierárquica entre gordura corporal e massa muscular esquelética com pico angular de abdução do joelho.

Variável dependente	Modelo	Variável independente	R ²	ΔR^2	ΔF	β (IC 95%)
Gordura Corporal						
Pico angular de abdução de joelho (°)	1	Covariáveis ^a	0,076			
	2	Gordura corporal	0,375	0,299	6,193*	0,43 (2,48 a 0,02)
Massa muscular esquelética						
Pico angular de abdução de joelho (°)	1	Covariáveis ^a	0,076			
	2	Massa muscular esquelética	0,432	0,356	8,057*	-1,10 (-2,83 a 0,01)

^a = Ajustado para sexo, presença de dor bilateral, e nível de dor atual. * $p < 0,05$. Abreviaturas: AKPS = Anterior Knee Pain Scale; IMC = índice de massa corporal; IC = intervalo de confiança.

4.1.6. Discussão

Nossa hipótese foi parcialmente confirmada. Especificamente, apenas a gordura corporal e a massa muscular esquelética foram associadas com maior abdução de joelho durante a descida de degrau. Entretanto, a gordura corporal, massa muscular esquelética e o IMC não apresentaram associação com as variáveis cinemáticas do tronco, pelve e quadril.

Em estudo prévio, Nakagawa e colaboradores³ compararam a cinemática do tronco, pelve, quadril e joelho em diferentes angulações de flexão de joelho (15°, 30°, 45° e 60°) durante tarefa de descida de degrau em pessoas com DFP e pessoas assintomáticas; os autores encontraram maior inclinação ipsilateral do tronco, inclinação contralateral da pelve, adução de quadril e abdução do joelho em pessoas com DFP comparado a assintomáticos.³ Entretanto, os principais achados desse estudo indicam que maior gordura corporal e menor massa muscular esquelética estão associados apenas ao maior pico de abdução do joelho durante o teste de descida de degrau em pessoas com DFP. O aumento do movimento do joelho no plano frontal (abdução ou valgo) está relacionado ao aumento de forças direcionadas lateralmente a patela,²⁷ o que é reforçado por estudo prévio que identificou que o aumento de 10° no ângulo-Q resultou em um aumento de 45% no pico de pressão de contato no aspecto lateral da articulação femoropatelar.²⁸ Por sua vez, a sobrecarga na articulação femoropatelar é um dos principais mecanismos associados com o surgimento e agravamento da condição.² Além disso, a maior abdução de joelho durante descida de degrau está associado com pior nível de dor e capacidade funcional em pessoas com DFP.²⁹ Portanto, nossos achados reforçam que o controle da composição corporal (ou seja, da gordura corporal e massa muscular esquelética, e não do IMC por si só) pode ser um importante alvo de tratamento da DFP, que normalmente está associada a altas taxas de recorrência e cronicidade em longo prazo.⁶ É possível que a redução da gordura corporal e o aumento da massa muscular esquelética sejam mediadores de melhora na cinemática e, conseqüentemente, de desfechos clínicos em pessoas com DFP. Futuros ensaios clínicos aleatorizados são necessários para avaliar a eficácia desse tipo de intervenção para a DFP.

Contrário à nossa hipótese inicial, o IMC, a gordura corporal e a massa muscular esquelética não estão associados a cinemática do tronco, pelve e quadril no plano frontal. Uma possível explicação para esse achado é que pessoas com DFP podem apresentar distribuição heterogênea de alterações biomecânicas, com diferentes alterações em regiões proximais, locais e distais dependendo da tarefa avaliada. Por exemplo, Ferrari e colaboradores³⁰ investigaram

parâmetros cinemáticos proximais, locais e distais durante a subida de escadas em mulheres com DFP e identificaram que 48% das participantes apresentaram alterações cinemáticas em regiões proximais, locais e distais, 24% em regiões proximais e locais, 16% em regiões locais e distais e 12% em regiões proximais e distais, o que reforça essa hipótese. Além disso, os picos angulares, embora amplamente utilizados, fornecem informação sobre um momento específico do movimento. É possível que análises que considerem toda a curva do movimento, tais como análise funcional dos dados e mapeamento paramétrico estatístico, forneçam um panorama mais completo e acurado da relação entre o sobrepeso e obesidade e a cinemática do tronco, pelve, quadril e joelho de pessoas com DFP.

4.1.6.1. Limitações

A única tarefa avaliada em nosso estudo foi a descida de degrau, o que limita a extrapolação de nossos achados para outras tarefas, como caminhada, salto, corrida e agachamento. Embora estudo prévio tenha demonstrado que a tarefa de descida de degrau é uma das que melhor diferencia a cinemática de mulheres com DFP e assintomáticas,³¹ futuros estudos explorando a associação entre o sobrepeso e obesidade com a cinemática do tronco, pelve, quadril e joelho podem apresentar resultados diferentes dependendo da tarefa considerada. Além disso, somente o pico angular foi considerado na avaliação das variáveis cinemáticas; é possível que análises mais robustas considerando toda a curva do movimento durante o ciclo completo da descida de degrau forneça informações mais precisas do impacto do sobrepeso e obesidade no padrão de movimento de pessoas com DFP. Por fim, o desenho experimental do nosso estudo não permite recomendações diretas sobre intervenções para DFP.

4.1.7. Conclusão

Maior gordura corporal e menor massa muscular esquelética estão associados a maior abdução de joelho durante descida de degrau em pessoas com DFP. Isso pode sugerir que abordar a composição corporal durante o tratamento de homens e mulheres com DFP pode ser importante para alterar desfechos cinemáticos.

4.1.8. Referências

1. Collins NJ, Barton CJ, Van Middelkoop M, 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(18):1170-1178. doi:10.1136/bjsports-2018-099397
2. 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
 3. Nakagawa TH, Moriya ÉTU, Maciel CD, Serrão F V. Frontal plane biomechanics in males and females with and without patellofemoral pain. *Med Sci Sports Exerc.* 2012;44(9):1747-1755. doi:10.1249/MSS.0b013e318256903a
 4. Souza RB, Powers CM. Differences in hip kinematics, muscle strength, and muscle activation between subjects with and without patellofemoral pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009;39(1):12-19. doi:10.2519/jospt.2009.2885
 5. 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. doi:10.1016/j.gaitpost.2017.07.034
 6. 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.* 2015;1-7. doi:10.1136/bjsports-2015-094664
 7. Fok LA, Schache AG, Crossley KM, Lin Y, Pandy MG. Patellofemoral joint loading during stair ambulation in people with patellofemoral osteoarthritis. *Arthritis Rheum.* 2013;65(8):2059-2069. doi:10.1002/art.38025
 8. Trepczynski A, Kutzner I, Kornaropoulos E, et al. Patellofemoral joint contact forces during activities with high knee flexion. *J Orthop Res.* 2012;30(3):408-415. doi:10.1002/jor.21540
 9. Hussain SM, Tan MC, Stathakopoulos K, et al. How are obesity and body composition related to patellar cartilage? A systematic review. *J Rheumatol.* 2017;44(7):1071-1082. doi:10.3899/jrheum.151384
 10. Wearing SC, Hennig EM, Byrne NM, Steele JR, Hills AP. Musculoskeletal disorders associated with obesity: a biomechanical perspective. *Obes Rev.* 2006;7:239-250.
 11. Browning RC. Locomotion mechanics in obese adults and children. *Curr Obes Rep.* 2012;1:152-159. doi:10.1007/s13679-012-0021-z
 12. Choi H, Lim J, Lee S. Body fat-related differences in gait parameters and physical fitness level in weight-matched male adults. *Clin Biomech.* 2021;81:105243. doi:10.1016/j.clinbiomech.2020.105243

13. Silva FR, Mara A, Muniz DS, Cerqueira LS, Nadal J. Biomechanical alterations of gait on overweight subjects. *Res Biomed Eng*. 2018;34(4):291-298. doi:10.1590/2446-4740.180017
14. Bollinger LM, Walaszek MC, Seay RF, Ransom AL. Knee extensor torque and BMI differently relate to sit-to-stand strategies in obesity. *Clin Biomech*. 2019;62:28-33. doi:10.1016/j.clinbiomech.2019.01.002
15. Ferreira AS, Mentiplay BF, Taborda B, Pazzinatto MF, de Azevedo FM, de Oliveira Silva D. Overweight and obesity in young adults with patellofemoral pain: Impact on functional capacity and strength. *J Sport Heal Sci*. 2021. doi:10.1016/j.jshs.2020.12.002
16. 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
17. Ferreira AS, Mentiplay BF, Taborda B, Pazzinatto MF, de Azevedo FM, De Oliveira Silva D. Exploring overweight and obesity beyond body mass index: a body composition analysis in people with and without patellofemoral pain. *J Sport Heal Sci*. 2021. doi:10.1016/j.jshs.2021.06.003
18. 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
19. 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
20. 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
21. Baecke JAH, Burema J, Frijters JER. A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. *Am J Clin Nutr*. 1982;36(November):936-942.
22. Briani R, Cannon J, Waiteman M, Filho R de FN, Magalhães FH, de Azevedo FM. Influence of the exacerbation of patellofemoral pain on trunk kinematics and lower limb

- mechanics during stair negotiation. *Gait Posture*. 2021;83:83-87. doi:10.1016/j.gaitpost.2020.10.008
23. Field A. *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*. 4th editio. SAGE Publications Ltd.; 2013.
 24. Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. 2nd ed. New York: Routledge Academic; 1988.
 25. Boling MC, Nguyen A, Padua DA, Cameron KL, Beutler A, Marshall SW. Gender-specific risk factor profiles for patellofemoral pain. *Clin J Sport Med*. 2019;1-8. doi:10.1097/JSM.0000000000000719
 26. Silva BGC da, Silva ICM da, Ekelund U, et al. Associations of physical activity and sedentary time with body composition in Brazilian young adults. *Sci Rep*. 2019;9:5444. doi:10.1038/s41598-019-41935-2
 27. Powers CM. The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: a theoretical perspective. *J Orthop Sport Phys Ther*. 2003;33(11):639-646. doi:10.2519/jospt.2003.33.11.639
 28. Huberti H, Hayes W. Patellofemoral contact pressures. The influence of q-angle and tendofemoral contact. *J Bone Jt Surg*. 1984;66(5):715-724.
 29. Nakagawa T, Serrão F, Maciel C, Powers C. Hip and knee kinematics are associated with pain and self-reported functional status in males and females with patellofemoral pain. *Int J Sports Med*. 2013;34(11):997-1002. doi:10.1055/s-0033-1334966
 30. 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*. 2017;(January):0-1. doi:10.1016/j.gaitpost.2017.07.034
 31. Lopes C, Barton G, Delgado L, et al. Step down tests are the tasks that most differentiate the kinematics of women with patellofemoral pain compared to asymptomatic controls. *Gait Posture*. 2019;72:129-134. doi:10.1016/j.gaitpost.2019.05.023

5. CAPÍTULO 5: IMPACTO DO SOBREPESO E OBESIDADE NOS MECANISMOS DA DOR DE PESSOAS COM DOR FEMOROPATELAR

5.1. Estudo original 4: A gordura corporal e a massa muscular esquelética, mas não o índice de massa corporal, estão associados à hiperalgesia mecânica em adultos jovens com dor femoropatelar*

5.1.1. Resumo

Objetivos: Investigar a associação entre IMC, gordura corporal, e massa muscular esquelética com a hiperalgesia mecânica local, disseminada e generalizada e dor autorreportada em adultos jovens com DFP. **Métodos:** Cento e quatorze adultos jovens com DFP (idade entre 18-35 anos, 62% mulheres) participaram desse estudo transversal. Dados demográficos e dor autorreportada (EVA de 0 – 100 mm) foram registrados. A gordura corporal e a massa muscular esquelética foram mensuradas por meio da análise de bioimpedância. Hiperalgesia mecânica local, disseminada e generalizada foi medida por meio de um algômetro portátil (limiar pressórico de dor) em três locais: centro da patela do joelho mais sintomático, músculo tibial anterior ipsilateral e membro superior contralateral. A associação entre IMC, gordura corporal, e massa muscular esquelética com hiperalgesia mecânica e dor autorreportada foi investigada por meio de correlações parciais e modelos de regressão hierárquica (ajustados para sexo, dor bilateral e duração dos sintomas). **Resultados:** Maior gordura corporal e menor massa muscular esquelética foram associadas a hiperalgesia mecânica local, disseminada e generalizada ($\Delta R^2 = 0,09$ a $0,17$, $p \leq 0,001$; $\Delta R^2 = 0,14$ a $0,26$, $p < 0,001$, respectivamente) e maior dor autorreportada ($\Delta R^2 = 0,10$, $p < 0,001$; $\Delta R^2 = 0,06$, $p = 0,007$, respectivamente). Maior IMC foi associado a maior dor autorreportada ($\Delta R^2 = 0,10$, $p = 0,001$), mas não foi associado a nenhuma medida de hiperalgesia mecânica ($p > 0,05$). **Conclusão:** Maior gordura corporal e menor massa muscular esquelética explicaram parcialmente a hiperalgesia mecânica local, disseminada e generalizada e maior dor autorreportada em jovens adultos com DFP, enquanto o IMC apenas explicou parcialmente o a maior dor autorreportada. Esses fatores devem ser considerados ao avaliar as pessoas com DFP e desenvolver seu plano de tratamento.

* Este estudo foi submetido para revisão por pares.

5.1.2. Resumo gráfico

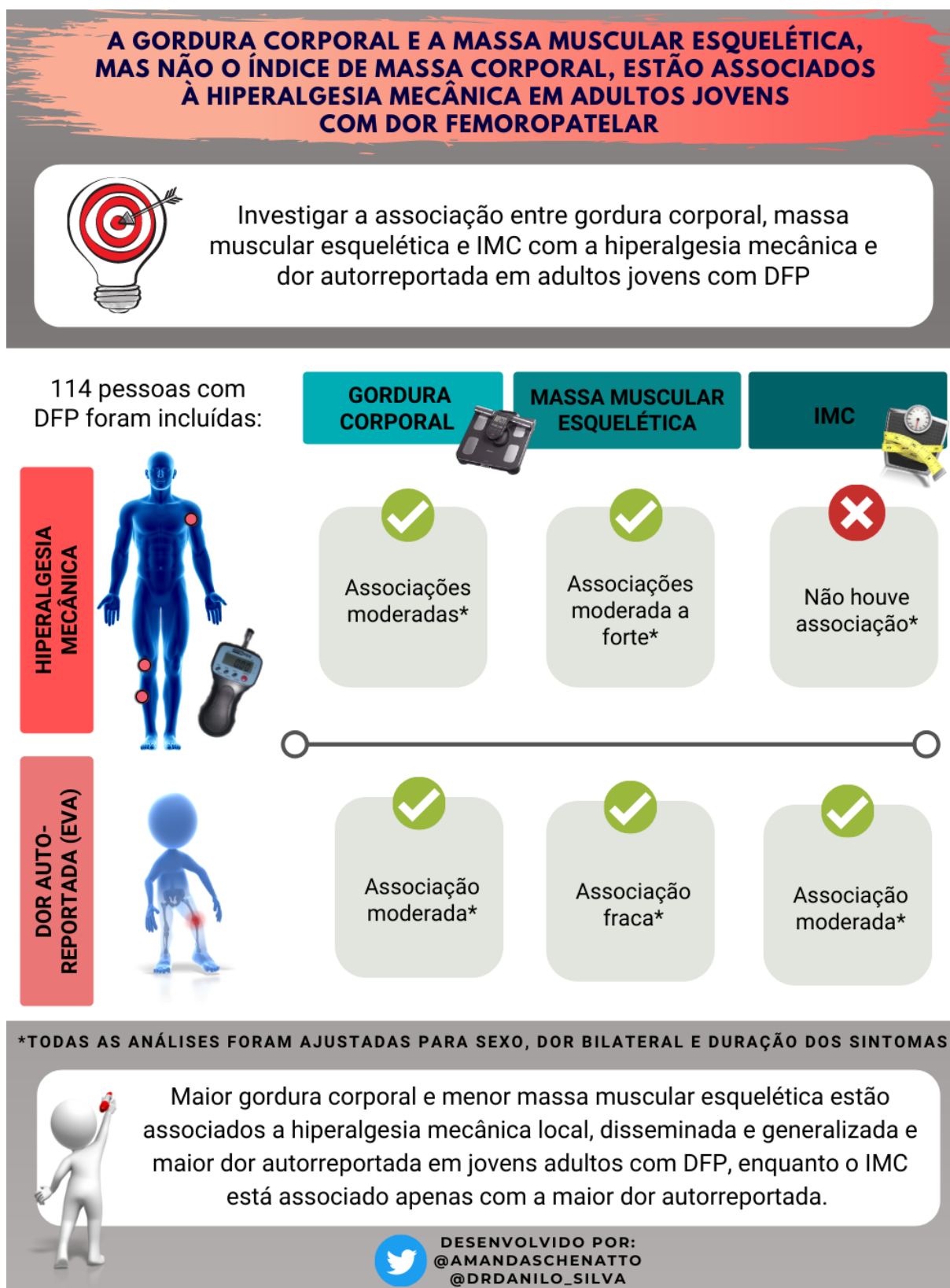


Figura 5.1. Resumo gráfico do estudo original 4.

5.1.3. Introdução

Apesar da DFP ser tradicionalmente associada à carga anormal da articulação femoropatelar,¹ evidências recentes indicam que não há relação direta entre a dor e a sobrecarga da articulação patelofemoral.² Outros fatores, como a presença de hiperalgesia mecânica (ou seja, "dor aumentada como consequência de um estímulo que normalmente provoca dor"),³ podem desempenhar um papel maior na experiência de dor de pessoas com DFP.⁴⁻⁷ Revisões sistemáticas recentes^{8,9} reportaram que pessoas com DFP possuem menor limiar pressórico de dor em regiões locais (na articulação do joelho) e em regiões remotas (como músculo tibial anterior, cotovelo e tubérculo menor do úmero) em comparação com pessoas assintomáticas, indicando a presença de hiperalgesia mecânica local, disseminada e generalizada.

Adultos jovens com DFP também possuem maior IMC comparado a controles assintomáticos.¹⁰ Correlações entre medidas de composição corporal e hiperalgesia mecânica foram encontradas em condições musculoesqueléticas crônicas (ou seja, maior IMC e gordura corporal foram associados a maior hiperalgesia mecânica).¹¹⁻¹⁴ Níveis aumentados de citocinas pró-inflamatórias produzidas pelo tecido adiposo foram encontradas anteriormente em populações com sobrepeso,¹⁵ o que pode levar à sensibilização de nociceptores periféricos e vias de transmissão nociceptivas centrais (ou seja, sensibilização periférica e central, respectivamente).¹⁶ Níveis elevados de citocinas pró-inflamatórias também foram associados longitudinalmente à redução da massa muscular esquelética,¹⁷ o que pode contribuir para a presença de sensibilização. Um estudo recente em uma população assintomática de ambos os sexos encontrou que maior IMC e gordura corporal foram associados a menor limiar pressórico de dor.¹⁸ A associação entre medidas de composição corporal (por exemplo, IMC, gordura corporal, massa muscular esquelética) e hiperalgesia mecânica nunca foi explorada em adultos jovens com DFP. A compreensão de como o IMC, a gordura corporal, e a massa muscular esquelética estão associados à experiência de dor nesta população provavelmente ajudará a orientar profissionais de saúde e pesquisadores a melhorar o tratamento da DFP (por exemplo, atualmente não há nenhum ensaio clínico explorando intervenções visando a perda de peso de pessoas com DFP).¹⁹ Portanto, o objetivo deste estudo é explorar a associação entre IMC, gordura corporal, e massa muscular esquelética com hiperalgesia mecânica local, disseminada e generalizada e dor autorreportada em adultos jovens com DFP. Nossa hipótese é de que o aumento do IMC e da gordura corporal e a diminuição da massa muscular esquelética estariam associados com maior hiperalgesia mecânica e dor autorreportada.

5.1.4. Métodos

5.1.4.1. Desenho do estudo

Este estudo transversal foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade (número: 1.484.129). Este estudo foi reportado de acordo com o *checklist* STROBE.²⁰ O consentimento informado de todos os participantes foi obtido previamente ao início do estudo.

5.1.4.2. Participantes

Cento e quatorze pessoas com DFP foram recrutadas na comunidade por meio de anúncios em universidades, academias e postagens nas redes sociais entre outubro de 2018 a novembro de 2019. Os critérios de elegibilidade foram avaliados por um fisioterapeuta experiente (> 7 anos avaliando pessoas com DFP), com base em um consenso da DFP²¹ e estão descritos detalhadamente na tabela 2.1 (Capítulo 2, tópico 2.1.4.1). Os participantes incluídos foram orientados a se abster de quaisquer medicamentos e a evitar atividades físicas não habituais nos 7 dias anteriores à coleta de dados.

5.1.4.3. Procedimentos

Os participantes realizaram uma sessão única de avaliação, durante a qual foram obtidos dados demográficos, medidas de dor autorreportada, análise de bioimpedância e medidas de hiperalgesia mecânica local, disseminada e generalizada (limiares pressóricos de dor). Quando o limiar pressórico de dor foi avaliado nos membros inferiores (centro da patela e músculo tibial anterior) a perna sintomática ou mais sintomática (no caso de sintomas bilaterais) foi considerada.

5.1.4.4. Dados demográficos e medidas autorreportadas

Características demográficas, incluindo idade, sexo, altura e massa corporal, foram obtidas, juntamente com a duração dos sintomas (em meses) e presença de dor bilateral (sim / não). A altura (cm) e a massa corporal (kg) foram medidas com precisão de 0,1 cm e 0,1 kg, respectivamente, com o participante vestindo roupas leves e sem calçado. O IMC foi calculado como a massa corporal (kg) dividida pela altura (m) ao quadrado.

Todos os participantes avaliaram a intensidade atual de sua dor no joelho (antes das medições do limiar pressórico de dor) e a pior intensidade da dor no joelho durante o último mês, medida em um EVA de 0–100 mm.²²

5.1.4.5. Análise de bioimpedância

A gordura corporal e a massa muscular esquelética foram mensuradas por meio da análise de bioimpedância, conforme descrito no tópico 2.1.4.3.2 (Capítulo 2).

5.1.4.6. Hiperalgesia mecânica (limiar pressórico de dor)

A hiperalgesia mecânica foi medida usando um algômetro digital portátil (limiares de dor por pressão) (Wagner FPXTM 25, Greenwich, CT, EUA) com área da ponteira de 1cm^2 e taxa de pressão de $0,50\text{ kgf/s}$.^{4,5} Os limiares pressóricos de dor foram medidos nos seguintes locais, em ordem aleatória: (1) Local: centro da patela do joelho mais sintomático; (2) Disseminado: músculo tibial anterior ipsilateral (ventre muscular do tibial anterior, 5 cm distal à tuberosidade tibial); e (3) Generalizado: membro superior contralateral (tubérculo menor do úmero).^{4,5,23} As medidas foram realizadas com os participantes em decúbito dorsal sobre a maca de exame, e com a ponteira do algômetro posicionada perpendicularmente à pele. Foi instruído aos participantes que uma pressão crescente seria aplicada em três locais de teste (local, disseminado e generalizado) e que eles deveriam indicar o momento em que percebessem a sensação de pressão se tornar uma sensação de dor. Nesse momento, a força máxima aplicada indicada no display do algômetro em kgf era registrada e definida como o limiar pressórico de dor. As medidas foram realizadas duas vezes em cada local, com intervalo de 30 segundos entre os testes, e a média foi utilizada para a análise.^{4,5} Todas as medidas foram realizadas pela mesma avaliadora.

A reprodutibilidade teste-reteste foi realizada em 20% da amostra (21 participantes) em dois dias separados, com intervalo de 2 a 7 dias entre as avaliações. Coletamos oito participantes no início do estudo, oito participantes no meio e cinco participantes no final, a fim de evitar viés de treinamento. A reprodutibilidade intraexaminador para as medidas de hiperalgesia mecânica foi calculada usando o coeficiente de correlação intraclasse ($\text{ICC}_{2,k}$). Encontramos confiabilidade moderada a boa para todas as medidas²⁴ ($\text{ICC}_{2,2} = 0,80$ para o centro da patela; $0,62$ para o tibial anterior; e $0,76$ para o tubérculo menor do úmero).

5.1.4.7. Análise estatística

O cálculo do tamanho da amostra foi realizado *a priori* e de acordo com as recomendações de Green.²⁵ Um tamanho mínimo de amostra de $104 + k$ (onde k é o número de preditores) é sugerido para testar preditores individuais dentro de um modelo de regressão.²⁵

Considerando que temos 4 variáveis preditivas, precisaríamos de pelo menos um tamanho de amostra de $104 + 4 = 108$.

Os dados foram analisados por meio do *software* PASW Statistics (Versão 18; SPSS Inc., Chicago, IL, EUA). O nível de significância para todas as análises foi estabelecido em 0,05. Os dados foram verificados quanto à normalidade e homogeneidade da variância usando o teste de Shapiro-Wilk e o teste de Levene, respectivamente. Quando os dados não foram normalmente distribuídos, foi realizada a transformação em log antes das análises. Estatísticas descritivas foram utilizadas para descrever as características dos participantes, gordura corporal, massa muscular esquelética, dor autorreportada e hiperalgesia mecânica.

Coeficientes de correlação parcial foram usados para quantificar a associação entre variáveis independentes (IMC, gordura corporal, e massa muscular esquelética) com variáveis dependentes (hiperalgesia mecânica local, disseminada e generalizada [limiares de dor por pressão] e dor autorreportada no mês atual e anterior [VAS]), ajustando para covariáveis (sexo, presença de dor bilateral e duração dos sintomas). Todas as variáveis que apresentaram correlação significativa ($p < 0,05$) foram inseridas em modelos de regressão hierárquica.

Modelos de regressão hierárquica individuais foram usados para identificar se o IMC, a gordura corporal, e a massa muscular esquelética são preditores significativos das variáveis dependentes (hiperalgesia mecânica local, disseminada e generalizada e dor autorreportada atual e no mês anterior) que apresentaram correlações significativas. Para ajustar o modelo para covariáveis, dados referentes ao sexo, presença de sintomas bilaterais e duração dos sintomas foram inseridos primeiro no modelo de regressão hierárquica (modelo 1). Em seguida, a gordura corporal, a massa muscular esquelética ou o IMC foram adicionados ao modelo (modelo 2). Isso significa que todas as mudanças nos resultados dos modelos de regressão, do primeiro para o segundo modelo, foram decorrentes da inserção da variável independente (gordura corporal, massa muscular esquelética ou IMC). A figura 5.2 demonstra em detalhes o desenho experimental de nosso estudo.

O sexo dos participantes foi inserido como covariável devido a resultados de estudos anteriores que indicam diferenças entre os sexos na apresentação clínica de pessoas com DFP.^{26,27} A dor bilateral foi inserida como covariável devido à nossa amostra incluir participantes tanto com sintomas unilaterais quanto bilaterais, o que poderia influenciar os resultados.⁶ Por fim, a maior duração dos sintomas está associada a pior prognóstico da DFP²⁸ e a limiares de dor por pressão mais elevados em uma coorte de adolescentes com DFP,²⁹ portanto, também incluímos a duração dos sintomas como covariável.

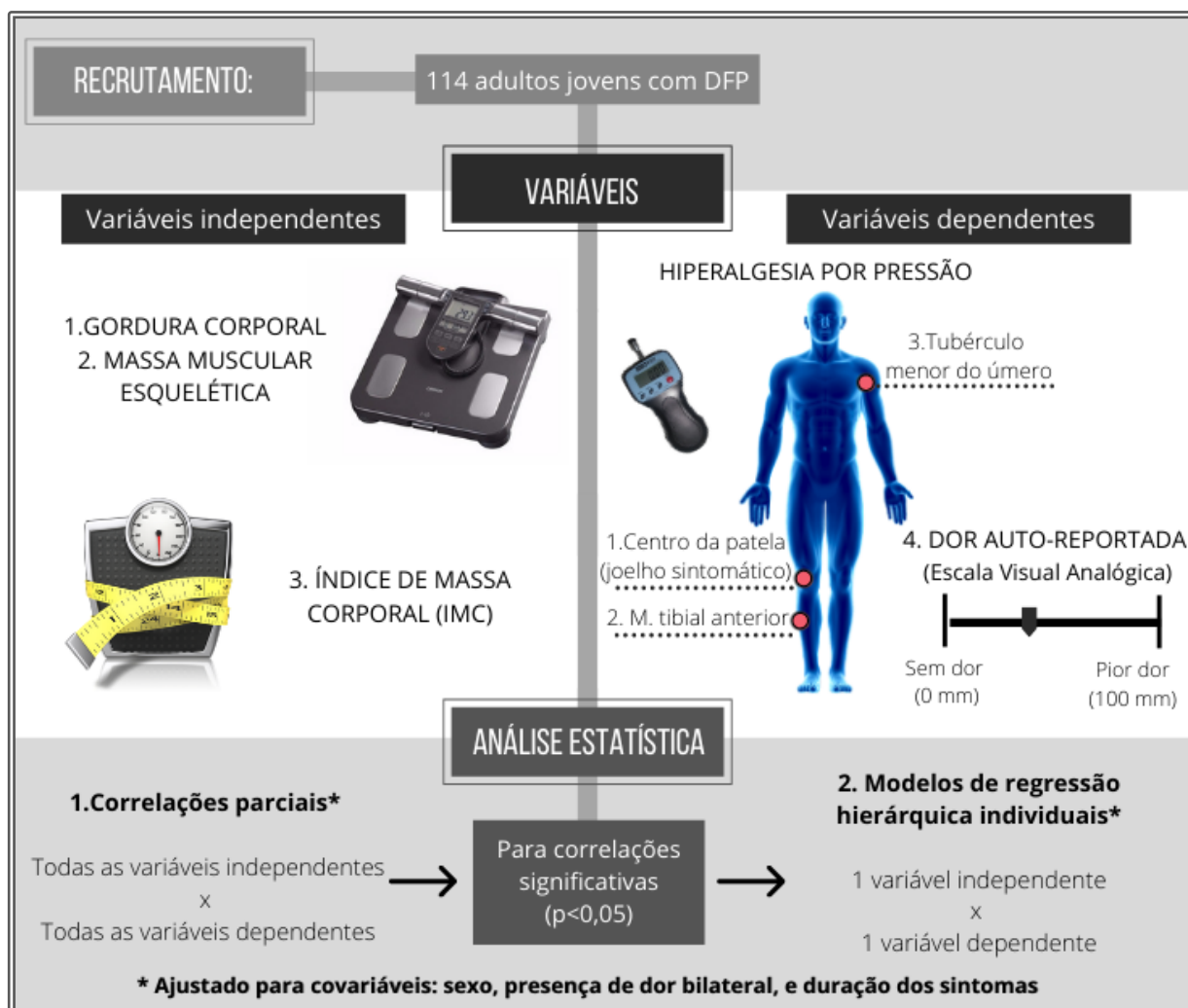


Figura 5.2. Fluxograma descrevendo nossa abordagem experimental.

5.1.5. Resultados

As características descritivas dos participantes, incluindo dados demográficos, gordura corporal e massa muscular esquelética, hiperalgesia mecânica e dor autorreportada, estão apresentadas na Tabela 5.1.

Tabela 5.1. Características dos participantes com DFP.

Variáveis	Todos os participantes (n=114)
Dados demográficos	
Idade (anos)	24,07 (4,75)
Massa corporal (kg)	71,87 (15,13)
Altura (m)	1,68 (0,08)
IMC (kg/m ²)	25,22 (4,71)
Dor bilateral (n; %)	66 (58)
Sexo (n; % mulheres)	71 (62)
Nível educacional	
Ensino fundamental completo (%)	1
Ensino médio completo (%)	10
Ensino superior incompleto (%)	55
Ensino superior completo (%)	34
Medidas autorreportadas	
Dor atual (EVA)	17,59 (23,06)
Pior nível de dor no último mês (EVA)	49,91 (21,82)
Duração dos sintomas (meses)†	36,00 (12,00 - 96,00)
Análise de bioimpedância	
Gordura corporal (%)	31,26 (10,71)
Massa muscular esquelética (%)	31,09 (7,20)
Hiperalgesia mecânica ^a	
Centro da patela (kgf)†	4,69 (3,44-5,74)
Músculo tibial anterior ipsilateral (kgf)†	4,52 (3,51-5,87)
Membro superior contralateral (kgf)†	3,01 (2,34-4,09)

Os dados são apresentados como média (desvio padrão), a menos que seja indicado o contrário. ^a = Limiar pressórico de dor. †Mediana (intervalo interquartil). Abreviações: n = Número de participantes; AKPS = *Anterior knee pain scale*; IMC = Índice de massa corporal; EVA = Escala visual analógica.

Maior gordura corporal foi associada com hiperalgesia mecânica local, disseminada e generalizada ($r = -0,30$ a $-0,42$) e com maior dor autorreportada atual ($r = 0,32$) em adultos jovens com DFP. Menor massa muscular esquelética foi associada com hiperalgesia mecânica local, disseminada e generalizada ($r = 0,35$ a $0,51$) e com maior dor autorreportada atual ($r = -0,25$). Maior IMC foi associado a maior dor autorreportada atual ($r = 0,32$). Não foram encontradas associações significativas entre o IMC e quaisquer medidas de hiperalgesia mecânica. Além disso, não foram encontradas associações significativas entre gordura corporal, massa muscular esquelética e IMC com a dor autorreportada no mês anterior (Tabela 5.2). Os gráficos de dispersão que ilustram as associações (não ajustadas para covariáveis) testadas em nosso estudo são apresentados nas figuras 5.3-5.5.

Tabela 5.2. Coeficientes de correlação parcial (r) a entre gordura corporal, massa muscular esquelética, e IMC com medidas de hiperalgesia mecânica e dor autorreportada.

Variáveis	Gordura corporal (%) r (p)	Massa muscular esquelética (%) r (p)	IMC (kg/m ²) r (p)
Hiperalgesia mecânica^c			
Centro da patela (kgf) ^b	-0,30 (<0,01)	0,35 (<0,01)	-0,08 (0,36)
Músculo tibial anterior ipsilateral (kgf) ^b	-0,39 (<0,01)	0,42 (<0,01)	-0,12 (0,20)
Membro superior contralateral (kgf) ^b	-0,42 (<0,01)	0,51 (<0,01)	-0,10 (0,25)
Dor autorreportada			
Dor atual (EVA)	0,32 (<0,01)	-0,25 (<0,01)	0,32 (<0,01)
Pior nível de dor no último mês (EVA)	0,13 (0,17)	-0,13 (0,15)	0,10 (0,26)

Abreviações: IMC, Índice de massa corporal; EVA, Escala visual analógica. ^a = Ajustado para sexo, presença de dor bilateral, e duração dos sintomas^b. ^b = Transformado em log. ^c = Limiar pressórico de dor. Diferenças significativas estão apresentadas em negrito ($p < 0,05$).

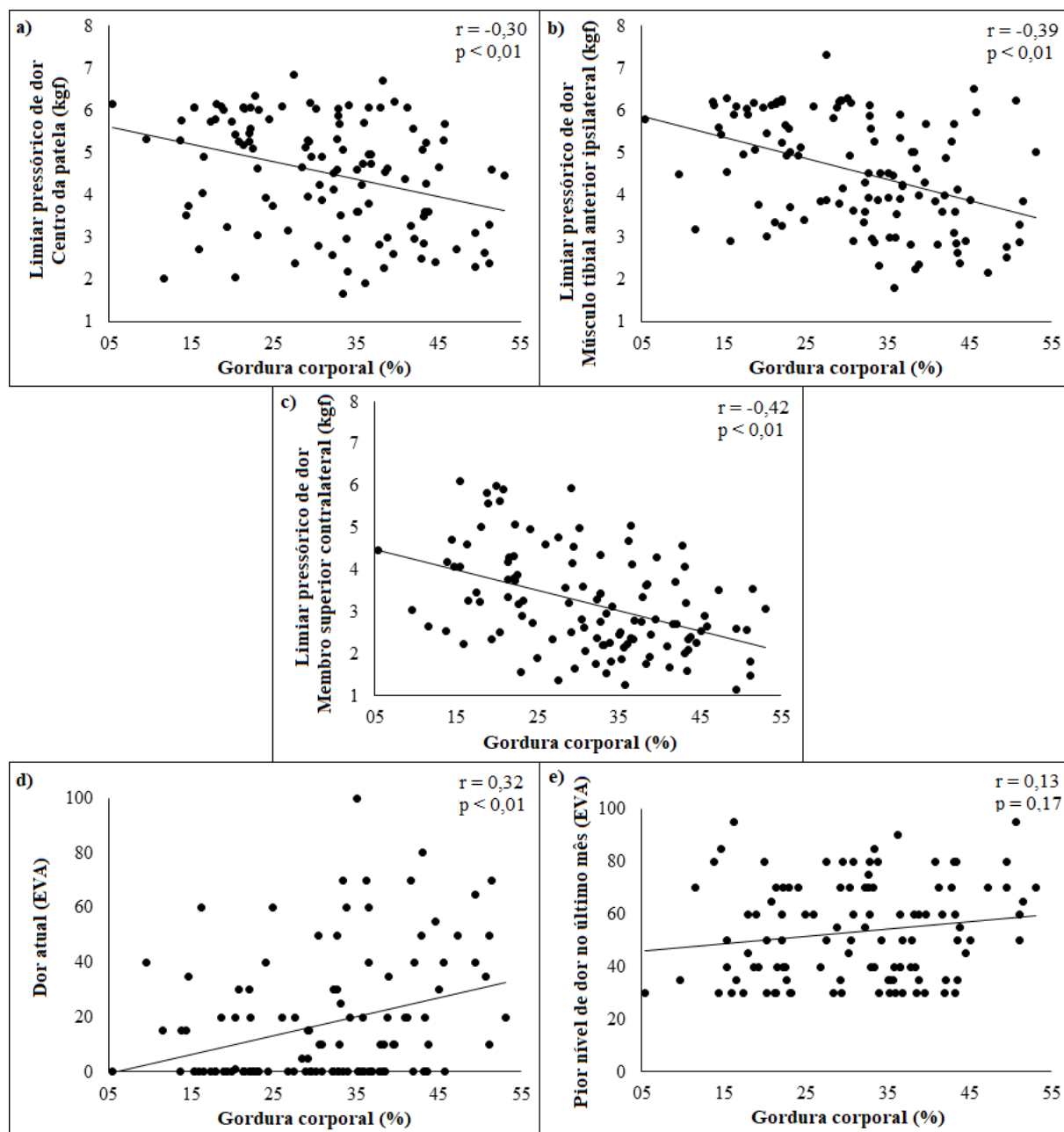


Figura 5.3. Gráficos de dispersão demonstrando a correlação entre gordura corporal (%) com (a – c) medidas de hiperalgesia mecânica (limiares pressóricos de dor) e (d, e) dor autorreportada (EVA).

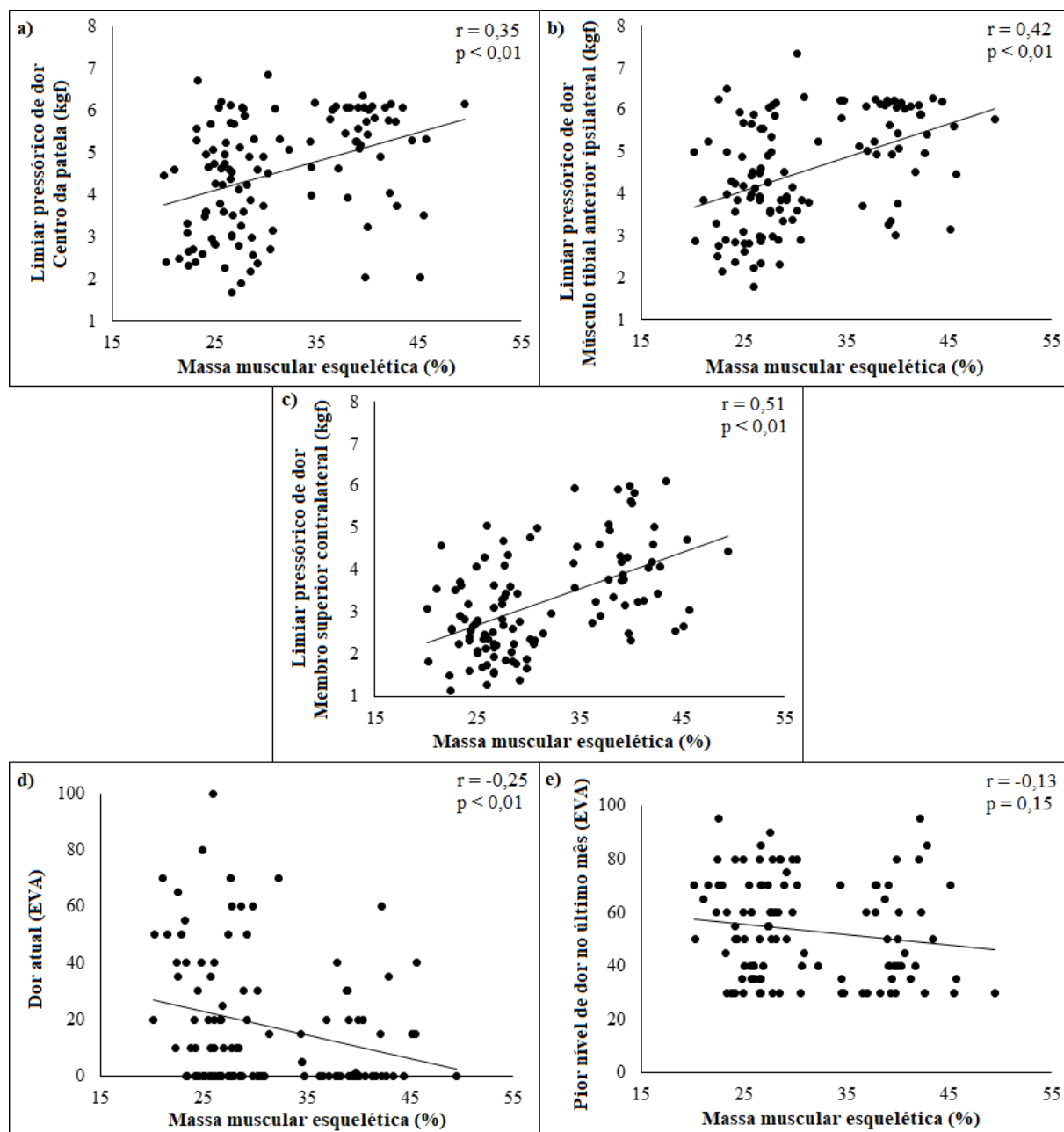


Figura 5.4. Gráficos de dispersão demonstrando a correlação entre massa muscular esquelética (%) com (a – c) medidas de hiperalgesia mecânica (limiares pressóricos de dor) e (d, e) dor autorreportada (EVA).

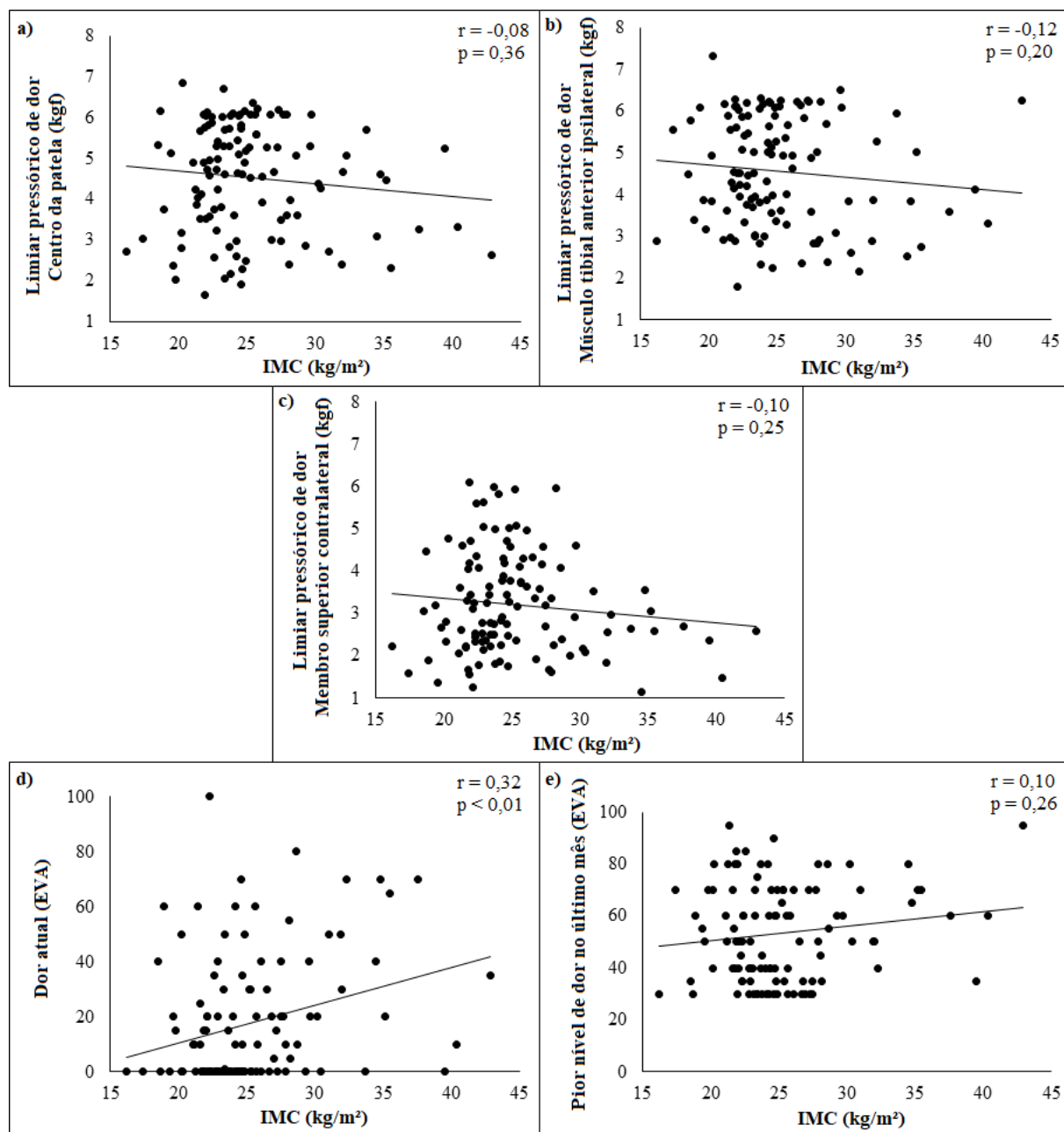


Figura 5.5. Gráficos de dispersão demonstrando a correlação entre IMC (%) com (a – c) medidas de hiperalgesia mecânica (limiares pressóricos de dor) e (d, e) dor autorreportada (EVA).

A gordura corporal explicou 9,1% da variância na hiperalgesia mecânica local (limiar pressórico de dor no centro da patela) ($p = 0,001$), 15,5% da variância na hiperalgesia mecânica disseminada (limiar pressórico de dor no músculo tibial anterior ipsilateral) ($p < 0,001$), 17,5% da variância na hiperalgesia mecânica generalizada (limiar pressórico de dor no membro superior contralateral) ($p < 0,001$) e 10,8% da variância na dor autorreportada atual ($p < 0,001$), após ajuste para as covariáveis (Tabela 5.3). A massa muscular esquelética explicou 14,1% da variância na hiperalgesia mecânica local (limiar pressórico de dor no centro da patela) ($p < 0,001$), 17,6% da variância na hiperalgesia mecânica disseminada (limiar pressórico de dor no músculo tibial anterior ipsilateral) ($p = < 0,001$), 26,5% da variância na hiperalgesia de pressão generalizada (limiar pressórico de dor no membro superior contralateral) ($p < 0,001$) e 6,5% da variância na dor autorreportada atual ($p = 0,007$), após ajuste para as covariáveis (Tabela 5.4). O IMC explicou 10,4% da variância da dor autorreportada atual ($p = 0,001$), após ajuste para as covariáveis (Tabela 5.5).

Tabela 5.3. Regressão linear hierárquica^a entre gordura corporal, medidas de hiperalgesia mecânica^b e dor autorreportada.

Variável dependente	Modelo	Variável independente	R ²	ΔR ²	Mudança-F (Mudança-F sig.)	B (IC 95%)
Hiperalgesia mecânica^c						
Centro da patela (kgf) ^b	1	Covariáveis ^a	0,101			
	2	Gordura corporal	0,192	0,091	11,193 (0,001)	-0,004 (-0,007 a -0,002)
Músculo tibial anterior ipsilateral (kgf) ^b	1	Covariáveis ^a	0,106			
	2	Gordura corporal	0,261	0,155	20,632 (<0,001)	-0,005 (-0,007 a 0,003)
Membro superior contralateral (kgf) ^b	1	Covariáveis ^a	0,099			
	2	Gordura corporal	0,274	0,175	23,678 (<0,001)	-0,006 (-0,009 a -0,004)
Dor autorreportada						
Dor atual (EVA)	1	Covariáveis ^a	0,085			
	2	Gordura corporal	0,193	0,108	13,358 (<0,001)	0,67 (0,30 a 1,04)

Abreviações: EVA, Escala visual analógica. ^a = Ajustado para sexo, presença de dor bilateral, e duração dos sintomas^b. ^b = Transformado em log. ^c = Limiar pressórico de dor. Resultados significativos estão apresentados em negrito (p < 0,05).

Tabela 5.4. Regressão linear hierárquica^a entre massa muscular esquelética, medidas de hiperalgesia mecânica e dor autorreportada.

Variável dependente	Modelo	Variável independente	R ²	ΔR ²	Mudança-F (Mudança-F sig.)	B (IC 95%)
Hiperalgesia mecânica^c						
Centro da patela (kgf) ^b	1	Covariáveis ^a	0,100			
	2	Massa muscular esquelética	0,241	0,141	18,360 (<0,001)	0,071 (0,038 a 0,104)
Músculo tibial anterior ipsilateral (kgf) ^b	1	Covariáveis ^a	0,107			
	2	Massa muscular esquelética	0,283	0,176	24,100 (<0,001)	0,078 (0,046 a 0,109)
Membro superior contralateral (kgf) ^b	1	Covariáveis ^a	0,100			
	2	Massa muscular esquelética	0,365	0,265	40,417 (<0,001)	0,087 (0,060 a 0,114)
Dor autorreportada						
Dor atual (EVA)	1	Covariáveis ^a	0,085			
	2	Massa muscular esquelética	0,150	0,065	7,617 (0,007)	-0,78 (-1,34 a -0,22)

Abreviações: EVA, Escala visual analógica. ^a = Ajustado para sexo, presença de dor bilateral, e duração dos sintomas^b. ^b = Transformado em log. ^c = Limiar pressórico de dor. Resultados significativos estão apresentados em negrito (p < 0,05).

Tabela 5.5. Regressão linear hierárquica^a entre IMC e dor autorreportada.

Variável dependente	Modelo	Variável independente	R ²	ΔR ²	Mudança-F (Mudança-F sig.)	B (IC 95%)
Dor autorreportada						
Dor atual (EVA)	1	Covariáveis ^a	0,088			
	2	IMC	0,192	0,104	12,757 (0,001)	1,48 (0,66 a 2,31)

Abreviações: EVA, Escala visual analógica; IMC, Índice de massa corporal. ^a = Ajustado para sexo, presença de dor bilateral, e duração dos sintomas^b. ^b = Transformado em log. Resultados significativos estão apresentados em negrito (p < 0,05).

5.1.6. Discussão

Nossos resultados indicam que maior gordura corporal e menor massa muscular esquelética foram associadas a maior hiperalgesia mecânica local, disseminada e generalizada em adultos jovens com DFP. Maior IMC não foi associado a nenhuma medida de hiperalgesia mecânica. Maior gordura corporal e IMC e menor massa muscular esquelética foram associados a maior dor autorreportada mensurada no dia da coleta de dados (dor atual). Nossos resultados fornecem informações preliminares importantes sobre uma ligação em potencial entre as medidas de composição corporal (por exemplo, gordura corporal, massa muscular esquelética e IMC) e hiperalgesia mecânica em adultos jovens com DFP, o que pode direcionar o planejamento de pesquisas futuras e o gerenciamento da DFP.

Em nosso conhecimento, este é o primeiro estudo a identificar associações entre gordura corporal e massa muscular esquelética com hiperalgesia mecânica local, disseminada e generalizada em adultos jovens com DFP. Estudos anteriores avaliando a relação entre gordura corporal e IMC com hiperalgesia mecânica apresentaram achados conflitantes.^{13,18,30} Tashani e colaboradores¹⁸ e Zhang e colaboradores³⁰ reportaram achados semelhantes aos observados em nosso estudo; os autores encontraram que maior gordura corporal e maior IMC foram associados a menor limiar pressórico de dor em uma população sem dor de ambos os sexos e apenas em homens, respectivamente. Maior IMC também foi associado a menores limiares pressóricos de dor em pessoas com dor lombar crônica.¹³ No entanto, ao comparar pessoas sem dor incluídas em diferentes faixas de IMC (ou seja, obesas vs. não obesas), Price e colaboradores³¹ não encontraram nenhuma diferença nos limiares pressóricos de dor. Essa inconsistência pode ser consequência de diferenças nas metodologias de estudo, incluindo populações com dor *versus* sem dor e locais de teste com diferentes acúmulos de gordura subcutânea. Coletivamente, esses achados podem reforçar que a relação entre hiperalgesia e obesidade é específica para algumas populações e está ligada à patologia.

Diversos mecanismos podem explicar os resultados encontrados em nosso estudo. O aumento da massa corporal aumenta a carga em uma articulação femoropatelar já irritada,³² levando à ativação sustentada de nociceptores e à sensibilização do sistema nervoso, resultando em hiperalgesia.⁴ Outro possível mecanismo inclui os efeitos sistêmicos associados ao aumento da gordura corporal, incluindo a produção de citocinas pró-inflamatórias pelo tecido adiposo, resultando na sensibilização de nociceptores periféricos e das vias de transmissão nociceptiva centrais.^{12,15} Por fim, citocinas pró-inflamatórias elevadas foram associadas à perda de massa muscular esquelética,¹⁷ enquanto uma maior massa muscular esquelética foi associada a maior

modulação condicionada da dor,³³ uma medida de inibição da dor endógena. Portanto, a menor massa muscular esquelética poderia resultar em um estado inflamatório mais persistente, novamente levando a uma ativação nociceptora periférica mais prolongada e subsequente sensibilização.

Contrariamente à nossa hipótese, o IMC não foi associado a nenhuma medida de hiperalgesia mecânica. O fato de a gordura corporal e a massa muscular esquelética, mas não o IMC, estarem associadas à hiperalgesia mecânica reforça que o mecanismo subjacente à sensibilização à dor pode não ser simplesmente por meio da sobrecarga da articulação, mas mais provavelmente pelo efeito sistêmico que ocorre como consequência do aumento da adiposidade (maior gordura corporal) e massa muscular reduzida (menor massa muscular esquelética). Isso é corroborado por um estudo recente que não encontrou uma associação direta entre dor e carga na articulação femoropatelar em mulheres com DFP² e uma revisão sistemática recente que não identificou o IMC como fator de risco para o desenvolvimento da DFP.³⁴

A gordura corporal, a massa muscular esquelética e o IMC correlacionaram com a dor autorreportada atual, explicando 10,8%, 6,5% e 10,4% de sua variância, respectivamente. Esses achados se somam às evidências recentes que indicam o impacto potencial das medidas de composição corporal na DFP.¹⁰ A dor é complexa e multifatorial. É improvável que apenas as medidas de composição corporal (gordura corporal, massa muscular esquelética e IMC) expliquem todas as variações na sintomatologia observada nesta população de pacientes. O clínico responsável por avaliar e tratar deve continuar mantendo uma abordagem equilibrada que considere fatores psicossociais (por exemplo, cinesiofobia, catastrofização da dor, ansiedade),³⁵⁻³⁸ biomecânicos, volume de atividade e anatomia/estrutura da pessoa que apresenta DFP.³⁹

5.1.6.1. Implicações clínicas e pesquisas futuras

Considerando nossos achados de que a gordura corporal e a massa muscular esquelética estão relacionadas à hiperalgesia mecânica, e que a gordura corporal, a massa muscular esquelética e o IMC estão relacionados à dor autorreportada em adultos jovens com DFP, deve ser investigado o potencial que esses fatores possuem em predizer a resposta ao tratamento e o prognóstico à longo prazo da condição. É possível que tratamentos visando a redução da gordura corporal e o aumento da massa muscular esquelética possam influenciar direta ou indiretamente a hiperalgesia mecânica em pessoas com DFP, evitando assim os resultados desfavoráveis à longo prazo, associados com a condição.^{28,40} De fato, um estudo recente relatou

uma ligação entre a perda de peso e redução da hiperalgesia mecânica.⁴¹ Além disso, reduções na dor no joelho autorreportada após a perda de peso parecem ser mediadas por redução da hiperalgesia mecânica.⁴² No entanto, até o momento, não há recomendações baseadas em evidências sobre o controle de peso para o tratamento da DFP.¹⁹ Futuros ensaios clínicos são necessários para determinar se a redução da gordura corporal e do IMC e o aumento da massa muscular esquelética são mediadores para melhora na experiência dolorosa de pessoas com DFP.

5.1.6.2. Limitações

Primeiro, devido ao desenho transversal deste estudo, não é possível inferir causalidade. Segundo, nossa amostra tem uma proporção baixa (13%) de pessoas na categoria “obesidade” baseado no IMC,⁴³ o que pode limitar o poder do estudo em detectar associações entre o IMC e hiperalgesia mecânica. É importante ressaltar que isso reflete a prevalência de obesidade na população geral com DFP, visto que a maioria das pessoas com DFP são jovens e fisicamente ativas⁴⁴ e, portanto, menos propensas a serem obesas.⁴⁵ Terceiro, é possível que a espessura do tecido adiposo subcutâneo nos locais de medição influencie a transmissão da pressão externa aplicada, que por sua vez pode afetar a sensação de dor induzida pela pressão. Para evitar que a espessura do tecido adiposo influenciasse nossas medidas de limiares pressóricos de dor, a colocação do algômetro foi feita em locais com diferentes acúmulos de gordura subcutânea (ou seja, em estruturas ósseas – patela e úmero e em tecido mole - músculo tibial anterior). Quarto, usamos apenas estímulos mecânicos (ou seja, limiares pressóricos de dor usando um algômetro digital portátil) para avaliar a hiperalgesia. Uma investigação mais aprofundada da relação entre as medidas de composição corporal (ou seja, gordura corporal, massa muscular esquelética e IMC) com um protocolo expandido de teste sensorial quantitativo (QST) pode contribuir para uma compreensão mais ampla dos processos de sensibilização que ocorrem na DFP. Por fim, o recrutamento de uma amostra de ambos os sexos, na faixa etária entre 18-35 anos, sugere que nossos resultados são generalizáveis para a população de adultos jovens, mas não para adolescentes e população idosa.

5.1.7. Conclusão

Maior gordura corporal e menor massa muscular esquelética, mas não o IMC, foram associadas à hiperalgesia mecânica local, disseminada e generalizada em adultos jovens com DFP. Além disso, maior gordura corporal e IMC, e menor massa muscular esquelética foram

associados a maior dor autorreportada. Coletivamente, esses resultados sugerem que jovens adultos com DFP podem se beneficiar de uma avaliação mais detalhada da composição corporal durante a formulação e prescrição de um plano de tratamento individualizado.

5.1.8. Referências

1. 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
2. De Oliveira Silva D, Willy RW, Barton CJ, Christensen K, Pazzinatto MF, Azevedo FM. Pain and disability in women with patellofemoral pain relate to kinesiophobia, but not to patellofemoral joint loading variables. *Scand J Med Sci Sports*. 2020;(May):1-7. doi:10.1111/sms.13767
3. IASP. IASP terminology.
4. Pazzinatto MF, De Oliveira Silva D, Barton C, Rathleff MS, Briani RV, Azevedo FM de. Female adults with patellofemoral pain are characterized by widespread hyperalgesia, which is not affected immediately by patellofemoral joint loading. *Pain Med*. 2016;17:1953-1961. doi:10.1093/pm/pnw068
5. Pazzinatto MF, De Oliveira Silva D, Pradela J, Bergamaschi M, 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(4):362-367. doi:10.1016/j.jsams.2016.09.004
6. 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*. 2018;19:184-192. doi:10.1093/pm/pnx059
7. 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. doi:10.1097/j.pain.0000000000001356
8. De Oliveira Silva D, Rathleff MS, Petersen K, de Azevedo FM, 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

9. Bartholomew C, Lack S, Neal B. Altered pain processing and sensitisation is evident in adults with patellofemoral pain: a systematic review including meta-analysis and meta-regression. *Scand J Pain.* 2019;20(1):11-27. doi:10.1515/sjpain-2019-0079

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. Yoo JJ, Cho NH, Lim SH, Kim HA. Relationships between body mass index, fat mass, muscle mass, and musculoskeletal pain in community residents. *Arthritis Rheumatol.* 2014;66(12):3511-3520. doi:10.1002/art.38861

12. Okifuji A, Hare BD. The association between chronic pain and obesity. *J Pain Res.* 2015;8:399-408. doi:10.2147/JPR.S55598

13. Imamura M, Chen J, Matsubayashi SR, et al. Changes in pressure pain threshold in patients with chronic nonspecific low back pain. *Spine (Phila Pa 1976).* 2013;38(24):2098-2107.

14. Neumann L, Lerner E, Glazer Y, Bolotin A, Shefer A, Buskila D. A cross-sectional study of the relationship between body mass index and clinical characteristics, tenderness measures, quality of life, and physical functioning in fibromyalgia patients. *Clin Rheumatol.* 2008;27:1543-1547. doi:10.1007/s10067-008-0966-1

15. Mcvinnie DS. Obesity and pain. *Br J Pain.* 2013;7(4):163-170. doi:10.1177/2049463713484296

16. Schaible H. Nociceptive neurons detect cytokines in arthritis. *Arthritis Res Ther.* 2014;16:470. doi:10.1186/s13075-014-0470-8

17. Alemán H, Esparza J, Ramirez FA, Astiazaran H, Payette H. Longitudinal evidence on the association between interleukin-6 and C-reactive protein with the loss of total appendicular skeletal muscle in free-living older men and women. *Age Ageing.* 2011;40:469-475. doi:10.1093/ageing/afr040

18. Tashani OA, Astita R, Sharp D, Johnson MI. Body mass index and distribution of body fat can influence sensory detection and pain sensitivity. *Eur J Pain.* 2017;21:1186-1196. doi:10.1002/ejp.1019

19. Barton CJ, Crossley KM, Macri EM. Should we consider changing traditional physiotherapy treatment of patellofemoral pain based on recent insights from the literature? *Br J Sports Med*. 2016. doi:10.1136/bjsports-2017-098695
20. Von Elm E, Egger M, Altman DG, et al. Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *Br Med J*. 2007;335:806-808.
21. 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
22. 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
23. Bartholomew C, Edwards L, Lack S. Pressure pain thresholds in adults with patellofemoral pain and patellofemoral joint osteoarthritis: a case-control study. *Scand J Pain*. 2019. doi:10.1515/sjpain-2019-0026
24. Portney LG, Watkins MP. *Foundations of Clinical Research: Applications to Practice*. 3rd ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall; 2009.
25. Green SB. How many subjects does it take to do a regression analysis. *Multivar Behav Res*. 1991;26(3):499-510. doi:10.1207/s15327906mbr2603_7
26. 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
27. Boling MC, Nguyen A, Padua DA, Cameron KL, Beutler A, Marshall SW. Gender-specific risk factor profiles for patellofemoral pain. *Clin J Sport Med*. 2019:1-8.
28. 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*. 2015:1-7. doi:10.1136/bjsports-2015-094664
29. 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 Sport Phys Ther*. 2013;43(6):414-421. doi:10.2519/jospt.2013.4383
30. Zhang Y, Zhang S, Gao Y, et al. Factors associated with the pressure pain threshold in healthy chinese men. *Pain Med*. 2013;14(9):1291-1300. doi:10.1111/pme.12158

31. Price RC, Asenjo JF, Christou N V, Backman SB, Schweinhardt P, Price RC. The role of excess subcutaneous fat in pain and sensory sensitivity in obesity. *Eur J Pain*. 2013;17:1316-1326. doi:10.1002/j.1532-2149.2013.00315.x
32. Trepczynski A, Kutzner I, Kornaropoulos E, et al. Patellofemoral joint contact forces during activities with high knee flexion. *J Orthop Res*. 2012;30(3):408-415. doi:10.1002/jor.21540
33. Stolzman S, Bement MH. Lean mass predicts conditioned pain modulation in adolescents across weight status. *Eur J Pain*. 2016;20:967-976. doi:10.1002/ejp.821
34. Neal BS, Lack SD, Lankhorst NE, Raye A, Morrissey D, Middelkoop M Van. Risk factors for patellofemoral pain: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2019;2:270-281. doi:10.1136/bjsports-2017-098890
35. Maclachlan LR, Collins NJ, Matthews MLG, Hodges PW, Vicenzino B. The psychological features of patellofemoral pain: a systematic review. 2017:732-742. doi:10.1136/bjsports-2016-096705
36. Maclachlan LR, Collins NJ, Hodges PW, Vicenzino B. Psychological and pain profiles in persons with patellofemoral pain as the primary symptom. *Eur J Pain*. 2020;24(6):1182-1196. doi:10.1002/ejp.1563
37. Oliveira D De, John C, Valdir R, et al. Kinesiophobia, but not strength is associated with altered movement in women with patellofemoral pain. *Gait Posture*. 2019;68(February 2018):1-5. doi:10.1016/j.gaitpost.2018.10.033
38. Priore LB, Azevedo FM, Pazzinatto MF, et al. Influence of kinesiophobia and pain catastrophism on objective function in women with patellofemoral pain. *Phys Ther Sport*. 2019;35. doi:10.1016/j.ptsp.2018.11.013
39. Lack S, Neal B, Oliveira D De, 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
40. Kastelein M, Luijsterburg PAJ, Heintjes EM, Middelkoop M Van, Verhaar JAN, Koes BW. 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*. 2015;49:400-405. doi:10.1136/bjsports-2014-093557
41. Stefanik JJ, Felson DT, Apovian CM, et al. Changes in pain sensitization after bariatric surgery. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2018;70(10):1525-1528. doi:10.1002/acr.23513.Changes

42. Jafarzadeh SR, Neogi T, Stefanik JJ, Li J, Guermazi A, Apovian CM. Mediating role of bone marrow lesions, synovitis, pain sensitization, and depressive symptoms on knee pain improvement following substantial weight loss. *Arthritis Rheumatol.* 2020;72(3):420-427. doi:10.1002/art.41125
43. World Health Organization. *Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic.* Geneva; 1998.
44. 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):e0190892. doi:10.1371/journal.pone.0190892
45. Hales CM, Carroll MD, Fryar CD, Ogden CL, Ph D. Prevalence of obesity and severe obesity among adults: United States, 2017-2018. *NCHS Data Brief.* 2020;(360):1-7.

6. CAPÍTULO 6: IMPACTO DO SOBREPESO E OBESIDADE NOS ASPECTOS PSICOLÓGICOS E QUALIDADE DE VIDA DE PESSOAS COM DOR FEMOROPATELAR

6.1. Estudo original 5: Sobrepeso não está relacionado com pior desfecho psicológico ou qualidade de vida em pessoas com dor femoropatelar*

6.1.1. Resumo

Objetivos: Comparar a cinesiofobia, catastrofismo e qualidade de vida entre (i) uma coorte de ambos os sexos de pessoas com DFP e peso normal e pessoas com DFP e sobrepeso/obesidade, e (ii) a mesma coorte não-atleta de pessoas com DFP e pessoas assintomáticas divididas pelo sexo (i.e.; mulheres e homens com DFP vs. mulheres e homens assintomáticos). **Métodos:** Cento e quatorze adultos jovens com DFP (idade entre 18-35 anos) foram incluídos no estudo e divididos em dois grupos, com base em seu IMC: grupo peso normal (42 mulheres e 28 homens) e grupo sobrepeso/obesidade (29 mulheres e 15 homens). Os participantes compareceram a uma sessão única de avaliação, durante a qual foram obtidos dados demográficos e medidas de composição corporal (análise de bioimpedância e de espessura das dobras cutâneas por meio de um adipômetro). Além disso, a avaliação dos fatores psicológicos (cinesiofobia e catastrofismo) e da qualidade de vida foi realizada por meio de três questionários autoadministrados, a Escala Tampa para Cinesiofobia, a Escala de Catastrofização da Dor e o SF-36, respectivamente. Cinesiofobia, catastrofismo e qualidade de vida foram comparadas entre grupos (ou seja, grupo peso vs. grupo sobrepeso/obesidade; mulheres com peso normal vs. mulheres com sobrepeso/obesidade; homens com peso normal vs. homens com sobrepeso/obesidade) usando testes t independentes ou testes U de Mann-Whitney, dependendo da distribuição dos dados. **Resultados:** Não houve diferença significativa entre os grupos DFP peso normal e DFP sobrepeso/obesidade para cinesiofobia, catastrofismo e qualidade de vida ($p > 0,05$). Quando divididos por sexo, os resultados também não foram significativos ($p > 0,05$). **Conclusão:** Pessoas com DFP classificadas em diferentes categorias de IMC (peso normal e sobrepeso/obesidade) apresentam níveis semelhantes de cinesiofobia, catastrofismo e qualidade de vida, independente do gênero.

* Este estudo foi submetido para revisão por pares.

6.1.2. Resumo gráfico

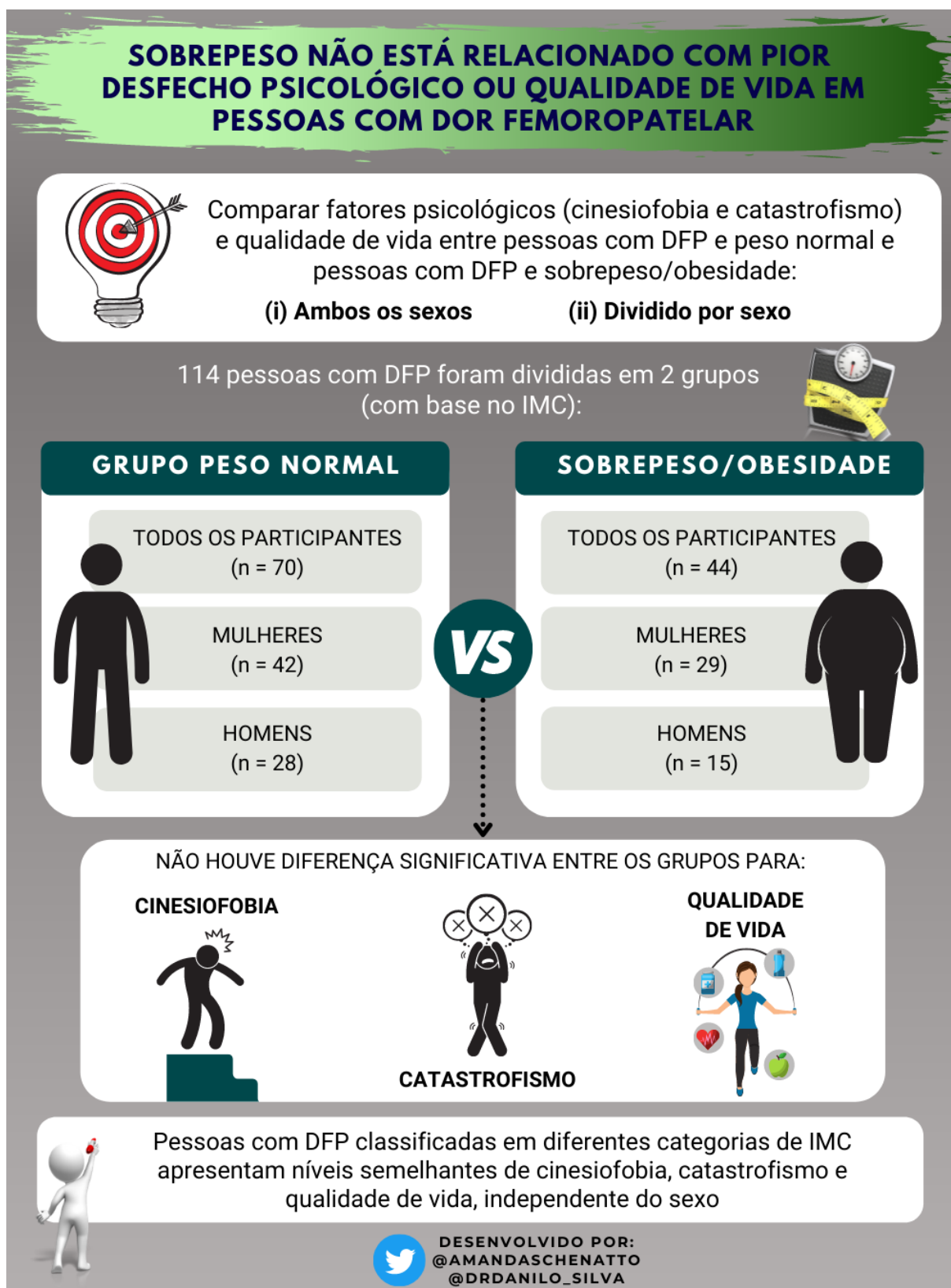


Figura 6.1. Resumo gráfico do estudo original 5.

6.1.3. Introdução

O sobrepeso e obesidade se tornaram um problema de saúde pública no mundo. De acordo com dados da Organização Mundial da Saúde, mais de 1,9 bilhão de adultos estão atualmente classificados na faixa do sobrepeso; e, dentre esses, 650 milhões são considerados obesos.¹ O sobrepeso e a obesidade geram grande impacto em diferentes aspectos da qualidade de vida e do bem-estar da pessoa, incluindo aspectos físicos e psicológicos.² As consequências físicas, incluem o aumento do risco e o agravamento de diversas doenças crônicas, como a diabetes, hipertensão e a osteoartrite.^{3,4} Além disso, as consequências psicológicas incluem maior risco de desenvolver depressão e a presença de fatores como a cinesiofobia.⁵⁻⁷

Evidências crescentes indicam que o sobrepeso e a obesidade estão associados com condições musculoesqueléticas de joelho,^{3,8,9} incluindo a DFP.¹⁰ A dor DFP, uma condição de joelho prevalente em adultos jovens,¹¹ tipicamente apresenta-se como dor difusa na região anterior no joelho durante atividades que sobrecarregam a articulação femoropatelar (agachamento, corrida, subida e descida de escadas).¹² Recentemente, uma revisão sistemática¹⁰ investigou a associação entre o sobrepeso e obesidade e a DFP, por meio da comparação do IMC entre pessoas com e sem DFP. Os achados dessa revisão indicaram que pessoas com DFP possuem maior IMC comparado a pessoas assintomáticas.¹⁰ Além disso, estudos apresentados nos capítulos anteriores demonstraram que o sobrepeso e a obesidade têm efeitos deletérios na função física¹³ e nos mecanismos da dor¹⁴ de pessoas com DFP. Entretanto, seu impacto em outros importantes desfechos clínicos, como fatores psicológicos e qualidade de vida de pessoas com DFP, ainda não foi explorado.

Fatores psicológicos como depressão, ansiedade, cinesiofobia e catastrofismo foram identificados em pessoas com DFP^{15,16} e estão associados com a dor e capacidade funcional.^{16,17} No entanto, considerando a multifatorialidade da DFP, essas alterações podem não estar presentes em todas as pessoas.¹⁵ Maclachlan e colaboradores (2018)¹⁵ compararam características psicológicas, tais como depressão, cinesiofobia e catastrofismo, entre pessoas com DFP e pessoas assintomáticas e não encontraram diferenças significativas. Entretanto, após dividirem sua amostra em subgrupos de acordo com a gravidade da DFP (nível de dor, sintomas e capacidade funcional) identificaram que o subgrupo de pessoas com DFP mais grave apresentou níveis significativamente mais altos de depressão, catastrofismo e cinesiofobia.¹⁵ Considerando as evidências indicando que o sobrepeso e obesidade estão associados com piores desfechos clínicos em pessoas com DFP, a investigação do seu impacto em fatores psicológicos

pode trazer informações novas e com importantes implicações clínicas em um tema ainda pouco explorado na literatura da DFP.

As alterações na saúde física, associados ao componente psicológico da DFP também podem levar a impactos sociais, como a redução ou interrupção da participação em esportes.^{18,19} Consequentemente, a DFP afeta negativamente a qualidade de vida das pessoas acometidas. Uma revisão sistemática²⁰ reportou que pessoas com DFP apresentam menor qualidade de vida comparado a pessoas assintomáticas e a valores normativos populacionais. Entretanto, devido ao número limitado de estudos, não foi possível determinar se fatores indicativos de sobrepeso e obesidade, como o IMC elevado, estão associados a esse comprometimento na qualidade de vida.²⁰ Portanto, essa ainda é uma lacuna a ser preenchida e que pode direcionar diferentes tratamentos de forma individualizada para pessoas com DFP que possuem sobrepeso.

Os objetivos desse estudo são comparar a cinesiofobia, catastrofismo e qualidade de vida entre (i) uma coorte de ambos os sexos de pessoas com DFP e peso normal e pessoas com DFP e sobrepeso/obesidade, e (ii) divididos por sexo (ou seja, mulheres e homens com DFP e peso normal vs. mulheres e homens com DFP e sobrepeso). Nossa hipótese é de que pessoas com DFP e sobrepeso apresentarão pior cinesiofobia, catastrofismo e qualidade de vida comparado a pessoas com DFP e peso normal.

6.1.4. *Métodos*

6.1.4.1. Participantes

Participantes com idade entre 18 e 35 anos foram recrutados entre outubro de 2018 e novembro de 2019 por meio de anúncios em universidades, parques públicos e postagens nas redes sociais. Todos os participantes em potencial foram convidados a comparecer a um exame clínico conduzido por um fisioterapeuta experiente (mais de sete anos avaliando pessoas com DFP) para avaliar os critérios de elegibilidade, descritos detalhadamente na tabela 2.1 (Capítulo 2, tópico 2.1.4.1), com base no consenso internacional mais recente sobre o diagnóstico de DFP.¹² A aprovação ética para este estudo foi concedida pelo Comitê de Ética da Universidade Estadual Paulista. Cada participante forneceu consentimento informado por escrito.

6.1.4.2. Procedimentos

Os participantes compareceram a uma sessão única de avaliação, durante a qual foram obtidos dados demográficos (incluindo idade, altura, massa corporal). Além disso, a avaliação

dos fatores psicológicos e da qualidade de vida foi realizada por meio de três questionários autoadministrados.

Para fins de caracterização da amostra, todos os participantes realizaram análise da composição corporal (análise de bioimpedância e de espessura das dobras cutâneas por meio de um adipômetro) conforme descrito nos tópicos 2.1.4.3.2 e 2.1.4.3.3 (Capítulo 2); também reportaram a duração dos sintomas do joelho (em meses), presença de dor bilateral (sim/não) e preencheram o Questionário de Atividade Física Habitual de Baecke para avaliar seus níveis de atividade física.²¹

6.1.4.3. Dados demográficos

A altura e a massa corporal foram avaliadas com os participantes vestindo roupas leves e descalços. A massa corporal foi mensurada com precisão de 0,1 kg, e a altura foi mensurada com precisão de 0,1 cm utilizando uma balança calibrada com estadiômetro (Welmy 110 CH; Welmy[®], Brasil). A massa corporal e a altura foram utilizadas para calcular o IMC (kg/m²).

6.1.4.4. Fatores psicológicos

6.1.4.4.1. Cinesiofobia

A cinesiofobia foi avaliada através da Escala Tampa para Cinesiofobia, um instrumento válido e reprodutível.^{22,23} É um questionário auto administrado composto por 17 questões que avaliam o medo ao movimento ou lesão. As questões são pontuadas em uma escala Likert de 4 pontos e a pontuação total varia entre 17 e 68 pontos, com maiores pontuações indicando maior grau de cinesiofobia.

6.1.4.4.2. Catastrofismo

Para a avaliação do catastrofismo, foi utilizada a Escala de Catastrofização da Dor, um instrumento válido e reprodutível.^{24,25} É um questionário autoadministrado composto por 13 itens, divididos em três subescalas: desesperança, magnificação e ruminação. Em cada item, as participantes deverão relatar o grau com que apresentam qualquer pensamento ou sentimento descrito no questionário em relação a sua dor no joelho, em uma escala Likert de 5 pontos. A pontuação total varia de 0 a 52 pontos, com maiores pontuações indicando piores desfechos.

6.1.4.5. Qualidade de vida

A qualidade de vida foi avaliada através do questionário SF-36, que apresenta validação e alta reprodutibilidade.²⁶ É um questionário formado por 36 itens que englobam 8 subescalas: capacidade funcional, aspectos físicos, dor, estado geral da saúde, vitalidade, aspectos sociais, aspectos emocionais e saúde mental. A pontuação total varia de 0 a 100, sendo que zero corresponde a pior estado geral de saúde e 100 a melhor estado de saúde.

6.1.4.6. Análise estatística

Os dados foram analisados por meio do *software* PASW Statistics (Versão 18; SPSS Inc., Chicago, IL, EUA). O nível de significância foi estabelecido em 0,05 para todas as análises estatísticas. Todas as medidas foram avaliadas quanto à normalidade e homogeneidade de variância usando o teste de Kolmogorov-Smirnov e o teste de Levene, respectivamente.

Primeiramente, a amostra foi dividida em dois grupos distintos, de acordo com os seguintes critérios definidos pela OMS: grupo DFP peso normal (IMC entre 18,5 kg/m² e 24,9 kg/m²); e grupo DFP sobrepeso/obesidade (IMC > 25 kg/m²).²⁷ Além disso, considerando que homens e mulheres parecem representar subgrupos distintos na DFP, pois possuem diferentes déficits e fatores de risco,²⁸⁻³⁰ a amostra também foi dividida por sexo para a análise (mulheres com DFP e peso normal vs. mulheres com DFP e sobrepeso; homens com DFP e peso normal vs. homens com DFP e sobrepeso).

Em seguida, estatísticas descritivas foram obtidas para cada medida. Variáveis que apresentaram distribuição normal foram reportadas como média (desvio padrão) e variáveis que não apresentaram distribuição normal foram reportadas como mediana (intervalo interquartil). Dados demográficos, duração dos sintomas, níveis de atividade física, medidas de composição corporal, fatores psicológicos e qualidade de vida foram comparados entre os grupos DFP peso normal e DFP sobrepeso (todos os participantes e subgrupos por sexo) usando testes t independentes ou testes U de Mann-Whitney, dependendo da distribuição dos dados.

6.1.5. Resultados

Cento e quatorze participantes com DFP foram incluídos no estudo; 70 classificados como peso normal (42 mulheres e 28 homens) e 44 classificados como sobrepeso/obesidade (29 mulheres e 15 homens). Não houve diferença na altura, níveis de atividade física e duração dos sintomas entre os grupos DFP peso normal e sobrepeso/obesidade, mas o grupo DFP

sobrepeso/obesidade apresentou maior idade, massa corporal, IMC, gordura corporal (mensurada pela bioimpedância e adipômetro) e menor massa muscular esquelética comparado ao grupo DFP peso normal. Quando divididos por sexo, não houve diferença na idade, níveis de atividade física e duração dos sintomas entre mulheres com DFP peso normal e sobrepeso/obesidade, mas as mulheres com DFP e sobrepeso/obesidade apresentaram maior idade, massa corporal, IMC, gordura corporal (mensurada pela bioimpedância e adipômetro) e menor massa muscular esquelética comparado as mulheres DFP e peso normal. Além disso, não houve diferença na idade, altura, níveis de atividade física e duração dos sintomas entre homens com DFP peso normal e sobrepeso/obesidade, mas os homens com DFP e sobrepeso/obesidade apresentaram maior massa corporal, IMC, gordura corporal (mensurada pela bioimpedância e adipômetro) e menor massa muscular esquelética comparado aos homens com DFP e peso normal. As características de cada grupo estão resumidas na Tabela 6.1.

6.1.5.1. Todos os participantes: Grupo DFP peso normal vs. Grupo DFP sobrepeso/obesidade

Não houve diferença significativa ($p = 0,51$ a $0,91$) entre o grupo DFP peso normal e o grupo DFP sobrepeso/obesidade para a cinesiofobia, catastrofismo, ou na qualidade de vida (Tabela 6.2).

6.1.5.2. Mulheres: Grupo DFP peso normal vs. Grupo DFP sobrepeso/obesidade

Não houve diferença significativa ($p = 0,74$ a $0,88$) entre mulheres com DFP e peso normal e mulheres com DFP e sobrepeso/obesidade para a cinesiofobia, catastrofismo, ou na qualidade de vida (Tabela 6.2).

6.1.5.3. Homens: Grupo DFP peso normal vs. Grupo DFP sobrepeso/obesidade

Não houve diferença significativa ($p = 0,29$ a $0,73$) entre homens com DFP e peso normal e homens com DFP e sobrepeso/obesidade para a cinesiofobia, catastrofismo, ou na qualidade de vida (Tabela 6.2).

Tabela 6.1. Características dos participantes.

Variáveis	Todos os participantes			Mulheres			Homens		
	N = 70	N = 44		N = 42	N = 29		N = 28	N = 15	
	DFP peso normal, Média (DP)	DFP sobrepeso/ obesidade, Média (DP)	p-valor	DFP peso normal, Média (DP)	DFP sobrepeso/ obesidade, Média (DP)	p-valor	DFP peso normal, Média (DP)	DFP sobrepeso/ obesidade, Média (DP)	p-valor
Idade (anos)	22,00 (20,00-26,00)†	24,50 (22,00-28,00)†	0,01*	21,50 (20,00-23,25)†	25,00 (21,00-28,00)†	0,01*	24,64 (5,07)	25,40 (3,48)	0,60
Altura (m)	1,69 (0,08)	1,68 (0,09)	0,73	1,64 (0,05)	1,63 (0,06)	0,69	1,75 (0,06)	1,77 (0,05)	0,48
Massa corporal (kg)	64,15 (57,70-70,52)†	83,25 (72,90-90,50)†	<0,01*	60,41 (5,71)	81,45 (15,05)	<0,01*	72,25 (66,40-76,50)†	89,50 (79,30-91,90)†	<0,01*
IMC (kg/m ²)	22,80 (21,77-24,02)†	28,00 (26,20-31,97)†	<0,01*	22,33 (1,69)	30,22 (4,44)	<0,01*	23,05 (21,92-24,40)†	27,00 (25,70-29,70)†	<0,01*
Gordura corporal – Bioimpedância (%)	29,20 (19,60-34,10)†	41,45 (29,32-44,97)†	<0,01*	33,20 (4,09)	43,97 (5,06)	<0,01*	17,75 (4,43)	27,77 (7,12)	<0,01*
Massa muscular esquelética – Bioimpedância (%)	29,20 (26,75-40,00)†	25,75 (23,50-34,47)†	<0,01*	27,36 (2,03)	24,41 (2,28)	<0,01*	41,25 (3,00)	35,45 (4,13)	<0,01*
Gordura corporal – Adipômetro (%)	25,69 (15,36-30,99)†	35,26 (26,50-40,91)†	<0,01*	30,08 (4,23)	38,24 (4,03)	<0,01*	14,47 (3,12)	23,51 (5,95)	<0,01*
Nível de atividade física ^a	8,30 (1,38)	8,35 (0,99)	0,85	8,09 (1,32)	8,26 (1,09)	0,58	8,60 (1,44)	8,52 (0,77)	0,83
Duração dos sintomas (em meses)	36,00 (11,50-86,50)†	48,00 (13,50-96,00)†	0,32	36,00 (10,00-86,50)†	48,00 (20,00-96,00)	0,31	52,46 (40,15)	66,50 (62,96)	0,37

Os dados estão apresentados como média (desvio padrão) a menos que seja indicado de outra forma. †Mediana (intervalo interquartil). ^aQuestionário de Baecke: pontuação total varia de 3 (nível mínimo de atividade física) a 15 (nível máximo de atividade física) pontos. Abreviações: DFP = Dor femoropatelar; IMC = Índice de massa corporal. p-valores de testes-t independentes ou de testes U de Mann-Whitney dependendo da distribuição dos dados.

Tabela 6.2. Comparação dos fatores psicológicos e qualidade de vida.

Variáveis	Todos os participantes			Mulheres			Homens		
	N = 70	N = 44		N = 42	N = 29		N = 28	N = 15	
	DFP peso normal, Média (DP)	DFP sobrepeso/ obesidade, Média (DP)	p-valor	DFP peso normal, Média (DP)	DFP sobrepeso/ obesidade, Média (DP)	p-valor	DFP peso normal, Média (DP)	DFP sobrepeso/ obesidade, Média (DP)	p-valor
Fatores psicológicos									
Cinesiofobia (TAMPA)	34,08 (7,59)	34,72 (9,18)	0,68	33,16 (7,84)	33,48 (10,09)	0,88	34,46 (7,09)	37,13 (6,74)	0,45
Catastrofismo (ECD)	14,00 (7,00-24,00)†	13,50 (7,25-24,75)†	0,91	12,00 (6,75-24,00)†	13,00 (5,00-24,50)†	0,74	16,78 (10,05)	17,86 (9,70)	0,73
Qualidade de vida (SF-36)									
Estado geral de saúde	77,00 (67,00-87,75)†	72,00 (52,00-92,00)†	0,51	77,00 (57,00-87,00)†	72,00 (52,00-92,00)†	0,88	78,89 (17,55)	72,86 (18,35)	0,29

Os dados estão apresentados como média (desvio padrão) a menos que seja indicado de outra forma. †Mediana (intervalo interquartil). Abreviações: ECD = Escala de Catastrofização da Dor; DFP = Dor femoropatelar. p-valores de testes-t independentes ou de testes U de Mann-Whitney dependendo da distribuição dos dados.

6.1.6. Discussão

Contrário à nossa hipótese inicial, pessoas com DFP classificadas como peso normal com base em seu IMC apresentaram níveis semelhantes de cinesiofobia, catastrofismo e qualidade de vida quando comparadas a pessoas com DFP com sobrepeso e obesidade. Quando a amostra foi dividida por sexo, os mesmos achados foram reproduzidos no subgrupo de homens com DFP e no subgrupo de mulheres com DFP.

Nossos achados indicaram que pessoas com DFP em diferentes faixas de IMC apresentam níveis semelhantes de cinesiofobia e catastrofismo. Esses achados se mantiveram quando a amostra foi dividida por sexo. O nível de cinesiofobia em nossa coorte (pontuação média = 33,1 – 37,1) foi semelhante ao reportado previamente em outras coortes com DFP (pontuação média = 35,3 - 39,3)^{15,31-33} e maior do que reportado previamente para pessoas assintomáticas (pontuação média = 27,3 – 28,4).^{32,33} Para o catastrofismo, nossa coorte (pontuação média / mediana = 16,7 – 17,8 / 12,0 – 14,0) também apresentou níveis semelhantes ao reportado previamente em outras coortes com DFP (pontuação média/mediana = 12,5 – 16,0 / 10,0 - 12,0)^{15,31-33} e substancialmente maior do que o reportado previamente para pessoas assintomáticas (pontuação média = 0,8 – 3,2).^{32,33} Estudos que investigaram fatores psicológicos em pessoas com DFP classificadas em diferentes faixas de IMC são escassos, o que torna as comparações difíceis. Vincent e colaboradores³⁴ compararam a cinesiofobia em pacientes com diferentes valores de IMC (peso normal, sobrepeso, obesos, e obesos mórbidos) encaminhados para reabilitação de condições de joelho (por exemplo, pós-cirúrgico e lesões agudas ligamentares e meniscais, dor femoropatelar, osteoartrite) em um ambulatório de fisioterapia. Corroborando com nossos achados, os autores não encontraram diferença significativa entre os grupos peso normal, sobrepeso e obesos para a cinesiofobia; entretanto, o grupo com IMC classificado na faixa de obesidade mórbida (média IMC = 43,9 kg/m²) apresentou níveis significativamente maiores de cinesiofobia comparado ao grupo classificado como peso normal (média IMC = 22,9 kg/m²).³⁴ Achados semelhantes em relação ao catastrofismo foram reportados por Somers e colaboradores³⁵ em uma coorte de pessoas com osteoartrite de joelho. Os autores encontraram níveis significativamente maiores de catastrofismo em obesos mórbidos (média IMC = 45,9 kg/m²) comparado a pessoas na faixa do sobrepeso e obesidade (média IMC = 31,1 kg/m²); entretanto, eles não incluíram um grupo controle com IMC na faixa de peso normal.³⁵ Em conjunto, esses achados podem indicar que os comprometimentos psicológicos na DFP mantêm um platô e atingem seu pico em níveis mais extremos de IMC. Essa hipótese é reforçada por um estudo recente que não encontrou

relação entre o IMC e a cinesiofobia em mulheres com DFP;³¹ entretanto, as participantes incluídas estavam predominantemente nas faixas de IMC peso normal e sobrepeso (média = 24,3 kg/m²).³¹ Independente do IMC, o catastrofismo e cinesiofobia estão presentes em pessoas com DFP e demonstraram forte correlação com o nível de dor e capacidade funcional das pessoas acometidos.^{16,17} Isso indica que o clínico responsável pelo tratamento da DFP deve continuar mantendo uma abordagem multifatorial considerando aspectos psicológicos, biomecânicos e estruturais.³⁶

A qualidade de vida de pessoas com DFP classificadas com peso normal e sobrepeso/obesidade foi semelhante em nossa coorte. O nível de qualidade de vida encontrado em nosso estudo (pontuação média = 71,3 – 78,8) foi relativamente maior do que o reportado previamente em outras coortes com DFP (pontuação média = 57,0 – 62,4),^{20,31} mas abaixo do que foi previamente reportado para pessoas assintomáticas e valores normativos populacionais (pontuação média = 86 e 87, respectivamente).²⁰ Portanto, é possível que o fardo gerado pela condição em si resulte em maior impacto na qualidade de vida das pessoas acometidas pela DFP do que o seu nível de sobrepeso. Em contrapartida, estudos prévios demonstraram que a relação entre o IMC e a qualidade de vida em pessoas assintomáticas não é linear, mas sim em formato de U invertido.^{37,38} Ou seja, a qualidade de vida é pior em pessoas abaixo do peso, aumenta conforme o IMC atinge a faixa de peso normal, atinge sua pontuação ótima na faixa de IMC limítrofe entre peso normal e sobrepeso, e reduz gradativamente conforme o IMC aumenta.^{37,38} Portanto, a discretização de nossa amostra com base em seu IMC pode ter sido um fator confundidor no nosso estudo. É possível que a comparação da qualidade de vida entre pessoas classificadas em grupos mais distantes na faixa de IMC resultasse em achados diferentes. Essa hipótese é reforçada por estudo de Vincent e colaboradores,³⁴ que encontraram menor qualidade de vida apenas no grupo de IMC classificados como obesos mórbidos comparado ao grupo peso normal, mas não para os grupos sobrepeso e obesidade grau I, em uma população com diferentes condições agudas e crônicas de joelho. Futuros estudos que incluam uma amostra mais ampla de categorias de IMC (ou seja, abaixo do peso, peso normal, sobrepeso, obesidade, obesidade mórbida) e com um desenho experimental diferente são necessários para investigar essa hipótese.

6.1.6.1. Limitações

O pequeno número de pessoas obesas e obesas mórbidos em nossa amostra pode limitar a aplicabilidade externa de nossos achados. Estudos que incluam todos os grupos de IMC

(normal, sobrepeso, obesidade, obesidade mórbida) são necessários para compreender de maneira mais abrangente a relação entre o sobrepeso e obesidade e fatores psicológicos e qualidade de vida em pessoas com DFP. A inclusão de pessoas com DFP na faixa etária entre 18-35 limita a generalização de nossos achados para outras faixas etárias como adolescentes, adultos mais velhos e idosos. Portanto, estudos futuros considerando todas essas populações são necessários.

6.1.7. Conclusão

Pessoas com DFP classificadas em diferentes categorias de IMC (peso normal e sobrepeso/obesidade) apresentam níveis semelhantes de cinesiofobia, catastrofismo e qualidade de vida, independente do gênero.

6.1.8. Referências

1. WHO. Fact sheets - Obesity and overweight. <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>. Published 2020.
2. Kolotkin RL, Meter K, Williams GR. Quality of life and obesity. *Obes Rev*. 2001;2(4):219-229. doi:10.1046/j.1467-789X.2001.00040.x
3. Hart HF, Middelkoop M Van, Stefanik JJ, Crossley KM, Bierma S. Obesity is related to incidence of patellofemoral osteoarthritis: the Cohort Hip and Cohort Knee (CHECK) study. *Rheumatol Int*. 2019;(0123456789). doi:10.1007/s00296-019-04472-9
4. Field AE, Coakley EH, Must A, et al. Impact of overweight on the risk of developing common chronic diseases during a 10-year period. *Arch Intern Med*. 2001;161(13):1581-1586. doi:10.1001/archinte.161.13.1581
5. Luppino FS, de Wit LM, Bouvy PF, et al. Overweight, obesity, and depression: A systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *Arch Gen Psychiatry*. 2010;67(3):220-229.
6. Wouters EJM, Van Nunen AMA, Vingerhoets AJJM, Geenen R. Setting overweight adults in motion: The role of health beliefs. *Obes Facts*. 2009;2(6):362-369. doi:10.1159/000261808
7. Chu DT, Minh Nguyet NT, Nga VT, et al. An update on obesity: Mental consequences and psychological interventions. *Diabetes Metab Syndr Clin Res Rev*. 2019;13(1):155-160. doi:10.1016/j.dsx.2018.07.015

8. Davis HC, Blue MNM, Hirsch KR, et al. Body composition is associated with physical performance in individuals with knee osteoarthritis. *J Clin Rheumatol*. 2020;26(3):109-114. doi:10.1097/RHU.0000000000000967
9. Sowers M, Yosef M, Jamadar D, Jacobson J, Karvonen-Gutierrez C, Jaffe M. BMI vs. body composition and radiographically-defined osteoarthritis of the knee in women: a 4-year follow-up study. *Osteoarthr Cartil*. 2008;16(3):367-372. doi:10.1038/jid.2014.371
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. 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):e0190892. doi:10.1371/journal.pone.0190892
12. 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
13. Ferreira AS, Mentiplay BF, Taborda B, Pazzinatto MF, de Azevedo FM, de Oliveira Silva D. Overweight and obesity in young adults with patellofemoral pain: Impact on functional capacity and strength. *J Sport Heal Sci*. 2021. doi:10.1016/j.jshs.2020.12.002
14. Ferreira AS, Lack S, Taborda B, Pazzinatto MF, De Azevedo FM, De Oliveira Silva D. Body fat and skeletal muscle mass, but not body mass index, are associated with pressure hyperalgesia in young adults with patellofemoral pain. *Pain Med*. 2021:Under review.
15. Maclachlan LR, Matthews M, Hodges PW, Collins NJ, Vicenzino B. The psychological features of patellofemoral pain: a cross-sectional study. *Scand J Pain*. 2018.
16. Maclachlan LR, Collins NJ, Matthews MLG, Hodges PW, Vicenzino B. The psychological features of patellofemoral pain: a systematic review. *Br J Sports Med*. 2017;51:732-742. doi:10.1136/bjsports-2016-096705
17. 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;21:1562-1568. doi:10.1007/s00167-012-2238-5

18. Rathleff CR, Olesen JL, Roos EM, Rasmussen S, Rathleff MS. Half of 12-15-year-olds with knee pain still have pain after one year. *Dan Med J*. 2013;60(11):A4725.
19. 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
20. Coburn SL, Barton CJ, Filbay SR, Hart HF, Rathleff MS, Crossley KM. Quality of life in individuals with patellofemoral pain: A systematic review including meta-analysis. *Phys Ther Sport*. 2018;33:96-108. doi:10.1016/j.ptsp.2018.06.006
21. Baecke JAH, Burema J, Frijters JER. A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. *Am J Clin Nutr*. 1982;36(November):936-942.
22. Miller R, Kori S, Todd D. The Tampa scale: A measure of kinesiophobia. *Clin J Pain*. 1991;7(1):51-52.
23. George SZ, Valencia C, Beneciuk JM. A psychometric investigation of fear-avoidance model measures in patients with chronic low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2010;40(4):197-205. doi:10.2519/jospt.2010.3298
24. Sullivan MJL, Bishop SR, Pivik J. The pain catastrophizing scale: Development and validation. *Psychol Assess*. 1995;7(4):524-532. doi:10.1016/s1836-9553(10)70047-3
25. Osman A, Barrios F, Gutierrez P, Kopper B, Merrifield T, Grittmann L. The Pain Catastrophizing Scale: further psychometric evaluation with adult samples. *J Behav Med*. 2000;23(4):351-365. doi:10.1023/A
26. McHorney CA, Ware Jr JE, Lu R, Sherbourne CD. The MOS 36-Item Short-Form Health Survey (SF-36): III . Tests of Data Quality , Scaling Assumptions , and Reliability across Diverse Patient Groups. *Med Care*. 2016;32(1):40-66.
27. WHO. Obesity: preventing and managing the global epidemic. WHO Tech Rep Ser. 2000.
28. 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
29. Boling MC, Nguyen A, Padua DA, Cameron KL, Beutler A, Marshall SW. Gender-specific risk factor profiles for patellofemoral pain. *Clin J Sport Med*. 2019;1-8.
30. 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*. 2018;19:184-192. doi:10.1093/pm/pnx059

31. Pazzinatto MF, De Oliveira Silva D, Willy RW, De azevedo FM, Barton CJ. Fear of movement and (re) injury is associated with condition specific outcomes and health-related quality of life in women with patellofemoral pain. *Physiother Theory Pract.* 2020;1-10. doi:10.1080/09593985.2020.1830323
32. 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
33. Priore LB, Azevedo FM, Pazzinatto MF, et al. Influence of kinesiophobia and pain catastrophism on objective function in women with patellofemoral pain. *Phys Ther Sport.* 2019;35. doi:10.1016/j.ptsp.2018.11.013
34. Vincent HK, Lamb KM, Day TI, Tillman SM, Vincent KR, George SZ. Morbid obesity is associated with fear of movement and lower quality of life in patients with knee pain-related diagnoses. *PM&R.* 2010;2:713-722. doi:10.1016/j.pmrj.2010.04.027
35. Somers TJ, Keefe FJ, Carson JW, et al. Pain catastrophizing in borderline morbidly obese and morbidly obese individuals with osteoarthritic knee pain. *Pain Res Manag.* 2008;13(5):401-406.
36. Lack S, Neal B, Oliveira D De, 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
37. Søltoft M, Hammer N, Kragh F. The association of body mass index and health-related quality of life in the general population: data from the 2003 Health Survey of England Health Survey for England. *Qual Life Res.* 2009;18:1293-1299. doi:10.1007/s11136-009-9541-8
38. Xu Y, Zhou Z, Li Y, et al. Exploring the nonlinear relationship between body mass index and health-related quality of life among adults: a cross-sectional study in Shaanxi Province , China. *Health Qual Life Outcomes.* 2015;13:153. doi:10.1186/s12955-015-0347-9

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E DIRECIONAMENTOS FUTUROS

O conjunto de cinco artigos originais desta tese trazem evidências de que o sobrepeso e obesidade bem como a composição corporal, até então raramente explorados ou abordados, geram impacto em diversos desfechos importantes para pessoas com DFP (Figura 7.1).

Apresentamos evidências de alterações no IMC, gordura corporal e massa muscular esquelética especialmente em mulheres com DFP comparado a mulheres assintomáticas.¹ Também apresentamos evidências do impacto do sobrepeso e obesidade, mensurados por meio do IMC, gordura corporal e massa muscular esquelética, na capacidade funcional, força muscular do quadril e joelho,² biomecânica e mecanismos da dor de homens e mulheres com DFP. A inclusão de uma amostra considerando ambos os sexos, também foi de extrema importância, já que grande parte da literatura foca no grupo específico de mulheres com DFP, o que limita as evidências disponíveis em homens com DFP. De forma geral, também pudemos identificar que o sobrepeso e a obesidade não estão necessariamente relacionados com piora em fatores psicológicos e qualidade de vida. Porém, é importante ressaltar que o impacto a longo prazo de conviver com a DFP concomitantemente ao sobrepeso e a obesidade não foram investigados, e, portanto, ainda precisam ser explorados.

Entende-se que a contribuição desta tese está na investigação pioneira de fatores como o sobrepeso e a obesidade com o uso de medidas de composição corporal em uma condição altamente prevalente na população geral,³ e com desfechos desfavoráveis a longo prazo.^{4,5} Além disso, o aumento constante da prevalência de sobrepeso e obesidade em todo o mundo^{6,7} reforça que esses fatores devem ser considerados durante o manejo de pessoas com DFP.⁸

Como planos futuros para a carreira acadêmica da candidata, está a possibilidade de dar prosseguimento nesta linha de pesquisa desenvolvida durante o doutoramento, conduzindo ensaios clínicos aleatorizados que incluam uma equipe multiprofissional para avaliar a eficácia de intervenções que considerem reduzir a massa corporal e melhorar a composição corporal de pessoas com DFP.



Figura 7.1. Resumo dos principais achados dos cinco estudos originais da tese

8. REFERÊNCIAS

1. Ferreira AS, Mentiplay BF, Taborda B, Pazzinatto MF, de Azevedo FM, De Oliveira Silva D. Exploring overweight and obesity beyond body mass index: a body composition analysis in people with and without patellofemoral pain. *J Sport Heal Sci*. 2021. doi:10.1016/j.jshs.2021.06.003
2. Ferreira AS, Mentiplay BF, Taborda B, Pazzinatto MF, de Azevedo FM, De Oliveira Silva D. Overweight and obesity in young adults with patellofemoral pain: Impact on functional capacity and strength. *J Sport Heal Sci*. 2020. doi:10.1016/j.jshs.2020.12.002
3. 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):e0190892. doi:10.1371/journal.pone.0190892
4. 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*. 2015;1-7. doi:10.1136/bjsports-2015-094664
5. Collins NJ, Bierma-zeinstra SMA, Crossley KM, Linschoten RL Van, Vicenzino B, Middelkoop M Van. Prognostic factors for patellofemoral pain: a multicentre observational analysis. *Br J Sports Med*. 2013;47:227-233. doi:10.1136/bjsports-2012-091696
6. Abarca-Gómez L, Abdeen ZA, Hamid ZA, et al. Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128·9 million children, adolescents, and adults. *Lancet*. 2017;390(10113):2627-2642. doi:10.1016/S0140-6736(17)32129-3
7. WHO. Fact sheets - Obesity and overweight. <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>. Published 2020.
8. Barton CJ, Crossley KM, Macri EM. Should we consider changing traditional physiotherapy treatment of patellofemoral pain based on recent insights from the literature? *Br J Sports Med*. 2016. doi:10.1136/bjsports-2017-098695

9. TRAJETÓRIA ACADÊMICA

Neste capítulo, serão descritas as atividades acadêmicas desenvolvidas durante todo o período de doutoramento, correspondente a de junho/2018 até maio/2021.

Ingressei no programa de pós-graduação em Fisioterapia da FCT-UNESP - nível doutorado, em junho de 2018 como bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e em janeiro de 2019 fui contemplada com a bolsa de doutorado no país da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

Durante esse período, cursei quatro disciplinas ofertadas pelo programa de pós-graduação em Fisioterapia da FCT-UNESP, sendo duas no segundo semestre de 2018 (“Empreendedorismo e Inovação: bases para a implementação de novos negócios e inovações envolvendo o pós-graduado” e “Seminários de Pesquisas: Avaliação e Intervenção em Fisioterapia no sistema neuro-músculo esquelético”), uma no primeiro semestre de 2019 (“Tópicos Especiais - Exercício físico e dor musculoesquelética no trabalho” [disciplina optativa ofertada em inglês]) e uma no segundo semestre de 2020 (“Exercício com restrição de fluxo sanguíneo e sua aplicabilidade na reabilitação musculoesquelética”). As disciplinas cursadas, somadas aos créditos obtidos com o reaproveitamento das disciplinas cursadas no mestrado, me permitiram completar a quantidade mínima de créditos necessários de acordo com as diretrizes do programa. Em fevereiro de 2021 realizei o Exame Geral de Qualificação, no qual fui aprovada com conceito A, tendo os professores doutores Ítalo Ribeiro Lemes e Marcella Ferraz Pazzinatto, além do orientador Prof. Dr. Fábio Mícolis de Azevedo como membros da banca.

Entre outubro/2018 e janeiro/2019, liderei o estudo piloto do projeto, para realizar o teste da instrumentação e da viabilidade e utilidade dos métodos de coleta propostos inicialmente no projeto. Entre fevereiro a novembro de 2019 conduzi o recrutamento dos participantes, concomitante a coleta de dados, com mais de 150 participantes (com e sem DFP) avaliados durante esse período.

No primeiro semestre de 2019 fui convidada a ministrar uma palestra na disciplina de Metodologia da Pesquisa Científica e Estatística - Nível pós-graduação lato sensu: especialização e residência em Fisioterapia da FCT-UNESP (Anexo III). No segundo semestre de 2019, fui convidada para ministrar uma palestra na disciplina de “Didática e Metodologia do Ensino” – Nível pós-graduação stricto sensu: mestrado em Fisioterapia FCT-UNESP (ANEXO IV), e um minicurso na IV Jornada de Acadêmica de Fisioterapia em Cascavel-PR.

Ainda no segundo semestre de 2019, participei do 6th International Patellofemoral Pain Research Retreat & Clinical Symposium, sediado em Milwaukee – Wisconsin/EUA nos dias 1-4 de outubro (ANEXO V). Este é o evento mais importante da área da DFP e reúne a cada 2 anos os melhores pesquisadores e clínicos do mundo que tem interesse nessa temática, possibilitando a troca de conhecimentos e atualização sobre novas evidências; a partir deste evento, são elaborados os consensos que ditam as diretrizes da área pelos próximos anos. Tive dois resumos aprovados, sendo um deles como primeira autora (ANEXO VI) e outro como coautora (ANEXO VII). É importante ressaltar que apenas 52 resumos foram aceitos para a apresentação nesse congresso, o qual só permite a entrada de autores com resumos aceitos para apresentação.

Com a aprovação da bolsa FAPESP no país (em janeiro/2019) e após a conclusão da coleta de dados (em novembro/2019), tive a possibilidade de solicitar a Bolsa de Estágio de Pesquisa no Exterior (BEPE), para a La Trobe University, Melbourne – Austrália, sob a supervisão no exterior da Prof. Dr. Jodie McClelland. A bolsa BEPE foi aprovada para início da vigência em abril/2020 a setembro/2020 (6 meses) (ANEXO VIII). Entretanto, devido ao início da pandemia de coronavírus ocorreu o fechamento das fronteiras da Austrália para a entrada de estrangeiros no final de março/2020 (sete dias antes do meu embarque), e que permanece fechada até o presente momento. Após duas tentativas de mudança de vigência (início em junho/2020 e início em janeiro/2021), na expectativa que as fronteiras Australianas se abrissem para estrangeiros, foi necessário fazer o pedido de cancelamento da bolsa.

Em 2020, durante o período de pandemia, participei de diversos eventos online. Como ouvinte, participei do 1º Congresso Online de Fisioterapia da Fitaro (COnFFitaro) (ANEXO IX), do webinar “Perspectivas Atuais Sobre o Tratamento da Dor Patelofemoral”, organizado pela ABRAFITO (Associação Brasileira de Fisioterapia Traumato-ortopédica) (ANEXO X), e do I Simpósio Online de Ciências da Reabilitação da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) (ANEXO XI). Além disso, tive um resumo aceito para apresentação no evento internacional La Trobe Sport and Exercise Medicine (LASEM) HDR 2020 Student Showcase (ANEXO XII). Ainda em dezembro de 2020, o estudo 2 desta tese foi aceito para publicação no *Journal of Sport and Health Science* (fator de impacto JCR = 5,2) (ANEXO II).

Em 2021, submeti um resumo o qual foi aceito para apresentação no congresso internacional World Physiotherapy Congress online 2021 (WCPT 2021) (ANEXO XIII). Também fui convidada para participar do podcast “The Adaptive Zone” com o tema Obesidade

e DFP (<https://matthewboydphysio.com/runners-knee-and-obesity-e18-with-amanda-schennato/>), a entrevista foi realizada na língua inglesa.

Durante o período de 2018 a 2021, também fui revisora de artigos científicos para 3 periódicos internacionais: Physical Therapy in Sport, BMJ Open e BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation.

Por fim, ao longo de todo o período de doutoramento, tive 15 artigos publicados em periódicos científicos internacionais, sendo 05 como primeira autora e 03 como segunda autora e 15 com fator de impacto JCR > 1.5 (Figura 8.1). Encerro o meu doutoramento com 19 artigos científicos publicados, com 153 citações de acordo com o Web of Science, totalizando um índice H igual a 7.

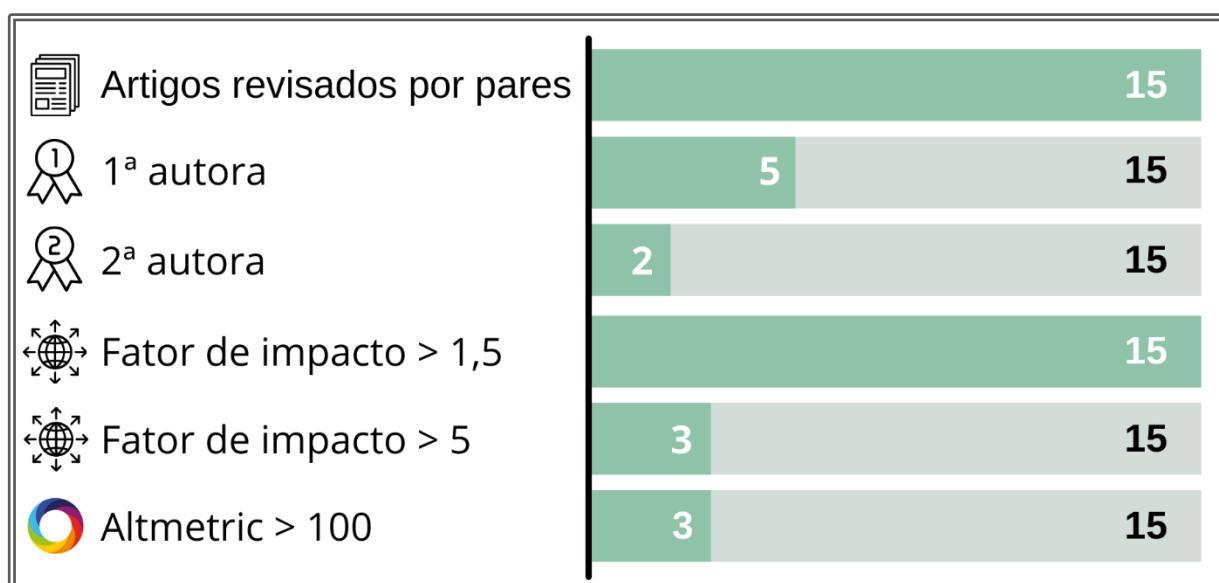


Figura 9.1. Resumo das publicações da candidata ao título de doutorado durante o doutoramento.

ANEXO I – ESTUDO ORIGINAL 1 PUBLICADO NO PERIÓDICO INTERNACIONAL JOURNAL OF SPORT AND HEALTH SCIENCE

ARTICLE IN PRESS



Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

Journal of Sport and Health Science xxx (2021) xxx-xxx



Original article

Exploring overweight and obesity beyond body mass index: A body composition analysis in people with and without patellofemoral pain

Amanda Schenatto Ferreira^{a,*}, Benjamin F Mentiplay^b, Bianca Taborda^a,
Marcella Ferraz Pazzinatto^b, Fábio Mícolis de Azevedo^a, Danilo de Oliveira Silva^b

^a Department of Physiotherapy, School of Science and Technology, Sao Paulo State University (UNESP), Presidente Prudente 19060-900, Brazil

^b La Trobe Sport and Exercise Medicine Research Centre, School of Allied Health, Human Services and Sport, La Trobe University, Melbourne, Victoria 3086, Australia

Received 6 March 2021; revised 21 April 2021; accepted 10 May 2021

Available online xxx

2095-2546/© 2021 Published by Elsevier B.V. on behalf of Shanghai University of Sport. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Abstract

Background: We compared body mass index (BMI), body fat, and skeletal muscle mass between (1) a mixed-sex nonathletic cohort of people with patellofemoral pain (PFP) and pain-free people, and (2) a nonathletic cohort of people with PFP and pain-free people subgrouped by sex (i.e., men and women with PFP vs. pain-free men and women).

Methods: This cross-sectional study included 114 people with PFP (71 women, 43 men) and 54 pain-free controls (32 women, 22 men). All participants attended a single testing session to assess body-composition measures, which included BMI, percentage of body fat (%BF_{Bioimpedance}), and skeletal muscle mass (both assessed by bioelectrical impedance analysis), and percentage of body fat (%BF_{Skinfold}) (assessed by skinfold caliper analysis). A 1-way univariate analysis of covariance (age and physical activity levels as covariates) was used to compare body composition measures between groups (i.e., PFP vs. pain-free group; women with PFP vs. pain-free women; men with PFP vs. pain-free men).

Results: Women with PFP presented significantly higher BMI, %BF_{Bioimpedance}, and %BF_{Skinfold} and lower skeletal muscle mass compared to pain-free women ($p \leq 0.04$; effect size = -0.47 to 0.85). Men with PFP and men and women combined had no differences in BMI, %BF_{Bioimpedance}, %BF_{Skinfold}, and skeletal muscle mass compared to their respective pain-free groups ($p > 0.05$).

Conclusions: Our findings indicate that BMI and body composition measures should be considered as part of the evaluation and management of people with PFP, especially in women, who have demonstrated higher BMI and body fat and lower skeletal muscle mass compared to pain-free controls. Future studies should not assess body composition measures in a mixed-sex population without distinguishing men participants from women participants.

Keywords: Body composition; Body mass index; Patellofemoral pain syndrome; Skinfold thickness

1. Introduction

The prevalence of overweight and obesity has been growing alarmingly across the world.¹ In the past 4 decades, the number of adults with obesity worldwide has increased more than 6 times (100 million in 1975 to 671 million in 2016),¹ whereas 1.3 billion adults (1 in 4) were considered overweight in 2016.^{1,2} Despite increasing the predisposition to multiple comorbidities,^{3,4} overweight and obesity are also detrimental to the musculoskeletal system,^{5–7} likely via both systemic and mechanical effects.^{8,9} Systemic effects include the production

by adipose tissue of adipokines such as leptin¹⁰ and the amplification of the inflammation profile through an increase in the production of interleukin-6¹¹ and tumor necrosis factor- α .¹² Both of these systemic changes are associated with deleterious effects to patellar cartilage (e.g., reduced patellar cartilage volume) and pain.^{13,14} Mechanically, the 1 joint most affected by overweight and obesity is the patellofemoral joint, which is subjected to loads 2 to 11 times bodyweight during stair ascent, squatting, and running activities.^{15–17}

Patellofemoral pain (PFP), 1 of the most common knee conditions presented to medical centers,^{18,19} is characterized by diffuse anterior knee pain, especially during patellofemoral joint-loading activities.²⁰ It has an annual prevalence as high as

*Corresponding author.

E-mail address: amandaschenatto@outlook.com (A.S. Ferreira).

<https://doi.org/10.1016/j.jshs.2021.06.003>

ARTICLE IN PRESS

2

A.S. Ferreira et al.

22.7% in the general population,²¹ and it is often suggested as a precursor of patellofemoral osteoarthritis.^{22–25} Findings from a recent systematic review²⁶ indicate that people with PFP have higher body mass indexes (BMIs) than pain-free controls. However, longitudinal findings suggest that high BMI does not seem to be a risk factor for PFP.^{26,27} It is possible that due to pain associated with provoking activities,²⁰ people with PFP reduce their physical activity levels,²⁸ leading to increases in BMI. Another reasonable explanation for these conflicting findings is that many of the cross-sectional studies²⁶ and all the prospective studies^{26,27} in these systematic reviews^{26,27} have included only adolescents, runners, the military, or athletes. No research related to overweight or obesity has been undertaken so far in a general, nonathletic population, which represents 1 of the most prevalent groups affected by PFP.²¹

Most studies have used BMI as a measure of overweight and obesity. However, measurements of BMI do not consider important aspects of body composition (i.e., the distribution of body fat and skeletal muscle mass) that seem to be linked to many musculoskeletal disorders,^{29–32} including PFP.³³ Therefore, the assessment of body composition may provide additional information about the condition. In a recent study, we found that higher body fat and lower skeletal muscle mass, but not BMI, were associated with both poor functional capacity and impaired knee and hip strength in people with PFP.³³ Despite these associations, no study has explored whether people with PFP have higher body fat and lower skeletal muscle mass than pain-free controls recruited from a similar social environment. If people with PFP have higher body fat and lower skeletal muscle mass, it may indicate the need to shift the currently considered best-care for PFP (e.g., hip and knee exercises, foot orthoses, taping, and patient education)^{34–36} to a multidisciplinary approach, including weight-loss programs.³⁷

Another limitation of BMI research in PFP is that previous studies have not accounted for sex differences. In 1 systematic review,²⁶ almost 60% of the participants with PFP (total $n = 937$) included in the meta-analysis comparing BMI between people with PFP and pain-free controls were women. Additionally, only 6 of the 33 cross-sectional studies included in the review subgrouped their samples by sex,²⁶ whereas 7 studies included women only. A total of 20 studies included a mixed-sex sample (i.e., did not report women and men separately). Because women and men with PFP present different impairments (e.g., different hip strength deficits, manifestations of pain sensitization, different kinematic risk factor profiles for the development of PFP)^{38–41} and may have different distributions of body composition,⁴² women and men may represent distinct subgroups within PFP. Therefore, the evaluation of the body composition in people with PFP stratified by sex may provide additional and novel information about assessment and treatment strategies for this population.

Body composition can be assessed by a number of methods, which vary in cost, feasibility, and accuracy.^{43,44} Because there is no direct method of measuring body composition (except for cadaveric dissection), more practical indirect methods have been used, such as bioelectrical impedance and skinfold thickness.^{43,44} Both methods are time-efficient and cost-

effective and are feasible in clinical and field-based settings.^{43–45} Although some studies have identified strong correlation ($r = 0.78–0.96$)^{46–48} between skinfold thickness and bioelectrical impedance analysis for estimating the percentage of body fat, others have suggested that both measures cannot be used interchangeably.⁴⁹ Therefore, using both methods to assess body composition in a nonathletic cohort may provide different and additional information.

The aims of our study were to compare: (1) BMI, body fat, and skeletal muscle mass between a mixed-sex nonathletic cohort of people with PFP and pain-free people; and (2) BMI, body fat, and skeletal muscle mass between a nonathletic cohort of people with PFP and pain-free people subgrouped by sex (i.e., women and men with PFP vs. pain-free women and men). We hypothesized that: (1) all PFP groups (i.e., all participants, women only, and men only) would present higher BMI and body fat and lower skeletal muscle mass compared with their respective pain-free groups; and (2) the effect size for differences between women with PFP and pain-free women would be larger than for the other groups with PFP compared to pain-free controls (i.e., all participants and men only).

2. Methods

2.1. Participants

Participants between 18 and 35 years of age were recruited between October 2018 and November 2019 via advertisements at universities and in public parks and posts on social media. The advertisements invited people with and without knee pain to attend a functional assessment of the knee and body composition offered by the university (Supplementary Fig. 1). To assess their eligibility criteria, all potential participants were invited to attend a clinical examination by an experienced physiotherapist who had more than 7 years of experience in assessing people with PFP.

Participants were included in the PFP group if they fulfilled the following criteria, which were based on the most recent international consensus statement concerning PFP diagnosis:²⁰ (1) anterior knee pain for at least 3 months; (2) pain aggravated by at least 2 of the following activities: running, walking, hopping, landing, squatting, stair negotiation, kneeling, or prolonged sitting; and (3) worse pain level in the previous month, corresponding to at least 30 mm on a 100 mm visual analog scale.⁵⁰ Participants were excluded from the PFP group if they (1) presented a history of surgery on any lower-limb joint; (2) had a history of patellar subluxation; (3) had clinical evidence of meniscal injury⁵¹ or ligament instability;⁵² (4) had back, hip, ankle, or foot pain; or (5) had received current or recent (at least 6 months prior to data collection) physiotherapy treatment for PFP. A subset of our sample with PFP is included in 2 previous studies that explored the implications of body composition in lower-limb strength ($n = 100$)³³ and pain sensitization ($n = 114$)⁵³ in people with PFP.

Pain-free participants were also recruited from the same population by means of the same recruitment strategies used to recruit the PFP group. To be included among the pain-free participants, they could not have (1) presented any current or past

(for at least 1 year) symptoms of PFP, (2) had any traumatic injury (e.g., ligament rupture), or (3) had any other neurological or musculoskeletal condition.

Ethical approval for this study was granted by the Sao Paulo State University Ethics Committee. Each participant provided written informed consent.

2.2. Procedures

Participants attended a single testing session during which all body composition measures (BMI, percentage of body fat, and skeletal muscle mass) were completed. All participants also completed the Baecke Habitual Physical Activity Questionnaire to assess their physical activity levels.⁵⁴ This questionnaire includes 16 questions comprising 3 domains: work activity, sports activity, and leisure activity. The physical activity level was determined by the sum of scores obtained for each domain, with higher scores indicating a higher physical activity level. Additionally, self-reported measures of pain (worst knee pain in the previous month on a 0–100 mm visual analog scale) and duration of symptoms (months) were obtained for the participants with PFP.

2.3. Body composition measures

2.3.1. BMI

Height (cm) and body mass (kg) were measured to the nearest 0.1 cm and 0.1 kg (Welmy 110 CH; Welmy, Santa Bárbara d'Oeste, Sao Paulo, Brazil), respectively, with the subject wearing light clothing and no shoes. BMI was calculated as body mass (kg) divided by height (m) squared.

2.3.2. Bioelectrical impedance analysis

A bioelectrical impedance analyzer (Omron HBF 514C; OMRON HEALTHCARE, Kyoto, Japan) was used to assess percentage of body fat (%BF_{Bioimpedance}) and percentage of skeletal muscle mass of all participants. Prior to the analysis, participants received instructions to fast for at least 2 h prior to the measurements, to avoid alcohol and caffeine consumption during the previous 24 h, and to not engage in vigorous exercise during the previous 12 h, given that any physiological change related to 1 of the previously mentioned factors could be a confounder for the bioimpedance measurement.⁵⁵ Testing was conducted according to the manufacturer's instructions. Participants had to step on the foot electrodes barefoot and maintain an evenly distributed weight on the measurement platform while holding a pair of electrodes fixed on the display unit. Then, participants extended their arms in front of the chest, maintaining a steady position until measurements were completed. Body fat and skeletal muscle mass (expressed as a percentage of total body mass) were predicted using the manufacturer's valid and reliable equations.⁵⁶ Reliability of the bioelectrical impedance analyzer has been reported to be high to very high (intraclass correlation coefficient = 0.87 for women and = 0.96 for men). Validity based on the correlation with Air Displacement Plethysmography (BodPod GS) has also been reported to be high ($r = 0.89$ for women and $r = 0.94$ for men).⁵⁶

2.3.3. Skinfold caliper analysis

Skinfold thicknesses were measured with a scientific skinfold caliper (Cescorf, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil) on the right side of the subject's body.^{57–59} Skinfold thickness was measured to the nearest 0.1 mm at the following anatomical sites, according to standard procedures^{57–59}: (1) triceps: over the midpoint between the acromion process and the olecranon process; (2) biceps: at the same level as the triceps skinfold and directly above the center of the cubital fossa; (3) subscapular: approximately 20 mm below the tip of the inferior angle of the scapula, at an angle of about 45° to the vertical; and (4) suprailiac: just above the iliac crest in the mid-axillary line.^{57–59} First, the sites were marked on the skin with a dermatograph pencil. Then the skin was pinched up firmly between the thumb and forefinger and pulled away slightly from the underlying tissues before applying the calipers for the measurement. The same trained investigator made 3 measurements of skinfold thickness for each of the 4 anatomical sites. The mean value of the 3 measurements for each body site was used in the analysis. Test-retest reliability of the skinfold thickness measurements in all 4 sites has been reported to be very high (intraclass coefficient correlation: 0.98 to 1.00).⁶⁰ Additionally, during pilot testing, the investigator performed skinfold thickness measurements on 30 different individuals within all BMI categories (normal weight, overweight, and obese) to ensure familiarity and ability to obtain the skinfold thickness measurements and avoid biases during data collection. After skinfold thickness measurements were obtained, body density was estimated according to sex and age using the Durnin and Womersley equation, which predicts body density from the log of the sum of skinfold thicknesses at all 4 sites.⁶¹ Then, percentage of body fat (%BF_{Skinfold}) was calculated based on body density by means of the Siri equation.⁶² Previous studies have reported a good absolute agreement⁶³ and a strong correlation ($r = 0.86$ for women and $r = 0.92$ for men)⁶⁴ between percentage of body fat assessed by the Durnin and Womersley (and Siri) equations and dual-energy X-ray absorptiometry.^{63,64}

2.4. Statistical analysis

A priori sample size calculation was performed using G*Power Statistical Power Analysis Software (version 3.1, Universität Düsseldorf, Düsseldorf, Germany). A previous study comparing BMI of individuals with PFP and pain-free controls by sex subgroup was used to estimate the effect size.⁶⁵ A minimum sample size of 19 participants per group was indicated, based on a 1-way analysis of variance design comparing 4 groups with a power level of 80%, an α level of 0.05, and an estimated effect size of $f = 0.4$. We aimed to include a larger sample size than the minimum required by our sample size calculation for BMI because we also included other measures of body composition.

Data were analyzed using the PASW statistics software (version 18; SPSS, Chicago, IL, USA). The significance level was set at 0.05 for all statistical analyses. All measurements were assessed for normality and variance homogeneity using

4

the Kolmogorov-Smirnov test and the Levene test (PASW statistics software), respectively.

Descriptive statistics for each measurement were obtained first. Normally distributed variables were reported as mean (SD), and non-normally distributed variables were reported as median (interquartile range [IQR]). Age, body mass, height, and physical activity levels were compared between PFP and pain-free groups (all participants and sex subgroups) using independent *t* tests or Mann-Whitney *U* tests, depending on the distribution of the data. Then, all body composition measures (BMI, %BF^{Bioimpedance}, percentage of skeletal muscle mass assessed by bioelectrical impedance analysis and %BF^{Skinfold}) were compared between groups (PFP group vs. pain-free group, women with PFP vs. pain-free women, men with PFP vs. pain-free men) using a 1-way univariate analysis of covariance (ANCOVA), where age and physical activity levels were used as covariates on the basis of previously reported associations with both body composition measures^{26,66} and clinical presentation of PFP^{28,67}. Non-normally distributed variables were log-transformed before ANCOVA analyses. Effect sizes (ES) were calculated (Cohen *d*)⁶⁸ for all participants with PFP vs. all pain-free participants, for women with PFP vs. pain-free women, and for men with PFP vs. pain-free men.

3. Results

A total of 168 participants were included in the study, 114 with PFP (71 women and 43 men) and 54 controls (32 women and 22 men). No differences in height and physical activity levels were observed between PFP and pain-free groups, but the PFP group presented with a significantly higher age and body mass than the pain-free group. When subgrouping by sex, no differences in age and physical activity levels were observed between women with PFP and pain-free women, but women with PFP presented with a significantly higher height and body mass than pain-free women. Additionally, no differences in height, body mass, or physical activity levels were observed between men with PFP and pain-free men, but men with PFP presented with a significantly older age than pain-free men. The characteristics of each group are summarized in Table 1.

3.1. All participants: PFP group vs. pain-free group

There were no significant differences ($p = 0.06$ to 0.52) between the PFP group and the pain-free group for BMI (ES (95% CI) = 0.45 (0.12 to 0.77)), %BF^{Bioimpedance} (ES (95% CI) = 0.33 (0.00 to 0.65)), skeletal muscle mass percentage measured by bioelectrical impedance (ES (95% CI) = -0.11 (-0.44 to 0.21)), or %BF^{Skinfold} (ES (95% CI) = 0.12 (-0.20 to 0.45)) (Table 2). Effect sizes for these differences between PFP and pain-free groups are represented in Fig. 1. Adjusted means (standard error) are presented in Supplementary Table 1.

3.2. Women: PFP group vs. pain-free group

Women with PFP presented significantly ($p \leq 0.04$) higher BMI (ES = 0.85 , 95%CI: 0.42 to 1.28), higher %BF^{Bioimpedance} (ES = 0.74 , 95%CI: 0.31 to 1.17), lower skeletal muscle mass

Table 1
Participants' characteristics.

Variable	All participants			Women			Men		
	PFP group (n = 114)	Pain-free group (n = 54)	<i>p</i>	PFP group (n = 71)	Pain-free group (n = 32)	<i>p</i>	PFP group (n = 43)	Pain-free group (n = 22)	<i>p</i>
Age (year)	23.00 (20.00–27.00) ^a	21.50 (20.00–23.25) ^a	0.01*	22.00 (20.00–26.00) ^a	22.00 (21.00–23.75) ^a	0.43	24.00 (21.00–29.00) ^a	21.00 (19.75–23.25) ^a	<0.01*
Height (m)	1.68 (1.63–1.74) ^a	1.67 (1.59–1.75) ^a	0.30	1.64 ± 0.05	1.60 ± 0.06	<0.01*	1.76 ± 0.06	1.76 ± 0.06	0.86
Body mass (kg)	69.75 (60.87–78.85) ^a	65.55 (52.97–74.92) ^a	<0.01*	65.20 (59.20–72.90) ^a	54.45 (51.05–61.87) ^a	<0.01*	75.60 (69.30–81.30) ^a	74.45 (68.67–85.40) ^a	0.97
Physical activity level (Baecke questionnaire)	8.30 ± 1.24	8.04 ± 1.11	0.18	8.14 ± 1.23	8.09 ± 1.04	0.85	8.57 ± 1.23	7.96 ± 1.24	0.06
Worst pain in the previous month (VAS)	50.00 (35.00–70.00) ^a	N/A	N/A	55.00 (35.00–70.00) ^a	N/A	N/A	40.00 (30.00–60.00) ^a	N/A	N/A
Duration of symptoms (month)	38.50 (12.00–96.00) ^a	N/A	N/A	41.00 (12.00–96.00) ^a	N/A	N/A	36.00 (15.00–96.00) ^a	N/A	N/A

Notes: Data are presented as mean ± SD unless otherwise stated.

^aMedian (interquartile ranges).

*Significant differences ($p < 0.05$).

Baecke questionnaire: total score ranges from 3 (minimum physical activity level) to 15 (maximum physical activity level) points, *p* values from independent *t* tests or Mann-Whitney *U* tests, depending on the distribution of data.

N/A = not applicable; PFP = patellofemoral pain; VAS = visual analogue scale (0–100 mm).

Body composition in patellofemoral pain

Variable	All participants			Women		Men	
	PFP group (n = 114)	Pain-free group (n = 54)	p	PFP group (n = 71)	Pain-free group (n = 32)	PFP group (n = 43)	Pain-free group (n = 22)
BMI (kg/m ²)	24.3 (22.3–27.2) ^a	22.6 (21.0–25.3) ^a	0.06	24.1 (22.1–27.9) ^a	21.7 (19.9–23.8) ^a	24.4 (22.6–26.1) ^a	23.5 (22.6–27.5) ^a
Bioimpedance analysis							
%BF _{Bioimpedance}	31.4 ± 10.6	28.2 ± 8.05	0.08	37.66 ± 6.92	32.55 ± 6.81	21.3 (16.5–23.2) ^a	20.8 (18.2–25.8) ^a
Skeletal muscle mass (%)	28.1 (25.6–38.4) ^a	30.4 (26.5–38.3) ^a	0.25	26.10 ± 2.58	27.29 ± 2.43	39.22 ± 4.39	39.00 ± 3.23
Skinfold caliper analysis							
%BF _{Skinfold}	29.4 (18.4–34.8) ^a	25.7 (20.0–31.4) ^a	0.52	33.47 ± 5.73	30.30 ± 5.52	17.62 ± 6.08	19.10 ± 5.08

[[COMP: Please delete the highlighted words; they are repeated below, but I can't delete them here...thanks...CE]]

Notes: Data are presented as mean ± SD unless otherwise stated. N physical activity (covariates). The values are presented as non-log-transformed in the table to enhance clarity. p values from 1-way univariate ANCOVA with adjustment for age and physical activity. %BF_{Bioimpedance} = percentage of body fat measured by bioimpedance analysis; %BF_{Skinfold} = percentage of body fat measured by N. Notes: Data are presented as mean ± SD unless otherwise stated. N physical activity (covariates). The values are presented as non-log-transformed in the table to enhance clarity. p values from 1-way univariate ANCOVA with adjustment for age and physical activity. %BF_{Bioimpedance} = %Median (interquartile ranges).

*Significant differences ($p < 0.05$). Non-normally distributed variables were log-transformed before ANCOVA analysis. (All participants: log BMI, log skeletal muscle mass measured by bioimpedance analysis, log %BF_{Bioimpedance}; log age (covariate); women: log BMI, log age (covariate); men: log BMI, log %BF_{Bioimpedance}; log age and skinfold caliper. ANCOVA = analysis of covariance; BMI = body mass index; PFP = patellofemoral pain.

percentage measured by bioelectrical impedance (ES = −0.47, 95%CI: −0.89 to −0.05), and higher %BF_{Skinfold} (ES = 0.55, 95%CI: 0.13 to 0.98) compared to pain-free women (Fig. 1) (Table 2).

3.3. Men: PFP group vs. pain-free group

There were no significant differences ($p = 0.13$ to 0.46) between men with PFP and pain-free men for BMI (ES = 0.00, 95%CI: −0.51 to 0.51), %BF_{Bioimpedance} (ES = −0.22, 95%CI: −0.73 to 0.30), skeletal muscle mass percentage as measured by bioelectrical impedance (ES = 0.05, 95%CI: −0.46 to 0.57), or %BF_{Skinfold} (ES = −0.25, 95%CI: −0.77 to 0.26) (Fig. 1) (Table 2).

4. Discussion

This is the first study to explore BMI and body composition in women and men with PFP compared with pain-free controls in a nonathletic population. Women with PFP had significantly higher BMIs, %BF_{Bioimpedance}, and %BF_{Skinfold}, and lower skeletal muscle mass compared to pain-free women. However, men with PFP and both sexes combined showed no differences in BMI or body composition measures compared to their respective pain-free groups.

Our findings indicate that women with PFP, but not men with PFP, have a higher BMI compared to pain-free controls. In contrast, the systematic review by Hart et al.²⁶ provided moderate evidence that mixed-sex cohorts with PFP have a higher BMI compared to pain-free controls (with the proportion of women with PFP in our study: ~60%²⁶ vs. 62%, respectively). A possible explanation for the conflicting findings may be the difference in study populations: a quarter of the studies from the Hart et al. meta-analysis²⁶ included athletic populations (e.g., runners, athletes, and military service members) whereas our study comprised a nonathletic population. BMI is calculated using only body mass and height and does not take into account overall body composition (including body fat and skeletal muscle mass). Athletic populations may have larger skeletal muscle mass due to high levels of physical activity.^{69,70} As a consequence, the influence of a larger skeletal muscle mass on BMI might misclassify these individuals as overweight and obese⁷¹; this is less likely to occur in a nonathletic population. Similarly, a previous study⁶⁹ reported that a 1-liter increase in skeletal muscle mass was associated with a larger increase in BMI than a 1-liter increase in body fat (0.46 vs. 0.32, $p < 0.01$) in men, but not in women, which reinforces this explanation. Another likely explanation is that in our cohort, women with PFP presented with a significantly higher body mass (kg) compared to pain-free women: median (IQR) = 65.20 (59.20–72.90) and 54.45 (51.05–61.87), respectively; whereas men with PFP and pain-free men presented with similar body-mass (kg) values: IQR = 75.60 (69.30–81.30) and 74.45 (68.67–85.40), respectively. This would obviously influence the BMI calculations and, therefore, the differences between groups.

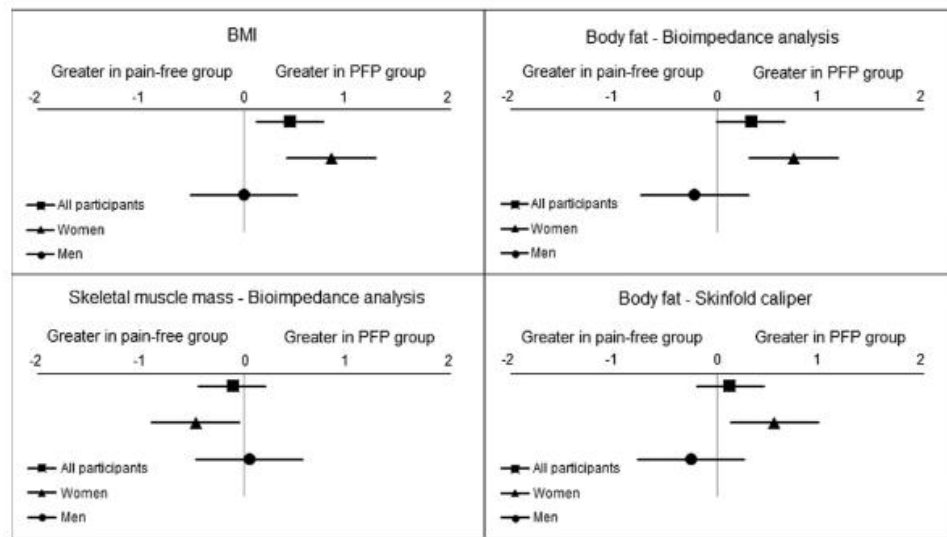


Fig. 1. Effect sizes for all participants (PFP compared with pain-free), women (women with PFP compared with pain-free women), and men (men with PFP compared with pain-free men) for body composition measures. Non-normally distributed variables were log-transformed. (All participants: log BMI, log skeletal muscle mass measured by bioimpedance analysis, log %BF_{bioimpedance}. Women: log BMI, log %BF_{bioimpedance}. Men: log BMI, log %BF_{bioimpedance}). BMI = body mass index; PFP = patellofemoral pain.

Only women with PFP presented higher %BF_{Bioimpedance} and %BF_{skinfold} compared to pain-free women in our cohort. Bioelectrical impedance and skinfold thickness analysis were able to detect similar ES differences in percentage of body fat between women with PFP and pain-free women (ES = 0.74 and 0.55, respectively), indicating that both methods are useful in assessing and detecting differences in percentage of body

fat in a nonathletic cohort of young adults. Visser et al.⁷² reported that fat mass and fat percentage were the body composition parameters that had the highest association with clinical and radiographical knee osteoarthritis, especially in women. To date, only 1 systematic review has investigated the association of body fat percentage with PFP; this review reported moderate evidence from 2 studies that body fat percentage is not a risk factor for PFP in adolescents.²⁷ Body fat distribution is different in adolescents and adults,⁷³ which make comparisons difficult. Nevertheless, this finding is particularly important because increased body fat may be related not only to increased loads in patellofemoral joint⁷⁴ but also to systemic changes (e.g., adipokines produced by adipose tissue may impact the patella cartilage metabolism and contribute to cartilage degradation).^{9,75} PFP has been suggested as a precursor to patellofemoral osteoarthritis,^{22–25} and obesity seems to have an impact on the pathogenesis of patellofemoral osteoarthritis.⁷ Therefore, increased body fat could indicate that women with PFP may be at greater risk of developing osteoarthritis than men.⁷⁶ Future longitudinal studies are needed to confirm this hypothesis.

Only women with PFP had significantly lower skeletal muscle mass compared to pain-free women in our cohort. Although no previous research has compared skeletal muscle mass between people with PFP and pain-free controls, we found that skeletal muscle mass was the best predictor of knee and hip strength in our previous study.³³ Indeed, Rathleff et al.³⁸ reported larger deficits in hip strength for women with



Fig. 2. Proposed hypothetical vicious circle of pain leading to reduced physical activity levels, leading to worsening of psychological factors, leading to obesity in nonathletic people with patellofemoral pain.

ARTICLE IN PRESS

Body composition in patellofemoral pain

7

PFP than for men with PFP when compared to pain-free controls, which could be explained by the lower skeletal muscle mass reported in our study. Additionally, people with PFP may reduce their device-measured physical activity levels due to the persistent pain associated with the condition.²⁸ This inactivity associated with the effects of obesity (i.e., reduced skeletal muscle mass and increase body fat) may also have an impact on muscle quality,^{77,78} which could be determined by the accumulation of adipose tissue within the muscle.⁷⁹ However, further research is needed to investigate this hypothesis, because fat infiltration in muscle fibers cannot be detected by the bioelectrical impedance or skinfold calipers used in our study. Nevertheless, our findings are particularly important because exercises targeted to the hip and knee muscles are strongly recommended for people with PFP,³⁴ but little is known about the most appropriate prescription (i.e., exercises targeting neuromuscular activation, strength, endurance, or power)⁸⁰ or the potential impact of evidence-based exercises on the reduction of intramuscular fat infiltration.

Interestingly, there were no significant differences in physical activity levels between people with PFP and their respective pain-free groups in our cohort. These findings may challenge the idea that overweight and obesity are a consequence of living with PFP, mediated by reduced levels of physical activity. However, it is important to highlight that we assessed physical activity levels only cross-sectionally between groups but not within groups over time. Additionally, physical activity levels in our cohort were self-reported and were not measured by a wearable device. People with PFP may reduce their physical activity levels due to the persistent pain associated with the condition²⁸ or due to the psychological impairments^{81–83} associated with increased risk of becoming obese.⁸⁴ Both factors could lead to increases in BMI/body fat and reductions in skeletal muscle mass in people with PFP, hypothetically setting off a vicious circle of pain, leading to reduced physical activity levels, leading to worsening of psychological factors, leading to obesity (Fig. 2). Because of the cross-sectional nature of our study, we cannot imply causality or effect among physical activity levels, overweight/obesity, and PFP. Future longitudinal studies are needed to confirm this hypothesis.

Overweight and obesity have risen markedly over the past decades¹ and are associated with impaired functional capacity and knee and hip strength in people with PFP.³³ Considering that overweight and obesity are modifiable, our findings suggest that health professionals should consider BMI and body composition measures as part of the evaluation and management of people with PFP, especially for women, who have demonstrated higher body fat and lower skeletal muscle mass compared to pain-free controls. Although a previous systematic review reported that patients with knee osteoarthritis may benefit from weight-loss programs (including diet and exercise) to improve pain and function,⁸⁵ nothing is known about the effect of weight-loss interventions in people with PFP. Future clinical trials are needed to investigate the effect of including weight loss interventions in the current evidence-

based treatment for PFP,^{34,35} considering that there are sex differences regarding BMI and body composition measures.

This study presents some limitations that should be acknowledged. We used bioelectrical impedance and skinfold caliper analysis to measure body-composition data. Despite both being previously reported as valid, reliable, and clinically applicable in the assessment of body composition,^{57,86} other methods are considered more accurate, such as dual-energy X-ray absorptiometry or magnetic resonance imaging.⁴³ Although we have attempted to consider sex differences in PFP by subgrouping our sample by sex, caution should be taken when interpreting our findings because we included an unequal number of participants within groups. Although this disparity depicts the sex prevalence of the condition (our whole cohort was recruited from the same setting and used the same recruitment strategy), the inclusion of an equal number of men and women in our sample could have led to different results. Also, because only young adults with PFP (aged 18–35 years) were included in our study, further research using a similar methodology with adolescents and older adults with PFP is required before our findings can be generalizable to these populations. Finally, the cross-sectional design of our study does not imply causality or allow for direct recommendations regarding interventions.

5. Conclusion

Our findings indicate that women with PFP have higher BMIs, higher body fat levels, and lower skeletal muscle mass compared to pain-free women. Men with PFP and both sexes combined presented no difference in BMI, body fat, or skeletal muscle mass compared to their respective pain-free control groups. Despite our findings, there were no significant differences in physical activity levels between people with PFP compared to their respective pain-free groups.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contributions

ASF and DOS conceived the study's design and carried out data collection, data analysis and interpretation of results, and drafted the manuscript; BFM contributed to the statistical analysis and interpretation of the results and revised the manuscript; BT contributed to data collection; MFP participated in the design of the study, contributed to data collection, and revised the manuscript; FMA provided the structure for data collection. All authors have read and approved the final version of the manuscript and agree with the order of presentation of the authors.

Acknowledgments

Amanda Schenatto Ferreira is supported by a Ph.D. scholarship from Sao Paulo Research Foundation - FAPESP

ARTICLE IN PRESS

8

A.S. Ferreira et al.

(scholarship No. 2018/17106-0). The financial sponsors played no role in the design, execution, analysis and interpretation of data, or writing of the study.

Supplementary materials

Supplementary material associated with this article can be found in the online version at doi:10.1016/j.jshs.2021.06.003.

References

1. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128.9 million children, adolescents, and adults. *Lancet* 2017;390:2627–42.
2. WHO. Fact sheets: obesity and overweight. <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>. Published 2020. [accessed 24.02.2021]. 2021.
3. Abdullah A, Stoelwinder J, Shortreed S, et al. The duration of obesity and the risk of type 2 diabetes. *Public Health Nutr* 2011;14:119–26.
4. Wilson PW, D'Agostino RB, Sullivan L, Parise H, Kannel WB. Overweight and obesity as determinants of cardiovascular risk: the Framingham experience. *Arch Intern Med* 2002;162:1867–72.
5. Felson DT, Anderson JJ, Naimark A, Walker AM, Meenan RF. Obesity and knee osteoarthritis: the Framingham Study. *Ann Intern Med* 1988;109:18–24.
6. Cooper C, Snow S, McAlindon TE, et al. Risk factors for the incidence and progression of radiographic knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum* 2000;43:995–1000.
7. Hart HF, Van Middelkoop M, Stefanik JJ, Crossley KM, Bierma-Zeinstra S. Obesity is related to incidence of patellofemoral osteoarthritis: The Cohort Hip and Cohort Knee (CHECK) study. *Rheumatol Int* 2020;40:227–32.
8. Walsh TP, Arnold JB, Evans AM, Yaxley A, Damarrell RA, Shanahan EM. The association between body fat and musculoskeletal pain: a systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord* 2018;19:233. doi:10.1186/s12891-018-2137-0.
9. McVinnie DS. Obesity and pain. *Br J Pain* 2013;7:163–70.
10. Shimizu H, Shimomura Y, Hayashi R, et al. Serum leptin concentration is associated with total body fat mass, but not abdominal fat distribution. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1997;21:536–41.
11. Fried SK, Bunkin DA, Greenberg AS. Omental and subcutaneous adipose tissues of obese subjects release interleukin-6: depot difference and regulation by glucocorticoid. *J Clin Endocrinol Metab* 1998;83:847–50.
12. Zahorska-Markiewicz B, Janowska J, Olszanecka-Glinianowicz M, Zurakowski A. Serum concentrations of TNF: alpha and soluble TNF: alpha receptors in obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2000;24:1392–5.
13. Ding C, Parameswaran V, Cicuttini F, et al. Association between leptin, body composition, sex and knee cartilage morphology in older adults: the Tasmanian Older Adult Cohort (TASOAC) study. *Ann Rheum Dis* 2008;67:1256–61.
14. Hussain SM, Tan MC, Stathakopoulos K, et al. How are obesity and body composition related to patellar cartilage? A systematic review. *J Rheumatol* 2017;44:1071–82.
15. Trepczynski A, Kutzner I, Kornaropoulos E, et al. Patellofemoral joint contact forces during activities with high knee flexion. *J Orthop Res* 2012;30:408–15.
16. Scott SH, Winter DA. Internal forces of chronic running injury sites. *Med Sci Sports Exerc* 1990;22:357–69.
17. Flynn TW, Soutas-Little RW. Patellofemoral joint compressive forces in forward and backward running. *J Orthop Sports Phys Ther* 1995;21:277–82.
18. van Middelkoop M, Van Linschoten R, Berger MY, Koes BW, Bierma-Zeinstra SM. Knee complaints seen in general practice: active sport participants versus non-sport participants. *BMC Musculoskelet Disord* 2008;9:36. doi:10.1186/1471-2474-9-36.
19. Kannus P, Aho H, Järvinen M, Niittymäki S. Computerized recording of visits to an outpatient sports clinic. *Am J Sports Med* 1987;15:79–85.
20. 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 measures. *Br J Sports Med* 2016;50:839–43.
21. Smith BE, Selfe J, Thacker D, et al. Incidence and prevalence of patellofemoral pain: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 2018;13:e0190892. doi:10.1371/journal.pone.0190892.
22. Thomas MJ, Wood L, Selfe J, Peat G. Anterior knee pain in younger adults as a precursor to subsequent patellofemoral osteoarthritis: a systematic review. *BMC Musculoskelet Disord* 2010;11:201. doi:10.1186/1471-2474-11-201.
23. Utting MR, Davies G, Newman JH. Is anterior knee pain a predisposing factor to patellofemoral osteoarthritis? *Knee* 2005;12:362–5.
24. Wyndow N, Collins N, Vicenzino B, Tucker K, Crossley K. Is there a biomechanical link between patellofemoral pain and osteoarthritis? A narrative review. *Sports Med* 2016;46:1797–808.
25. Crossley KM. Is patellofemoral osteoarthritis a common sequela of patellofemoral pain? *Br J Sports Med* 2014;48:409–10.
26. 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;51:781–90.
27. 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;53:270–81.
28. Glaviano NR, Baclow A, Saliba S. Physical activity levels in individuals with and without patellofemoral pain. *Phys Ther Sport* 2017;27:12–6.
29. Davis HC, Blue MNM, Hirsch KR, et al. Body composition is associated with physical performance in individuals with knee osteoarthritis. *J Clin Rheumatol* 2020;26:109–14.
30. Sowers MF, Yosef M, Jamadar D, Jacobson J, Karvonen-Gutierrez C, Jaffe M. BMI vs. body composition and radiographically-defined osteoarthritis of the knee in women: a 4-year follow-up study. *Osteoarthritis Cartil* 2008;16:367–72.
31. Hussain SM, Urquhart DM, Wang Y, et al. Fat mass and fat distribution are associated with low back pain intensity and disability: results from a cohort study. *Arthritis Res Ther* 2017;19:26. doi:10.1186/s13075-017-1242-z.
32. Wang Y, Simpson JA, Wluka AE, et al. Relationship between body adiposity measures and risk of primary knee and hip replacement for osteoarthritis: a prospective cohort study. *Arthritis Res Ther* 2009;11:R31. doi:10.1186/ar2636.
33. Ferreira AS, Mentiplay BF, Taborda B, Pazzinato MF, de Azevedo FM, de Oliveira Silva D. Overweight and obesity in young adults with patellofemoral pain: impact on functional capacity and strength. *J Sport Heal Sci*. 2020. doi:10.1016/j.jshs.2020.12.002. xx:xxx–x.
34. Collins NJ, Barton CJ, van Middelkoop M, 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;52:1170–8.
35. Willy RW, Högund LT, Barton CJ, et al. Patellofemoral Pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 2019;49. doi:10.2519/jospt.2019.0302. CPG1-95.
36. de Oliveira Silva D, Pazzinato MF, Rathleff MS, et al. Patient education for patellofemoral pain: a systematic review. *J Orthop Sports Phys Ther* 2020;50:388–96.
37. Barton CJ, Crossley KM, Macri EM. Should we consider changing traditional physiotherapy treatment of patellofemoral pain based on recent insights from the literature? *Br J Sports Med* 2018;52:1546–7.
38. 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;48:1088. doi:10.1136/bjsports-2013-093305.
39. Boling MC, Nguyen AD, Padua DA, Cameron KL, Beutler A, Marshall SW. Gender-specific risk factor profiles for patellofemoral pain. *Clin J Sport Med* 2021;31:49–56.
40. de Oliveira Silva D, Rathleff MS, Petersen K, Azevedo FM, Barton CJ. Manifestations of pain sensitization across different painful knee

- disorders: a systematic review including meta-analysis and meta-regression. *Pain Med* 2019;20:335–58.
41. van der Heijden RA, Rijnders 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* 2018;19:184–92.
 42. Karastergiou K, Smith SR, Greenberg AS, Fried SK. Sex differences in human adipose tissues: the biology of pear shape. *Biol Sex Differ* 2012;3:13. doi:10.1186/2042-6410-3-13.
 43. Borga M, West J, Bell JD, et al. Advanced body composition assessment: from body mass index to body composition profiling. *J Investig Med* 2018;66:1–9.
 44. Toomey C, Hughes K, Norton C. A review of body composition measurement in the assessment of health. *Top Clin Nutr* 2015;30:16–32.
 45. Kasper AM, Langan-Evans C, Hudson JF, et al. Come back skinfolds, all is forgiven: a narrative review of the efficacy of common body composition methods in applied sports practice. *Nutrients* 2021;13:1075. doi:10.3390/nu13041075.
 46. Flores-García AL, Sánchez-Ramírez CA, Newton-Sánchez ÓA, Rojas-Larios F. Correlation between skinfold thickness and bioelectrical impedance analysis for the evaluation of body composition in patients on dialysis. *Nutr Hosp* 2018;35:117–22.
 47. Ostojic SM. Estimation of body fat in athletes: skinfolds vs bioelectrical impedance. *J Sport Med Phys Fitness* 2006;46:442–6.
 48. Eaton AW, Israel RG, O'Brien KF, Hortobagyi T, McCammon MR. Comparison of four methods to assess body composition in women. *Eur J Clin Nutr* 1993;47:353–60.
 49. Barbosa AR, Santarém JM, Jacob Filho W, Meirelles ES, Marucci JM. Comparison of body fat using anthropometry bioelectrical impedance and DEXA in elderly women. *Arch Latinoam Nutr* 2001;51:49–56.
 50. 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;85:815–22.
 51. Karachalios T, Hantes M, Zibis AH, Zachos V, Karantanas AH, Malizos KN. Diagnostic accuracy of a new clinical test (the Thessaly test) for early detection of meniscal tears. *J Bone Joint Surg Am* 2005;87:955–62.
 52. Benjaminse A, Gokeler A, van der Schans CP. Clinical diagnosis of an anterior cruciate ligament rupture: a meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther* 2006;36:267–88.
 53. Ferreira AS, Lack S, Taborda B, Pazzinato MF, De Azevedo FM, De Oliveira Silva D. Body fat and skeletal muscle mass, but not body mass index, are associated with pressure hyperalgesia in young adults with patellofemoral pain. *Pain Med*. 2021. [under review].
 54. Baecke JA, Burema J, Frijters JE. A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. *Am J Clin Nutr* 1982;36:936–42.
 55. Stahn A, Terblanche E, Gunga H-C. Use of bioelectrical impedance: general principles and overview. *Handbook of Anthropometry*. New York, NY: Springer; 2012.p.49–90.
 56. Vasold KL, Parks AC, Phelan DMI, Pontifex MB, Pivarnik JM. Reliability and validity of commercially available low-cost bioelectric impedance analysis. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2019;29:406–10.
 57. Durnin JV, Rahaman MM. The assessment of the amount of fat in the human body from measurements of skinfold thickness.1967. *Br J Nutr* 2003;89:147–55.
 58. de Freitas SN, Caiaffa WT, César CC, et al. A comparative study of methods for diagnosis of obesity in an urban mixed-race population in Minas Gerais, Brazil. *Public Health Nutr* 2007;10:883–90.
 59. Norton K, Olds T. *Anthropometrica: A Textbook of Body Measurement for Sports and Health Courses*. Sydney, Australia: University of New South Wales Press; 1996.
 60. Pérez-Chirinos Buxadé C, Solà-Pérez T, Castizo-Olier J, et al. Assessing subcutaneous adipose tissue by simple and portable field instruments: skinfolds versus A-mode ultrasound measurements. *PLoS One* 2018;13:e0205226. doi:10.1371/journal.pone.0205226.
 61. Durnin JV, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr* 1974;32:77–97.
 62. Siri WE. *Body Composition from Fluid Spaces and Density: Analysis of Methods*. Berkeley, CA: University of California Radiation Laboratory; 1956.
 63. Bráulio VB, Furtado VC, Md Silveira, Fonseca MH, Oliveira JE. Comparison of body composition methods in overweight and obese Brazilian women. *Arq Bras Endocrinol Metabol* 2010;54:398–405.
 64. Leahy S, O'Neill C, Sohun R, Toomey C, Jakeman P. Generalised equations for the prediction of percentage body fat by anthropometry in adult men and women aged 18–81 years. *Br J Nutr* 2013;109:678–85.
 65. Draper CE, Besier TF, Gold GE, et al. Is cartilage thickness different in young subjects with and without patellofemoral pain? *Osteoarthritis Cartil* 2006;14:931–7.
 66. Silva BGCD, Silva ICMD, Ekelund U, et al. Associations of physical activity and sedentary time with body composition in Brazilian young adults. *Sci Rep* 2019;9:5444. doi:10.1038/s41598-019-41935-2.
 67. Collins NJ, Oei EHG, de Kanter JL, Vicenzino B, Crossley KM. Prevalence of radiographic and MRI features of patellofemoral osteoarthritis in young and middle-aged adults with persistent patellofemoral pain. *Arthritis Care Res (Hoboken)* 2019;71:1068–73.
 68. Sullivan GM, Feinn R. Using effect size—or why the p value is not enough. *J Grad Med Educ* 2012;4:279–82.
 69. Heymsfield SB, Scherzer R, Pietrobelli A, Lewis CE, Grunfeld C. Body mass index as a phenotypic expression of adiposity: quantitative contribution of muscularity in a population-based sample. *Int J Obes (Lond)* 2009;33:1363–73.
 70. Abe T, Wong V, Dankel SJ, et al. Skeletal muscle mass in female athletes: the average and the extremes. *Am J Hum Biol* 2020;32:e23333. doi:10.1002/ajhb.23333.
 71. Ode JJ, Pivarnik JM, Reeves MJ, Knous JL. Body mass index as a predictor of percent fat in college athletes and nonathletes. *Med Sci Sport Exerc* 2007;39:403–9.
 72. Visser AW, de Mutser R, Loefer M, et al. The role of fat mass and skeletal muscle mass in knee osteoarthritis is different for men and women: the NEO study. *Osteoarthritis Cartil* 2014;22:197–202.
 73. Guo SS, Chumlea WC, Roche AF, Siervogel RM. Age- and maturity-related changes in body composition during adolescence into adulthood: the Fels Longitudinal Study. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1997;21:1167–75.
 74. Kim N, Browning RC, Lerner ZF. The effects of pediatric obesity on patellofemoral joint contact force during walking. *Gait Posture* 2019;73:209–14.
 75. Teichtahl AJ, Wluka AE, Wang Y, et al. Obesity and adiposity are associated with the rate of patella cartilage volume loss over 2 years in adults without knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 2009;68:909–13.
 76. Cross M, Smith E, Hoy D, et al. The global burden of hip and knee osteoarthritis: estimates from the global burden of disease 2010 study. *Ann Rheum Dis* 2014;73:1323–30.
 77. Manini TM, Clark BC, Nalls MA, Goodpaster BH, Ploutz-snyder LL, Harris TB. Reduced physical activity increases intermuscular adipose tissue in healthy young adults. *Am J Clin Nutr* 2007;85:377–84.
 78. Marcus RL, Addison O, Kidde JP, Dibble LE, Lastayo PC. Skeletal muscle fat infiltration: impact of age, inactivity, and exercise. *J Nutr Health Aging* 2013;14:362–6.
 79. Krishnasamy P, Hall M, Robbins SR. The role of skeletal muscle in the pathophysiology and management of knee osteoarthritis. *Rheumatology (Oxford)* 2018;57(suppl.4):iv22–33.
 80. 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;32:155–66.
 81. MacLachlan LR, Collins NJ, Matthews MLG, Hodges PW, Vicenzino B. The psychological features of patellofemoral pain: a systematic review. 2017;51:732–42.
 82. De Oliveira Silva D, Willy RW, Barton CJ, Christensen K, Pazzinato MF, Azevedo FM. Pain and disability in women with patellofemoral pain relate to kinesiophobia, but not to patellofemoral joint loading variables. *Scand J Med Sci Sports* 2020;30:2215–21.
 83. 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* 2019;68:1–5.

ARTICLE IN PRESS

10

A.S. Ferreira et al.

- 1017 84. Luppino FS, de Wit LM, Bouvy PF, et al. Overweight, obesity, and
1018 depression: a systematic review and meta-analysis of longitudinal studies.
1019 *Arch Gen Psychiatry* 2010;**67**:220–9.
1020 85. Hall M, Castelein B, Wittoek R, Calders P, Van Ginckel A. Diet-induced
1021 weight loss alone or combined with exercise in overweight or obese peo-
1022 ple with knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Semin*
1023 *Arthritis Rheum* 2019;**48**:765–77. 1074
1024 86. Vasold KL, Parks AC, Phelan DML, Pontifex MB, Pivarnik JM. Reliabil- 1075
1025 ity and validity of commercially available low-cost bioelectric impedance 1076
1026 analysis. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2019;**29**:406–10. 1077
1027 1078
1028 1079
1029 1080
1030 1081
1031 1082
1032 1083
1033 1084
1034 1085
1035 1086
1036 1087
1037 1088
1038 1089
1039 1090
1040 1091
1041 1092
1042 1093
1043 1094
1044 1095
1045 1096
1046 1097
1047 1098
1048 1099
1049 1100
1050 1101
1051 1102
1052 1103
1053 1104
1054 1105
1055 1106
1056 1107
1057 1108
1058 1109
1059 1110
1060 1111
1061 1112
1062 1113
1063 1114
1064 1115
1065 1116
1066 1117
1067 1118
1068 1119
1069 1120
1070 1121
1071 1122
1072 1123
1073 1124
1125
1126
1127
1128
1129
1130

ARTICLE IN PRESS



Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

Journal of Sport and Health Science 00 (2021) 1–10



www.jshs.org.cn

Original article

Overweight and obesity in young adults with patellofemoral pain: Impact on functional capacity and strength

Amanda Schenatto Ferreira^{a,*}, Benjamin F. Mentiplay^b, Bianca Taborda^a,
Marcella Ferraz Pazzinatto^{a,b}, Fábio Mícolis de Azevedo^a, Danilo de Oliveira Silva^{a,b}

^a Department of Physiotherapy, School of Science and Technology, Sao Paulo State University (UNESP), Presidente Prudente, 19060-900, Brazil

^b La Trobe Sport and Exercise Medicine Research Centre, School of Allied Health, Human Services and Sport, La Trobe University, Melbourne, VIC 3086, Australia

Received 8 July 2020; revised 5 October 2020; accepted 29 October 2020

2095-2546/© 2021 Published by Elsevier B.V. on behalf of Shanghai University of Sport. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Abstract

Purpose: To (i) investigate the proportion of overweight/obesity in a cohort of young adults with patellofemoral pain (PFP) and (ii) explore the association of body mass index (BMI), body fat, and lean mass with functional capacity and hip and knee strength in people with PFP.

Methods: We included a mixed-sex sample of young adults (18–35 years old) with PFP ($n = 100$). Measurements for BMI, percentage of body fat, and lean mass (assessed by bioelectrical impedance) were obtained. Functional capacity was assessed by the Anterior Knee Pain Scale, plank test, and single-leg hop test. Strength of the knee extensors, knee flexors, and hip abductors was evaluated isometrically using an isokinetic dynamometer. The proportion of overweight/obesity was calculated based on BMI. The association between BMI, body fat, and lean mass and functional capacity and strength was investigated using partial correlations, followed by hierarchical regression analysis, adjusted for covariates (sex, bilateral pain, and current pain level).

Results: A total of 38% of our cohort had their BMI categorized as overweight/obese. Higher BMI was associated with poor functional capacity ($\Delta R^2 = 0.06–0.12$, $p \leq 0.001$) and with knee flexion strength only ($\Delta R^2 = 0.04$, $p = 0.030$). Higher body fat was associated with poor functional capacity ($\Delta R^2 = 0.05–0.15$, $p \leq 0.015$) and reduced strength ($\Delta R^2 = 0.15–0.23$, $p < 0.001$). Lower lean mass was associated with poor functional capacity ($\Delta R^2 = 0.04–0.13$, $p \leq 0.032$) and reduced strength ($\Delta R^2 = 0.29–0.31$, $p < 0.001$).

Conclusion: BMI, body fat, and lean mass should be considered in the assessment and management of young people with PFP because it may be detrimental to function and strength.

Keywords: Body fat distribution; Body mass index; Patellofemoral pain syndrome; Torque

1. Introduction

Patellofemoral pain (PFP) is characterized by insidious onset of diffuse anterior knee pain, exacerbated by activities that load the patellofemoral joint (e.g., running, climbing stairs, squatting).¹ PFP has an estimated annual prevalence of 23% in the general population and up to 35% prevalence in sporting populations.² PFP is associated with poor quality of life, poor physical health, and poor psychological health.^{3–5} Furthermore, there has been speculation that PFP is a precursor to patellofemoral osteoarthritis (OA).^{6–8}

Numerous biomechanical, anatomical, and psychological factors have been linked to PFP.^{1,9–11} Specifically, impaired

knee strength is a risk factor for people with PFP,¹² and impaired functional capacity predicts poor outcomes for people with PFP after rehabilitation.^{13,14} Other potential factors associated with PFP that have received less attention are body composition measures. Findings from a systematic review indicates that young adults with PFP have greater body mass index (BMI)¹⁵ than pain-free controls. Greater BMI has also been reported as a clinical predictor of poor long-term outcomes in people with PFP.¹⁶ Despite compelling evidence indicating that high BMI is detrimental to people with PFP, its impact on functional capacity and strength in this population has never been explored. Moreover, other measures of body composition (e.g., body fat and lean mass), which seem to provide additional and more accurate implications of overweight and obesity on an individual's health status compared to BMI alone,^{17,18} have also never been explored in this population.

Peer review under responsibility of Shanghai University of Sport.

*Corresponding author.

E-mail address: amandaschenatto@outlook.com (A.S. Ferreira).

<https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.12.002>

ARTICLE IN PRESS

2

A.S. Ferreira et al.

Overweight and obesity are associated with impaired functional capacity and knee strength in people with knee OA,^{18–22} with body fat and lean mass presenting a higher association ($\Delta R^2 = 0.162$ and $\Delta R^2 = 0.093$, respectively) with impaired functional capacity than BMI ($\Delta R^2 = 0.005$).¹⁸ Although these findings are mostly related to the tibiofemoral joint (i.e., tibiofemoral OA), previous studies²³ have reported that overweight and obesity also have deleterious effects on patellofemoral OA, likely via metabolic factors (i.e., increased leptin due to obesity has been associated with reduced patellar cartilage volume)²⁴ and/or mechanical factors (i.e., increased loading by obesity may also affect patellar cartilage and its biomechanical properties).^{25,26} Additionally, studies have reported that a weight loss of 10% or higher led to clinically important improvements in pain, functional capacity, and knee strength in people with knee OA (both tibiofemoral and tibiofemoral plus patellofemoral OA).^{27–30} However, as highlighted in a recent editorial, interventions targeting weight loss do not exist in the PFP literature.³¹ The detrimental effects of overweight and obesity have been extensively explored in several other musculoskeletal conditions.^{18,32–34} However, it remains underexplored in PFP. More research is needed to understand the impact of overweight and obesity on clinically important PFP outcomes, such as functional capacity and strength. Considering that overweight and obesity are modifiable factors, our findings could provide novel insights toward changing traditional rehabilitation of PFP.³⁵ Therefore, the aims of our study are twofold: (i) to investigate the proportion of overweight and obesity in a cohort of young adults with PFP and (ii) to explore the association of BMI, body fat, and lean mass with functional capacity and knee strength in young adults with PFP.

2. Methods

This cross-sectional study was reported according to the Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology guideline recommendations.³⁶ The study was approved by the University Ethics Committee (No. 1.484.129), and each participant provided informed written consent prior to data collection.

2.1. Recruitment

Participants were recruited from the community between October 2018 and November 2019 via advertisements at universities and fitness centers and via posts on social media. Participants were between 18 and 35 years of age. Eligibility criteria were assessed by a physiotherapist (with >7 years of experience in assessing people with PFP). Eligibility criteria included (i) anterior knee pain in at least one limb provoked by at least two of the following activities: running, walking, hopping, landing, squatting, negotiating stairs, kneeling, or prolonged sitting,¹ (ii) insidious onset of symptoms with a duration of at least 3 months, and (iii) anterior knee pain in the logue scale.³⁷ Exclusion criteria included the following: a history of patellar subluxation, a history of surgery on any lower

limb joint, the presence of meniscal injury³⁸ or ligament instability,³⁹ and self-reported back, hip, ankle, or foot pain. To control for potential carry-over effects from previous treatments that might influence the outcomes assessed, those who had received acupuncture, physiotherapy, or any other treatment for PFP during the preceding 6 months were also excluded from our study. Participants were asked to refrain from taking, in the 7 days prior to data collection, any medications and to avoid participating in any type of physical activity they were unaccustomed to.

2.2. Sample size calculation

An a priori sample size calculation was performed using G*Power Statistical Power Analysis Software V3.1 (Universität Düsseldorf, Düsseldorf, Germany). In our pilot study, with data drawn from 30 participants with PFP, BMI uniquely explained 4.8% of the variance in the single-leg hop test while the covariates explained 39.0%. We chose the single-leg hop test to power our study because it presented the smallest ΔR^2 among all variables. We estimated that we would need at least 94 participants to detect a ΔR^2 of 0.048 with 80% of power and an α level of 0.05, using 4 predictor variables.

2.3. Overview of the experimental approach

A total of 100 young adults with PFP were invited to attend a one-day assessment at the Sao Paulo State University. BMI, percentages of body fat and lean mass, functional capacity (measured by the Anterior Knee Pain Scale (AKPS), plank test, and single-leg hop test), and strength measures (peak isometric knee extension, knee flexion, and hip abduction torque) were obtained. After data collection completion, the proportion of overweight and obesity in our sample (based on BMI) was calculated and described as a percentage of the entire cohort (Aim 1). Then, we used partial correlation and hierarchical regression analysis to investigate the relationship of BMI, body fat, and lean mass with functional capacity and strength in young adults with PFP (Aim 2). All analyses were adjusted for covariates (sex, bilateral pain, and current pain level) on the basis of previously reported associations^{40–42} or plausible hypotheses. Fig. 1 shows in detail the experimental design of our study.

2.4. Participant characteristics

Demographics (age, sex, height, and body mass) were obtained, along with duration of symptoms (months) and presence of bilateral pain. Height and body mass were assessed with participants wearing light clothing and no shoes. Body mass was measured to the nearest 0.1 kg, and height was measured to the nearest 0.1 cm using a calibrated scale with a stadiometer (Welmy 110 CH; Welmy®, Sao Paulo, Brazil). Body mass and height were used to calculate BMI (kg/m^2).

Before data collection, all participants rated their current indicating no pain and 100 indicating the worst pain possible.³⁷

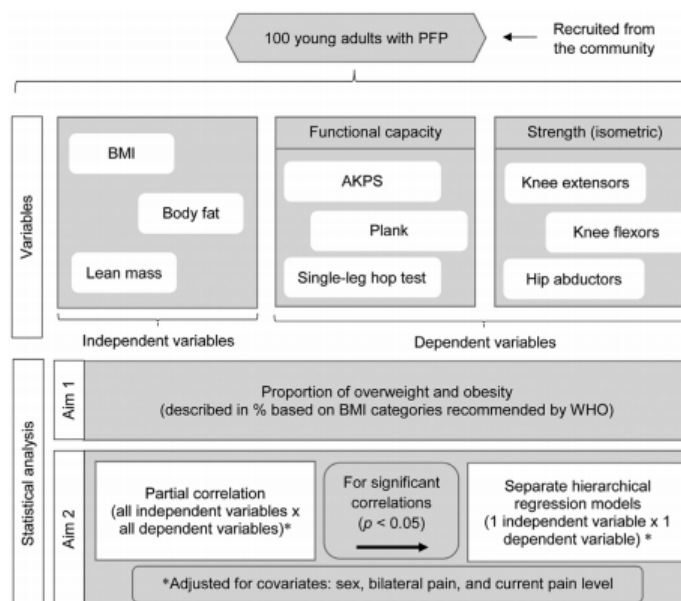


Fig. 1. Flowchart describing the experimental approach. AKPS = Anterior Knee Pain Scale; BMI = body mass index; PFP = patellofemoral pain; WHO = World Health Organization.

2.5. Bioelectrical impedance analysis

Body fat and lean mass were measured using a bioelectrical impedance analyzer (Omron HBF 514C; Omron Healthcare Co., Kyoto, Japan). The device uses 8 electrodes in a tetrapolar arrangement and requires participants to stand on metal footpads in bare feet and hold a pair of electrodes fixed on the display unit, with arms extended in front of their chest. The manufacturers' valid and reliable equations⁴³ were used to predict body fat and lean mass (expressed as a percentage of total body mass). Due to the inclusion of a mixed-sex sample with wide ranges of body mass, body fat, and lean mass were reported as a percentage to facilitate the interpretation of results. Participants were instructed to avoid alcohol and caffeine consumption for 24 h prior to measurement, to avoid vigorous exercise for 12 h prior to measurement, and to avoid food and beverages for 2 h prior to measurement.

2.6. Functional capacity

Self-reported functional capacity was assessed by the AKPS. Objective functional capacity was assessed by the plank test and single-leg hop test in a randomized order. Data collection for all lower limb assessments was performed in the symptomatic leg or most symptomatic leg (in case of bilateral symptoms).⁵

The AKPS is a valid and reliable 13-item questionnaire used to assess functional capacity of people with PFP; the overall score ranges from 0 (maximum functional limitation) to 100 (no functional limitation).³⁷

To perform the plank test, participants assumed a prone position supported by their forearms and feet, with the shoulders and elbows flexed at 90°. They were instructed to raise their pelvis from the floor, maintaining a straight line from head to ankles, and to hold this static position as long as possible. If necessary, verbal instructions were given to correct participants' positioning. The evaluator ended the test when participants were no longer able to maintain the proper position after 2 warnings or when the participant ended it due to fatigue. Participants performed a single trial, and the test duration was recorded with a stopwatch.⁴⁴

To perform the single-leg hop test, the participant stood on the tested leg with the heel positioned on a marked line and with the other leg lifted from the floor by flexing the contralateral knee. The participants were told to hop as far as possible, keeping their arms behind their back, taking off and landing on the same foot, and maintaining their balance for about 2 s after landing. The hop distance (cm) was measured, with a measuring tape that was affixed to the floor, from the heel in the starting position to the heel in the landing position. A hop was considered successful when the participant was able to maintain balance for at least 2 s after landing. A hop was considered unsuccessful when the participant touched the floor with the contralateral lower extremity, lost balance, pushed with the contralateral foot, or did not keep the hands behind the back. Each participant was given 3 practice trials before the test. Three successive trials were then recorded. One minute of rest was provided between each trial. The average value of the 3 trials was used for statistical analysis.⁵

Before the strength tests were administered, participants were given a minimum of a 10-min rest after performing the functional tests (plank test and single-leg hop test) in order to avoid pain summation and limit neuromuscular fatigue. Additionally, participants were asked to perform the next test only when they felt completely recovered from the previous one.

2.7. Knee and hip strength

After functional capacity assessments, maximal voluntary isometric contractions (MVICs) of the knee extensors, knee flexors, and hip abductors were measured using an isokinetic dynamometer (Biodex System 4 Pro; Biodex Medical Systems Inc., New York, NY, USA). Knee extensor and knee flexor strength was assessed (Biodex System 4 Pro; Biodex Medical Systems Inc.) in the same seating position, with the hips and non-tested knee flexed at 90°. Four straps were used to stabilize the trunk, pelvis, and the tested limb. The dynamometer's rotational axis was aligned with the lateral epicondyle of the femur, and the resistance pad was placed 5 cm above the lateral malleolus. The MVICs of the knee extensors and flexors were assessed with the tested limb at 60° of knee flexion.⁴⁵

Hip abductor strength was assessed (Biodex System 4 Pro; Biodex Medical Systems Inc.) in a side-lying position, with the tested limb on top of the non-tested limb, in neutral hip flexion/extension and medial/lateral rotation alignment and with an extended knee. Four straps were used to stabilize the trunk and non-tested limb. The dynamometer's rotational axis was aligned with the hip joint center in the frontal plane of the tested limb, and the resistance pad was placed on the lateral aspect of the distal thigh, 5 cm above the patella. MVICs for the hip abductors were assessed with the tested limb at 30° of hip abduction.⁴⁵

The testing order for the muscle groups was randomized. The assessor provided standardized verbal encouragement during contractions to elicit maximal effort. Participants performed 2 submaximal contractions of 6 s, with an interval of 30 s between trials for familiarization with each test position. Then, 3 maximal isometric contractions of 6 s, with an interval of 1 min between each trial, were performed in order to determine the MVIC for each muscle group. The highest peak torque (N·m) achieved in one of the 3 trials was used in the statistical analysis.^{45,46}

2.8. Statistical analysis

Normality and variance homogeneity of data were tested using the Shapiro-Wilk and Levene tests, respectively. Duration of symptoms and results of the plank test were non-normally distributed; therefore, results of the plank test were log transformed before being included in the partial correlation and hierarchical regression analyses. Descriptive statistics were used to describe participant characteristics, body composition, functional capacity, and strength measures for the total sample. Descriptive statistics were also described according to BMI categories suggested by the World Health Organization (WHO). Normally distributed variables were reported as mean $\pm$ SD, and non-normally distributed variables were reported as median (interquartile range).

The first aim of our study was to determine the proportion of overweight and obesity in our sample of young adults with PFP. Overweight and obesity were defined based on the following BMI categories recommended by the WHO⁴⁷: participants with a BMI of $<18.5 \text{ kg/m}^2$ were categorized as underweight, $18.5 \text{ kg/m}^2 \leq \text{BMI} < 25 \text{ kg/m}^2$ were categorized as normal weight, $25 \text{ kg/m}^2 \leq \text{BMI} < 30 \text{ kg/m}^2$ were categorized as overweight, and a BMI of $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ were categorized as obese. The proportion for each category was presented as a percentage of the entire cohort. No participants were underweight.

We also compared demographics and participant characteristics, body composition, functional capacity, and knee and hip strength measurements across all 3 BMI categories by running a one-way analysis of variance or a Kruskal–Wallis test. Bonferroni's *post hoc* test for multiple pairwise comparisons was performed when overall differences were statistically significant ($p < 0.05$). Comparisons between BMI categories for bilateral pain and sex were made using χ^2 tests, with pairwise multiple comparisons using Bonferroni correction of p values when overall differences were statistically significant ($p < 0.05$). These analyses are reported in [Supplementary Table S1](#).

Our second aim was to explore the association of BMI, body fat, and lean mass with functional capacity and strength in young adults with PFP. We used partial correlation coefficients^{48,49} to determine the relationship between independent variables (BMI, body fat, and lean mass) and dependent variables (AKPS, plank test, single-leg hop test, and peak isometric strength of the knee extensors, knee flexors, and hip abductors). All partial correlation analyses were adjusted for the following covariates: (i) sex (previous studies have found sex differences in the clinical presentation of people with PFP^{40,41}), (ii) bilateral pain (our sample included participants with unilateral and bilateral symptoms; since it may influence the outcomes, we included bilateral pain as a covariate), and (iii) current pain level (PFP is characterized by intermittent pain⁴² that may highly influence the outcomes for each participant individually). The classification of correlation was defined as small: $r = 0.10$ – 0.30 moderate: $r = 0.31$ – 0.50 and strong: $r = 0.51$ – 1.00 .⁴⁹ The variables that presented significant correlations ($p < 0.05$) were included in hierarchical regression models.

Separate hierarchical regression models were used to determine the unique association of each measure of BMI, body fat, and lean mass with each measure of functional capacity and strength that presented significant correlations. All regression models were also adjusted for covariates by first entering the covariates (sex, bilateral symptoms, and current pain level) into the hierarchical regression model (Model 1). Then, either BMI, body fat, or lean mass was added into the model (Model 2), which means that all changes in the results of the regression models, from the first step to the second step, were due to the insertion of the independent variable (either BMI, body fat, or lean mass).

An α level of 0.05 was set for all statistical tests. All analyses were performed using the PASW Statistics software (Version 18.0; SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

ARTICLE IN PRESS

3. Results

From October 2018 to November 2019, 100 young adults with PFP (60 females and 40 males) were enrolled in our study. Descriptive statistics for all variables are presented in Table 1.

3.1. Proportion of overweight and obesity in young adults with PFP

Of the 100 participants included in our study, 62% were categorized as normal weight, 24% as overweight, and 14% as obese.

3.2. Correlation coefficient findings

The partial correlation coefficients between variables of interest are reported in Table 2. Significant negative correlations were found for BMI with AKPS, plank, and single-leg hop test ($r = -0.28$ to -0.41 , small to moderate). And a significant positive correlation was found for BMI with knee flexion strength ($r = 0.22$, small). No significant correlations were found between BMI and knee extension and hip abductor strength. Significant negative correlations were found for body fat with AKPS, plank, single-leg hop test, and strength measures ($r = -0.25$ to -0.49 , small to moderate). Significant positive correlations were found for lean mass with AKPS, plank, single-leg hop test, and strength measures ($r = 0.22$ to 0.57 , small to strong).

3.3. Regression models

The results of the hierarchical regression analyses are reported in Tables 3, 4, and 5. After adjusting for covariates, BMI significantly explained 6% of the variance in AKPS ($p < 0.001$), 9% of the variance in plank ($p < 0.001$), 12% of the variance in single-leg hop test ($p < 0.001$), and 4% of the variance in knee flexion strength ($p = 0.030$) (Table 3).

After adjusting for covariates, body fat significantly explained 5% of the variance in AKPS ($p = 0.015$), 10% of the variance in plank ($p < 0.001$), 15% of the variance in single-leg hop test ($p < 0.001$), 18% of the variance knee extension strength ($p < 0.001$), 15% of the variance in knee flexion strength ($p < 0.001$), and 23% of the variance in hip abductor strength ($p < 0.001$) (Table 4).

After adjusting for covariates, lean mass significantly explained 4% of the variance in AKPS ($p = 0.032$), 11% of the variance in plank ($p < 0.001$), 13% of the variance in single-leg hop test ($p < 0.001$), 31% of the variance in knee extension strength ($p < 0.001$), 29% of the variance in knee flexion strength ($p < 0.001$), and 31% of the variance in hip abductor strength ($p < 0.001$) (Table 5).

4. Discussion

A total of 38% of our cohort had their BMI categorized as overweight or obese. Higher BMI and body fat, and lower lean mass, were associated with poor functional capacity, even after adjusting for confounders such as sex, presence

Table 1
Characteristics of study participants.

Variable	All sample	BMI groups		
		Normal weight (BMI = 18.5–24.9 kg/m ²)	Overweight (BMI = 25–29.9 kg/m ²)	Obese (BMI ≥ 30 kg/m ²)
Demographics				
<i>n</i>	100	62	24	14
Age (year)	24.11 ± 4.83	23.30 ± 4.60	24.16 ± 3.77	27.57 ± 6.13
Body mass (kg)	72.10 ± 15.48	64.25 ± 8.14	76.15 ± 9.93	99.90 ± 13.53
Height (cm)	168.88 ± 8.42	168.95 ± 8.03	169.14 ± 9.97	168.10 ± 7.82
BMI (kg/m ²)	25.36 ± 4.78	22.55 ± 1.65	26.94 ± 1.31	35.10 ± 3.77
Bilateral pain (%)	57.0	54.8	70.8	42.8
Sex (females, %)	60.0	59.7	50.0	78.6
Worst pain level in the previous month (VAS)	50.70 ± 20.79	48.62 ± 21.59	50.83 ± 17.29	59.64 ± 21.61
Current pain level (VAS)	17.06 ± 21.45	12.19 ± 19.08	17.50 ± 17.87	37.89 ± 25.54
Duration of symptoms (months) ^a	36 (12–96)	36 (11–94)	36 (12–96)	54 (5–123)
Body composition measures				
Body fat—bioimpedance (%)	31.13 ± 10.74	27.05 ± 8.91	32.54 ± 8.60	46.75 ± 5.44
Lean mass—bioimpedance (%)	31.36 ± 7.31	32.96 ± 7.45	31.51 ± 6.06	23.97 ± 3.30
Functional capacity measures				
Functional capacity (AKPS)	78.44 ± 10.23	80.37 ± 9.47	78.91 ± 9.57	69.07 ± 10.07
Plank (s) ^a	55 (34–90)	60 (39–100)	58 (46–89)	22 (15–32)
Single-leg hop test (cm)	90.11 ± 25.25	94.80 ± 23.61	93.89 ± 24.82	62.88 ± 14.78
Strength measures				
Peak isometric knee extension (N·m)	181.98 ± 62.87	178.70 ± 64.63	196.64 ± 63.65	171.42 ± 52.54
Peak isometric knee flexion (N·m)	99.80 ± 33.02	96.06 ± 34.03	112.50 ± 32.36	94.59 ± 25.02
Peak isometric hip abduction (N·m)	68.59 ± 23.74	69.38 ± 24.75	74.45 ± 22.74	55.08 ± 15.48

Note: Data are presented as mean ± SD unless otherwise stated.

^a Data are presented as median (interquartile ranges).

Abbreviations: AKPS = Anterior Knee Pain Scale; BMI = body mass index; VAS = visual analogue scale.

ARTICLE IN PRESS

6

A.S. Ferreira et al.

Table 2

Pearson correlation coefficients (*r*) among BMI, body fat percentage, lean mass percentage, functional capacity, and strength measures.

Variables	BMI (kg/m ²)	Body fat percentage	Lean mass percentage
AKPS	−0.28 (0.005)*	−0.25 (0.015)*	0.22 (0.032)*
Plank ^a	−0.34 (0.001)*	−0.37 (<0.001)*	0.38 (<0.001)*
Single-leg hop test (cm)	−0.41 (<0.001)*	−0.46 (<0.001)*	0.44 (<0.001)*
Peak isometric knee extension	0.17 (0.087)	−0.43 (<0.001)*	0.57 (<0.001)*
Peak isometric knee flexion	0.22 (0.031)*	−0.40 (<0.001)*	0.56 (<0.001)*
Peak isometric hip abduction	−0.07 (0.510)	−0.49 (<0.001)*	0.57 (<0.001)*

Note: Data were adjusted for sex, presence of bilateral pain, and current pain level (VAS), and presented as *r* (*p*).^a Log transformed.* *p* < 0.05.

Abbreviations: AKPS = Anterior Knee Pain Scale; BMI = body mass index; VAS = visual analogue scale.

Table 3

Hierarchical linear regression between BMI and functional capacity, and knee flexion strength.

Dependent variable	Model	Independent variable	R ²	ΔR ²	ΔF	β (95%CI)
AKPS	1	Covariates ^a	0.20			
	2	BMI	0.26	0.06	8.29**	−0.57 (−0.96 to −0.17)
Plank ^b	1	Covariates ^a	0.26			
	2	BMI	0.35	0.09	12.64**	−0.02 (−0.03 to −0.01)
Single-leg hop test	1	Covariates ^a	0.30			
	2	BMI	0.42	0.12	18.94**	−1.90 (−2.76 to −1.03)
Peak isometric knee flexion strength	1	Covariates ^a	0.07			
	2	Body fat	0.11	0.04	4.81*	1.53 (0.14 to 2.92)

^a Adjusted for sex, presence of bilateral pain, and current pain level.^b Log transformed.* *p* < 0.05;** *p* < 0.01.

Abbreviations: AKPS = Anterior Knee Pain Scale; BMI = body mass index; CI = confidence interval.

Table 4

Hierarchical linear regression between body fat and functional capacity, and strength measures.

Dependent variable	Model	Independent variable	R ²	ΔR ²	ΔF	β (95%CI)
AKPS	1	Covariates ^a	0.20			
	2	Body fat	0.25	0.05	6.19*	−0.33 (−0.59 to −0.06)
Plank ^b	1	Covariates ^a	0.26			
	2	Body fat	0.36	0.10	15.10**	−0.01 (−0.02 to −0.01)
Single leg hop test	1	Covariates ^a	0.30			
	2	Body fat	0.45	0.15	25.03**	−1.41 (−1.97 to −0.85)
Peak isometric knee extension strength	1	Covariates ^a	0.05			
	2	Body fat	0.23	0.18	21.81**	−2.60 (−3.71 to −1.49)
Peak isometric knee flexion strength	1	Covariates ^a	0.07			
	2	Body fat	0.22	0.15	18.50**	−1.26 (−1.85 to −0.68)
Peak isometric hip abductor strength	1	Covariates ^a	0.04			
	2	Body fat	0.27	0.23	30.43**	−1.12 (−1.53 to −0.72)

^a Adjusted for sex, presence of bilateral pain, and current pain level.^b Log transformed.* *p* < 0.05;** *p* < 0.01.

Abbreviations: AKPS = Anterior Knee Pain Scale; CI = confidence interval.

of bilateral pain, and current pain level. Additionally, higher body fat and lower lean mass, but not BMI, were associated with reduced knee and hip strength, even after adjusting for confounders. Our study provides novel data related to body fat and lean mass measures in young adults with PFP that can be used to further advance assessment and treatment strategies.

As noted, a BMI of ≥ 25 kg/m² was observed in 38% of our cohort, indicating that overweight and obesity are health problems coexisting with physical impairments^{5,45} in a large proportion of young adults with PFP. This finding is consistent with a previous systematic review of 33 cross-sectional studies, which reported that young adults with PFP have greater BMI compared with pain-free controls.¹⁵ Interestingly,

ARTICLE IN PRESS

Overweight in patellofemoral pain

7

Table 5

Hierarchical linear regression between lean mass and functional capacity, and strength measures.

Dependent variable	Model	Independent variable	R^2	ΔR^2	ΔF	β (95%CI)
AKPS	1	Covariates ^a	0.20			
	2	Lean mass	0.24	0.04	4.73*	0.58 (0.05 to 1.11)
Plank ^b	1	Covariates ^a	0.26			
	2	Lean mass	0.37	0.11	16.24**	0.03 (0.01 to 0.04)
Single-leg hop test (cm)	1	Covariates ^a	0.30			
	2	Lean mass	0.43	0.13	22.14**	2.69 (1.55 to 3.82)
Peak isometric knee extension strength	1	Covariates ^a	0.05			
	2	Lean mass	0.36	0.31	46.43**	5.02 (3.55 to 6.48)
Peak isometric knee flexion strength	1	Covariates ^a	0.07			
	2	Lean mass	0.36	0.29	43.53**	2.55 (1.78 to 3.32)
Peak isometric hip abductor strength	1	Covariates ^a	0.04			
	2	Lean mass	0.35	0.31	45.02**	1.88 (1.32 to 2.44)

^a Adjusted for sex, presence of bilateral pain, and current pain level.^b Log transformed.* $p < 0.05$.** $p < 0.01$.

Abbreviations: AKPS = Anterior Knee Pain Scale; CI = confidence interval.

evidence from 2 systematic reviews of prospective studies suggests that BMI might not be a risk factor for PFP.^{12,15} This indicates that overweight may be a consequence of living with PFP (rather than overweight or obesity predisposing PFP), with PFP known to lead to reduced physical activity levels and psychological impairments.^{4,10,50} However, many of the studies included in these systematic reviews^{12,15} (six of 12 studies) investigated BMI as a risk factor for PFP in military populations. Future prospective studies are needed to confirm if higher BMI values are a risk factor for (or consequence of) PFP in other populations such as young adults, adolescents, and recreational sports population.

Our findings suggest that higher BMI, higher body fat, and lower lean mass are associated with poor subjective and objective functional capacity. Previous research in other musculoskeletal conditions assessing the relationship of BMI, body fat, and lean mass with functional capacity has yielded conflicting findings.^{18,19,51} Davis et al.¹⁸ reported an association between body fat and lean mass and objective functional capacity in older adults with knee OA. However, BMI was not associated with either subjective or objective functional capacity. Nonetheless, when people with different levels of overweight are compared, those with higher BMI reported poor subjective functional capacity in knee OA¹⁹ and chronic low back pain.⁵¹ These findings provide important clinical implications, given that patients with PFP reporting poor functional capacity are most likely to have poor long-term outcomes.^{13,14} Exercise therapy targeting the hip and knee is a key recommendation of international consensus and clinical practice guidelines to improving pain and function in people with PFP.^{35,52,53} However, a prognostic study indicated that more than half of people with PFP report unfavorable outcomes 5–8 years after being enrolled in exercise-based rehabilitation.¹⁴ This suggests a need for alternative approaches that are more tailored to patient needs.³¹ Our findings suggest that greater BMI, higher body fat, and lower lean mass are predictive of poor functional capacity and reduced knee and hip strength. Therefore,

considering management approaches beyond exercise therapy that incorporate weight management may be a potential alternative to enhance long-term outcomes for patients with PFP. This approach has been reported to be successful in people with knee OA, with weight management interventions leading to improvements in pain, functional capacity, and knee strength.^{27–30}

According to our findings, BMI was associated with knee flexion strength but not with knee extension and hip strength. A potential explanation for this finding is that BMI does not take into account specific components of body composition (i.e., body fat and lean mass); consequently, the relative contribution of these components to muscle strength cannot be determined. Additionally, although we included sex as a covariate during statistical analysis and did not find a significant difference between BMI groups for proportion of males and females (Supplementary Table S1), the inclusion of a non-balanced mixed-sex sample across BMI categories is a limitation of our study. A previous systematic review has indicated larger hip strength deficits for female populations compared to male and mixed-sex populations, which supports the notion that males and females present different deficits and may represent distinct subgroups within PFP.⁴⁰

Our novel findings indicate that higher body fat and lower lean mass are associated with reduced knee and hip strength. Overweight has been associated with alterations in skeletal muscle, such as increased lipid accumulation between (intermuscular fat) and within skeletal muscle fibers,^{54,55} which in turn seems to affect muscular quality (muscle strength relative to unit of muscle mass) in people with knee OA.^{54,56,57} These physiological changes in the skeletal muscle as a consequence of overweight may negatively influence knee extensor strength and physical function in people with knee OA.^{56,58} Fat infiltration in muscle fibers could not be detected by bioelectrical impedance and therefore is a limitation of our study. Further research is warranted to explore this hypothesis.

4.1. Clinical implications

Our findings suggest that BMI, body fat, and lean mass should be considered in the assessment and management of PFP because, depending on their levels, they may be detrimental to functional capacity and particularly strength. Weight management interventions (diet only or a combination of diet plus exercise) have been reported to be effective to improving pain, functional capacity, and knee strength in people with knee OA.^{27–30,59} Considering that 38% of our cohort were overweight or obese, weight management and advice on a healthier lifestyle⁶⁰ should be considered for young adults with PFP. Additionally, we found that lean mass was the best predictor of strength, explaining 31%, 29%, and 31% of the variance in knee extensor, knee flexor, and hip abductor strength, respectively, while body fat explained 18%, 15%, and 23%, respectively. These findings may suggest that developers of interventions targeting weight loss as a treatment modality for PFP need to consider the impact of the weight loss intervention on lean mass specifically. Therefore, interventions focusing on combined diet and strength training rather than diet only may be the best option for people with PFP, particularly for those categorized as obese,^{61,62} because they seem to have the lowest knee and hip strength (Supplementary Table S1). This hypothesis should be a research priority because there has been no randomized controlled trial in PFP targeting weight loss.³¹

4.2. Limitations

Due to the first aim of the study (to determine the proportion of overweight/obesity in our sample of young adults with PFP), we did not create equal samples within BMI categories, which could have influenced our results regarding the second aim (to examine associations between body composition and functional capacity and strength). Due to our sample size, we chose to account for sex as a covariate within the regression model rather than stratify the cohort into subgroups. Future studies stratifying the sample based on sex are needed in order to better understand its contribution in the relationship of BMI, body fat, and lean mass with functional capacity and strength in PFP. Although we have attempted to control for some important covariates in our analyses (sex, bilateral pain, and current pain level), caution should be taken when interpreting our findings because the participants' physical activity level was not assessed in our cohort; further inquiry into the influence of physical activity level is warranted to determine whether it may serve as a potential covariate for the observed relationships. Our findings are also limited to individuals 18–35 years old. Adolescents and older populations with PFP may present different distributions of BMI, body fat, and lean mass,^{15,63} and this requires consideration in future research. Last, we only investigated the impact of BMI, body fat, and lean mass on functional capacity and strength measures; future research should explore the impact of overweight and obesity in psychological, biomechanical, and other clinical outcomes in people with PFP.

5. Conclusion

Higher BMI, higher body fat, and lower lean mass are associated with poor functional capacity in young adults with PFP. Higher body fat and lean mass, but not BMI, were also associated with reduced knee and hip strength. These findings indicate that when managing people with PFP, assessment of BMI, body fat, and lean mass is warranted because it has an impact on clinical outcomes.

Acknowledgments

Amanda Schenatto Ferreira is supported by a PhD scholarship from Sao Paulo Research Foundation - FAPESP (scholarship No. 2018/17106-0).

Authors' contributions

ASF and DOS conceived the study's design and carried out data collection, data analysis and interpretation, and drafting of the manuscript; BFM contributed to statistical analysis and data interpretation and helped revise the manuscript; BT participated in the design of the study and contributed to data collection; MFP participated in the design of the study and helped revise the manuscript; FMA provided a critical review of the manuscript. All authors have read and approved the final version of the manuscript, and agree with the order of presentation of the authors.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Supplementary materials

Supplementary material associated with this article can be found, in the online version, at doi:10.1016/j.jshs.2020.12.002.

References

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 measures. *Br J Sports Med* 2016;50:839–43.
2. Smith BE, Selfe J, Thacker D, et al. Incidence and prevalence of patellofemoral pain: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 2018;13:e0190892. doi:10.1371/journal.pone.0190892.
3. Coburn SL, Barton CJ, Filbay SR, Hart HF, Rathleff MS, Crossley KM. Quality of life in individuals with patellofemoral pain: a systematic review including meta-analysis. *Phys Ther Sport* 2018;33:96–108.
4. Priore LB, Azevedo FM, Pazzinatto MF, et al. Influence of kinesiophobia and pain catastrophism on objective function in women with patellofemoral pain. *Phys Ther Sport* 2019;35:116–21.
5. Nunes GS, de Oliveira Silva D, Crossley KM, Serrão FV, Pizzari T, Barton CJ. People with patellofemoral pain have impaired functional performance, that is correlated to hip muscle capacity. *Phys Ther Sport* 2019;40:85–90.
6. Eijkenboom JFA, Waarsing JH, Oei EHG, Bierma-Zeinstra SMA, van Middelkoop M. Is patellofemoral pain a precursor to osteoarthritis? Patellofemoral osteoarthritis and patellofemoral pain patients share aberrant patellar shape compared with healthy controls. *Bone Jt Res* 2018;7:541–7.

ARTICLE IN PRESS

Overweight in patellofemoral pain

9

7. Crossley KM. Is patellofemoral osteoarthritis a common sequela of patellofemoral pain? *Br J Sports Med* 2014;**48**:409–10.
8. 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**:1797–808.
9. 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**:155–66.
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**:732–42.
11. 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**:1713–23.
12. 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**:270–81.
13. Collins NJ, Bierma-zeinstra SM, 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**:227–33.
14. 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**:881–6.
15. 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**:781–90.
16. Kastelein M, Luijsterburg PA, 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* 2015;**49**:400–5.
17. Sowers MF, Yosef M, Jamadar D, Jacobson J, Karvonen-Gutierrez C, Jaffe M. BMI vs. body composition and radiographically-defined osteoarthritis of the knee in women: a 4-year follow-up study. *Osteoarthritis Cartil* 2008;**16**:367–72.
18. Davis HC, Blue MNM, Hirsch KR, et al. Body composition is associated with physical performance in individuals with knee osteoarthritis. *J Clin Rheumatol* 2020;**26**:109–14.
19. Raud B, Gay C, Guiguet-auclair C, et al. Level of obesity is directly associated with the clinical and functional consequences of knee osteoarthritis. *Sci Rep* 2020;**10**:3601. doi:10.1038/s41598-020-60587-1.
20. Culvenor AG, Felson DT, Niu J, et al. Thigh muscle specific-strength and the risk of incident knee osteoarthritis: the influence of sex and greater body mass index. *Arthritis Care Res* 2017;**69**:1266–70.
21. Batsis JA, Zbhehlik AJ, Barre LK, Bynum JP, Pidgeon D, Bartels SJ. Impact of obesity on disability, function and physical activity: data from the Osteoarthritis Initiative. *Scand J Rheumatol* 2015;**44**:495–502.
22. Kurtça MP, Aslan UB, Senol H. Is functional level related with body composition in patients with knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartil* 2019;**27**:S447. doi:10.1016/j.joca.2019.02.482.
23. Hussain SM, Tan MC, Stathakopoulos K, et al. How are obesity and body composition related to patellar cartilage? A systematic review. *J Rheumatol* 2017;**44**:1071–82.
24. Ding C, Parameswaran V, Cicuttini F, et al. Association between leptin, body composition, sex and knee cartilage morphology in older adults: the Tasmanian older adult cohort (TASOAC) study. *Ann Rheum Dis* 2018;**67**:1256–61.
25. Sowers M, Karvonen-Gutierrez CA, Jacobson JA, Jiang Y, Yosef M. Associations of anatomical measures from MRI with radiographically defined knee osteoarthritis score, pain, and physical functioning. *J Bone Joint Surg Am* 2011;**93**:241–51.
26. Kim N, Browning RC, Lerner ZF. The effects of pediatric obesity on patellofemoral joint contact force during walking. *Gait Posture* 2019;**73**:209–14.
27. Riddle DL, Stratford PW. Body weight changes and corresponding changes in pain and function in persons with symptomatic knee osteoarthritis: a cohort study. *Arthritis Care Res (Hoboken)* 2013;**65**:15–22.
28. Messier SP, Resnik AE, Beavers DP, et al. Intentional weight loss for overweight and obese knee osteoarthritis patients: is more better. *Arthritis Care Res (Hoboken)* 2018;**70**:1569–75.
29. Atukorala I, Makovey J, Lawler L, Messier SP, Bennell K, Hunter DJ. Is there a dose-response relationship between weight loss and symptom improvement in persons with knee osteoarthritis? *Arthritis Care Res (Hoboken)* 2016;**68**:1106–14.
30. Henriksen M, Christensen R, Danneskiold-Samsøe B, Bliddal H. Changes in lower extremity muscle mass and muscle strength after weight loss in obese patients with knee osteoarthritis: a prospective cohort study. *Arthritis Rheum* 2012;**64**:438–42.
31. Barton CJ, Crossley KM, Macri EM. Should we consider changing traditional physiotherapy treatment of patellofemoral pain based on recent insights from the literature? *Br J Sports Med* 2018;**52**:1546–7.
32. Urquhart DM, Berry P, Wluka AE, et al. Increased fat mass is associated with high levels of low back pain intensity and disability. *Spine (Phila Pa 1976)* 2011;**36**:1320–5.
33. Hussain SM, Urquhart DM, Wang Y, et al. Fat mass and fat distribution are associated with low back pain intensity and disability: results from a cohort study. *Arthritis Res Ther* 2017;**19**:26. doi:10.1186/s13075-017-1242-z.
34. Yoo JJ, Cho NH, Lim SH, Kim HA. Relationships between body mass index, fat mass, muscle mass, and musculoskeletal pain in community residents. *Arthritis Rheumatol* 2014;**66**:3511–20.
35. Collins NJ, Barton CJ, van Middelkoop M, 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**:1170–8.
36. von Elm E, Altman DG, Egger M, et al. Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *Br Med J* 2007;**335**:806–8.
37. 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**:815–22.
38. Karachalios T, Hantes M, Zibis AH, Zachos V, Karantanas AH, Malizos KN. Diagnostic accuracy of a new clinical test (the Thessaly test) for early detection of meniscal tears. *J Bone Joint Surg Am* 2005;**87**:955–62.
39. Benjaminse A, Gokeler A, van der Schans CP. Clinical diagnosis of an anterior cruciate ligament rupture: a meta-analysis. *J Orthop Sport Phys Ther* 2005;**36**:267–88.
40. 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**:1088. doi:10.1136/bjsports-2013-093305.
41. Boling MC, Nguyen AD, Padua DA, Cameron KL, Beutler A, Marshall SW. Gender-specific risk factor profiles for patellofemoral pain. *Clin J Sport Med*. 2019. doi:10.1097/JSM.0000000000000719. [Epub ahead of print].
42. Pazzinato 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**:1953–61.
43. Vasold KL, Parks AC, Phelan DML, Pontifex MB, Pivarnik JM. Reliability and validity of commercially available low-cost bioelectric impedance analysis. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2019;**29**:406–10.
44. Durall CJ, Greene PF, Kernozek TW. A comparison of two isometric tests of trunk flexor endurance. *J Strength Cond Res* 2012;**26**:1939–44.
45. 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. doi:10.1519/jsc.0000000000003179. [Epub ahead of print].
46. 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**:69–74.
47. Obesity WHO. preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. *World Health Organ Tech Rep Ser* 2000;**894**:1–253.
48. Field A. Discovering Statistics Using SPSS. 3rd ed. London: SAGE Publications Ltd; 2009.

ARTICLE IN PRESS

10

A.S. Ferreira et al.

49. Cohen J. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. 2nd ed. New York, NY: Routledge Academic; 1988.
50. Glaviano NR, Baellow A, Saliba S. Physical activity levels in individuals with and without patellofemoral pain. *Phys Ther Sport* 2017;27:12–6.
51. Wertli MM, Held U, Campello M, Schecter Weiner S. Obesity is associated with more disability at presentation and after treatment in low back pain but not in neck pain: findings from the OIOC registry. *BMC Musculoskelet Disord* 2016;17:140. doi:10.1186/s12891-016-0992-0.
52. Willy RW, Hoglund LT, Barton CJ, et al. Patellofemoral pain: clinical practice guidelines linked to the international classification of functioning, disability and health from the academy of orthopaedic physical therapy of the American Physical Therapy Association. *J Orthop Sport Phys Ther* 2019;49:CPG1–57.
53. 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;49:923–34.
54. Bollinger LM. Potential contributions of skeletal muscle contractile dysfunction to altered biomechanics in obesity. *Gait Posture* 2017;56:100–7.
55. Pedrosa MG, de Almeida AC, Aily JB, de Noronha M, Mattiello SM. Fatty infiltration in the thigh muscles in knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Rheumatol Int* 2019;39:627–35.
56. Kumar D, Karampino DC, MacLeod TD, et al. Quadriceps intramuscular fat fraction rather than muscle size is associated with knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartil* 2014;22:226–34.
57. Conroy MB, Kwok CK, Krishnan E, et al. Muscle strength, mass, and quality in older men and women with knee osteoarthritis. *Arthritis Care Res (Hoboken)* 2012;64:15–21.
58. Maly MR, Calder KM, Macintyre NJ, Beattie KA. Relationship of intermuscular fat volume in the thigh relates to knee extensor strength and physical performance in women at risk for or with knee osteoarthritis. *Arthritis Care Res (Hoboken)* 2013;65:44–52.
59. 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;310:1263–73.
60. de Oliveira Silva D, Pazzinato MF, Rathleff MS, et al. Patient education for patellofemoral pain: a systematic review. *J Orthop Sport Phys Ther* 2020;50:388–96.
61. Hulens M, Vansant G, Lysens R, Claessens AL, Muls E. Assessment of isokinetic muscle strength in women who are obese. *J Orthop Sport Phys Ther* 2002;32:347–56.
62. Hulens M, Vansant G, Lysens R, Claessens AL, Muls E, Brumagne S. Study of differences in peripheral muscle strength of lean versus obese women: an allometric approach. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2001;25:676–81.
63. Barber Foss KD, Hornsby M, Edwards NM, Myer GD, Hewett TE. Is body composition associated with an increased risk of developing anterior knee pain in adolescent female athletes. *Phys Sportsmed* 2012;40:13–9.

ANEXO III – DECLARAÇÃO DE PALESTRA NA DISCIPLINA DE METODOLOGIA DA PESQUISA CIENTÍFICA E ESTATÍSTICA

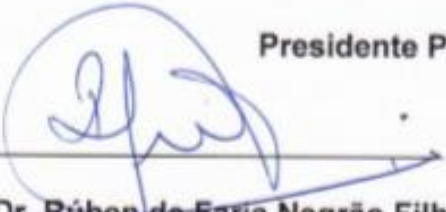


UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Presidente Prudente

CERTIFICADO

Declaro para os devidos fins que o
Doutoranda AMANDA SCHENATTO FERREIRA, portador do RG
083.558.699-58, aluna regularmente matriculado no Programa de Pós-
Graduação Strictu Sensu em Fisioterapia da Faculdade de Ciências e
Tecnologia da UNESP – Campus de Presidente Prudente, participou do
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO: PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU
"FISIOTERAPIA – 12ª EDIÇÃO", ministrando a Disciplina de
Metodologia da Pesquisa Científica e Estatística, com foco na Prática
Baseada em Evidência Científica em Fisioterapia, com carga horária de
10 horas, no primeiro semestre de 2019.

Presidente Prudente, 02/07/2019



Prof. Dr. Rúben de Faria Negrão Filho
Coordenador do Curso de Especialização

ANEXO IV – DECLARAÇÃO DE PALESTRA NA DISCIPLINA DE “DIDÁTICA E METODOLOGIA DO ENSINO”



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Câmpus de Presidente Prudente



DECLARAÇÃO

DECLARO, para os devidos fins, que **Amanda Schenatto Ferreira** RG. **9.719.491-2**, ministrou na qualidade de **colaboradora** a disciplina de “*Didática e Metodologia de Ensino*” no 2ª Semestre / 2019 do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia – Unesp/FCT – Presidente Prudente-SP, com carga horária total de 30 horas.

Presidente Prudente, 11 de Novembro de 2019.


Prof. Dr. **FÁBIO MICOLIS DE AZEVEDO**
Coordenador do Programa de
Pós-graduação em Fisioterapia



Faculdade de Ciências e Tecnologia
Seção Técnica de Pós-graduação
Rua Roberto Simonsen, 305 CEP 19060-900 Presidente Prudente SP
Tel 18 3229-5417 e 18 3223-4519 posgrad@fct.unesp.br

**ANEXO V - CERTIFICADO DE PARTICIPAÇÃO NO 6TH INTERNATIONAL
PATELLOFEMORAL PAIN RESEARCH RETREAT & CLINICAL SYMPOSIUM**



ANEXO VI – RESUMO APRESENTADO NA CATEGORIA ORAL NO 6TH INTERNATIONAL PATELLOFEMORAL PAIN RESEARCH RETREAT

Higher body mass index is associated with poor functional capacity in women with patellofemoral pain
 Amanda Schenatto Ferreira¹, Danilo de Oliveira Silva^{1,2}, Bianca Taborda¹, Marcella Pazzinato^{1,2}, Liliam Priore¹, Fabio Azevedo¹.

¹ Sao Paulo State University, Presidente Prudente, Brazil; ² La Trobe University, Melbourne, Australia.
 Email for correspondence: amandaschenatto@outlook.com

Introduction

Women with patellofemoral pain (PFP) present poor functional capacity when performing dynamic activities¹. The malfunctioning of the patellofemoral joint (PFJ) seems to play a role on the poor functional capacity², which could be aggravated by the overload generated by a high body mass index (BMI)³. A recent systematic review⁴ found higher BMI in adults with PFP compared to asymptomatic adults. However, little is known about the relationship between BMI and functional capacity in women with PFP.

The aim of this study was to evaluate the relationship between BMI with functional capacity in women with PFP.

Methods

Seventy-nine women with PFP aged 18-40 years were included. Demographics were collected prior to testing and BMI was calculated (height [m]/ body mass [kg]²). Two tests were used to assess the functional capacity: forward step-down test (FSDT) and single leg hop test (SLHT). To perform the FSDT, participants stood in a 20cm platform and stepped forward and down towards the floor. Participants were instructed to tap the heel of the non-tested limb on the floor and return to full knee extension as many time as they could in 30s¹. The maximum number of repetitions the participant performed in 30s was recorded. To perform the SLHT, participants were instructed to stand on one leg in a marked position on the floor, to hop maximally for distance and to land on the same limb, maintaining their balance for at least 2s. The distance hopped was measured from the initial position until the position the participant landed. The test was performed three times and the mean was used for analysis¹. Descriptive statistics was used to characterize the sample. Pearson coefficient correlations were calculated to quantify the relationship between BMI and functional capacity.

Results

Descriptive values of participant's demographics and functional capacity measures are presented in Table 1. BMI was significantly correlated with functional capacity during both FSDT ($r = -0.25$; $p = 0.01$) and SLHT ($r = -0.21$; $p = 0.03$) (Figure 1).

Table 1. Characteristics of the participants.

Variables	Women with PFP (n=79)
<i>Demographics</i>	
Age (years), mean $\pm$ SD	22.05 $\pm$ 3.00
BMI (kg/m ²), mean $\pm$ SD	23.78 $\pm$ 3.63
BMI WHO categories	
Normal, n (%)	57 (72.1)
Overweight, n (%)	16 (20.3)
Obese, n (%)	6 (7.6)
<i>Functional capacity measures</i>	
SLHT(cm), mean $\pm$ SD	86.31 $\pm$ 20.46
FSDT(n° of reps), mean (SD)	17.67 $\pm$ 5.89

Abbreviations: BMI, Body Mass Index; WHO, World Health Organization; SD, standard deviation.

Discussion

Our findings of 22% of women with PFP presenting excess of bodyweight corroborate with a previous systematic review⁴ reporting greater BMI in adults with PFP. However, Neal et al.⁵ reported BMI is not a risk factor for PFP development. Despite not being a risk factor, greater BMI might be linked with other aspects of PFP clinical presentation. Our findings indicate a small association between higher BMI with poorer functional capacity. It could mean that potential reductions in BMI may positively affect functional capacity. The cross-sectional nature of our study does not allow any causality implication. But, our findings warrant further studies investigating if a weight management program, in addition to other evidence-based interventions, is efficient in improving functional capacity of women with PFP who present excess of bodyweight.

Acknowledgements

To Sao Paulo Research Foundation (n°2018/17106-0).

References

1. De Oliveira Silva D et al. PTIS 2018. 33:89-95.
2. Powers C, et al. BJSM 2017. (24):1713-1723.
3. Trepczynski A, et al. JOSPT 2012. 30(3):408-415.
4. Hart H, et al. BJSM 2017. 51(10):781-790.
5. Neal B, et al. BJSM 2019. 53:270-281.

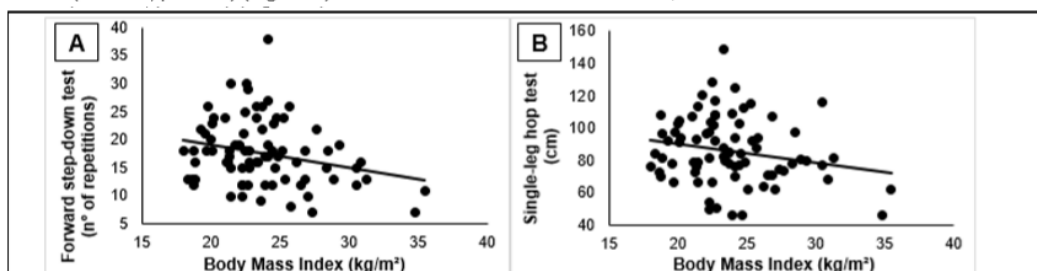


Figure 1. Scatterplot representing the significant correlation between BMI with functional capacity measures (FSDT and SLHT).

ANEXO VII – COAUTORA DE RESUMO APRESENTADO NO 6TH INTERNATIONAL PATELLOFEMORAL PAIN RESEARCH RETREAT

Effect of knee bracing versus minimal intervention on kinesiophobia, pain, subjective and objective function in individuals with patellofemoral pain: A randomized controlled trial
 Ronaldo Briani¹, Liliam Priore¹, Amanda Ferreira¹, Carmen Garcia¹, Danilo de Oliveira Silva¹, Fabio Azevedo¹
¹ Sao Paulo State University, Sao Paulo, Brazil;
 Email for correspondence: ronaldobriani@hotmail.com

Introduction

Knee bracing is a common treatment modality for individuals with patellofemoral pain (PFP) [1]. Studies have reported biomechanical and symptoms improvements after wearing knee braces [1,2]. However, no study has investigated the effect of wearing knee braces on non-physical features of individuals with PFP, which has gained widespread attention recently [4]. For instance, the change in kinesiophobia is associated with changes in pain and disability in patients with PFP after a treatment [5]. Interestingly, Hart et al. [7] have found evidence of beneficial effects of an unloader knee brace on improving psychological aspects in individuals with knee osteoarthritis (OA). Therefore, the aim of this study was to investigate the immediate effects and four-week effects of knee bracing compared to minimal intervention on kinesiophobia, pain, subjective and objective function in individuals with PFP.

Methods

Fifty individuals with PFP were recruited and randomly divided into two groups: Brace group (25 individuals; 22 women and 3 men) and Minimal intervention group (25 individuals; 17 women and 8 men). Participants in the Brace group were instructed to wear a commercial knee brace for 14 consecutive days during their daily living activities, including sports practice and activities that exacerbate their knee pain. They were initially instructed on how to wear the knee brace and also received a leaflet with the same information. Participants in the Minimal intervention group received an educational leaflet on PFP. Baseline, 2 weeks and 4 weeks (follow up) outcome measures were performed on both groups. The primary outcome was kinesiophobia, which was obtained with Tampa scale for kinesiophobia. The secondary outcome were self-reported knee pain, subjective function obtained by the anterior knee pain scale (AKPS) and objective function measured by the single leg hop test (SLHT). A mixed-methods 2x3 analysis of variance (ANOVA) was performed to investigate differences between groups and time.

Results

There were no differences between groups for all outcomes in baseline assessments. Individuals in the Brace group presented lower kinesiophobia, self-reported pain and higher objective function in the 2-week and follow up assessments compared to the Minimal intervention group. No between groups differences were observed for subjective function. Individuals in the Brace group presented a significant decrease in kinesiophobia and self-reported knee pain and increase in objective function in the 2 weeks assessment, which was maintained in the follow up for kinesiophobia and objective function but slightly

increased for knee pain (Table 1). No time differences were observed for subjective function in the Brace group. In the Minimal intervention group, there was a significant reduction in self-reported knee pain in the 2-week assessment, but it increased and returned to baseline levels in the follow up assessment. No time differences were for kinesiophobia, objective and subjective function in the Minimal intervention group.

Table 1 – Baseline, 2-week and 4-week assessments of primary and secondary outcomes.

Variable	PFP Mean (SD)	Pain-free Mean (SD)	Mean Difference (95% CI)
Baseline			
Kinesiophobia	36.6 (1.23)	36.8 (1.27)	-0.12 (-3.61 to 3.37)
Pain	5.60 (2.25)	5.44 (1.78)	0.16 (-1.31 to 0.99)
Subjective function	73.5 (8.79)	76.6 (11.8)	-3.08 (-9.00 to 2.84)
Objective function	77.5 (15.0)	85.9 (26.0)	-8.42 (-20.5 to 3.64)
2-week assessment			
Kinesiophobia	31.3 (0.25)	36.8 (1.27)	-5.56 (-9.18 to -1.93)*
Pain	1.84 (1.27)	3.56 (1.96)	-1.72 (-2.75 to -0.69)*
Subjective function	73.7 (8.23)	76.4 (10.2)	-2.72 (-8.00 to -2.56)
Objective function	96.1 (28.9)	82.6 (18.7)	-13.45 (-27.3 to -0.43)*
4-week assessment			
Kinesiophobia	31.0 (1.17)	36.2 (1.14)	-5.24 (-8.58 to -1.89)*
Pain	2.36 (1.75)	4.68 (1.70)	-2.32 (-3.30 to -1.33)*
Subjective function	76.4 (10.1)	77.8 (11.0)	-1.36 (-7.37 to -4.65)
Objective function	102.6 (53.9)	78.8 (15.6)	-23.7 (-46.3 to -1.14)*

* Represents significant difference between groups.

Discussion

Wearing knee braces for 2 weeks improved kinesiophobia, self-reported knee pain and objective function of individuals with PFP. These results are in accordance with recent findings [1,2] and show that knee braces can either improve physical or non-physical features on individuals with PFP. Hart et al. [7] showed that individuals with knee OA presented improvements in knee confidence after wearing knee braces for 4 weeks, which corroborates with our findings of reduction in fear of movement after 2 weeks of wearing braces. It is important to notice that the results were maintained in the 4-week follow up, although it is unknown for how long they would remain unchanged. Our findings show the importance of knee braces in the treatment of PFP and warrant further studies investigating the effect of incorporating knee braces alongside the best management for PFP.

Acknowledgements

To São Paulo Research Foundation [2017/02457-9]

References

1. Sinclair JK, et al. *Clin Biomech*. 2016.
2. Sker SF, et al. *Gait Posture*. 2017.
3. Collins NJ, et al. *Br J Sports Med*. 2018.
4. MacLachlan LR, et al. *Br J Sports Med*. 2017.
5. Domenéch J, et al. *Knee Sur, Sport Traumatol Arthrosc*. 2013.
6. Domenéch J, et al. *Knee Sur, Sport Traumatol Arthrosc*. 2014.
7. Hart HF, et al. *Knee*. 2016.

ANEXO VIII – APROVAÇÃO DA BOLSA DE ESTÁGIO DE PESQUISA NO EXTERIOR

05/05/2021

Email – Amanda Schenatto – Outlook

[FAPESP] - Divulgação de Resultado de Despacho

sage@fapesp.br <sage@fapesp.br>

Ter, 21/01/2020 21:03

Para: amandaschenatto_@outlook.com <amandaschenatto_@outlook.com>

Prezado(a) Senhor(a):

Ref.: 2019/23228-3

Objeto(s) de análise: Proposta Inicial

Nome do Responsável: Fabio Micolis de Azevedo

Nome do Beneficiário: Amanda Schenatto Ferreira

Vínculo Institucional: Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente/FCT/UNESP

Linha de Fomento: Programas Regulares / Bolsas / No Exterior / Bolsa Estágio de Pesquisa no

Exterior / BEPE - Doutorado - Fluxo Contínuo

Coordenação de Área: Saúde III

Comunicamos a V. Sa. que sua solicitação, constante do processo acima referido, foi analisada pela assessoria da FAPESP, tendo sido aprovada.

Cabe-nos informar que alguns dos itens orçamentários podem não ter sido aprovados, ou aprovados com valores inferiores, por isso deve-se aguardar o Termo de Outorga com os valores finais concedidos.

Informamos que a transcrição do parecer está disponível exclusivamente para o orientador.

Por favor, para qualquer consulta ou comunicação sobre esta correspondência, use exclusivamente os serviços do "Converse com a FAPESP" em www.fapesp.br/converse.

Atenciosamente,

Carlos Henrique de Brito Cruz
Diretor Científico da FAPESP

PENDÊNCIAS:

1. Carta da instituição no exterior aceitando o beneficiário. O documento deve conter a indicação do pesquisador responsável pelo estágio de pesquisa.

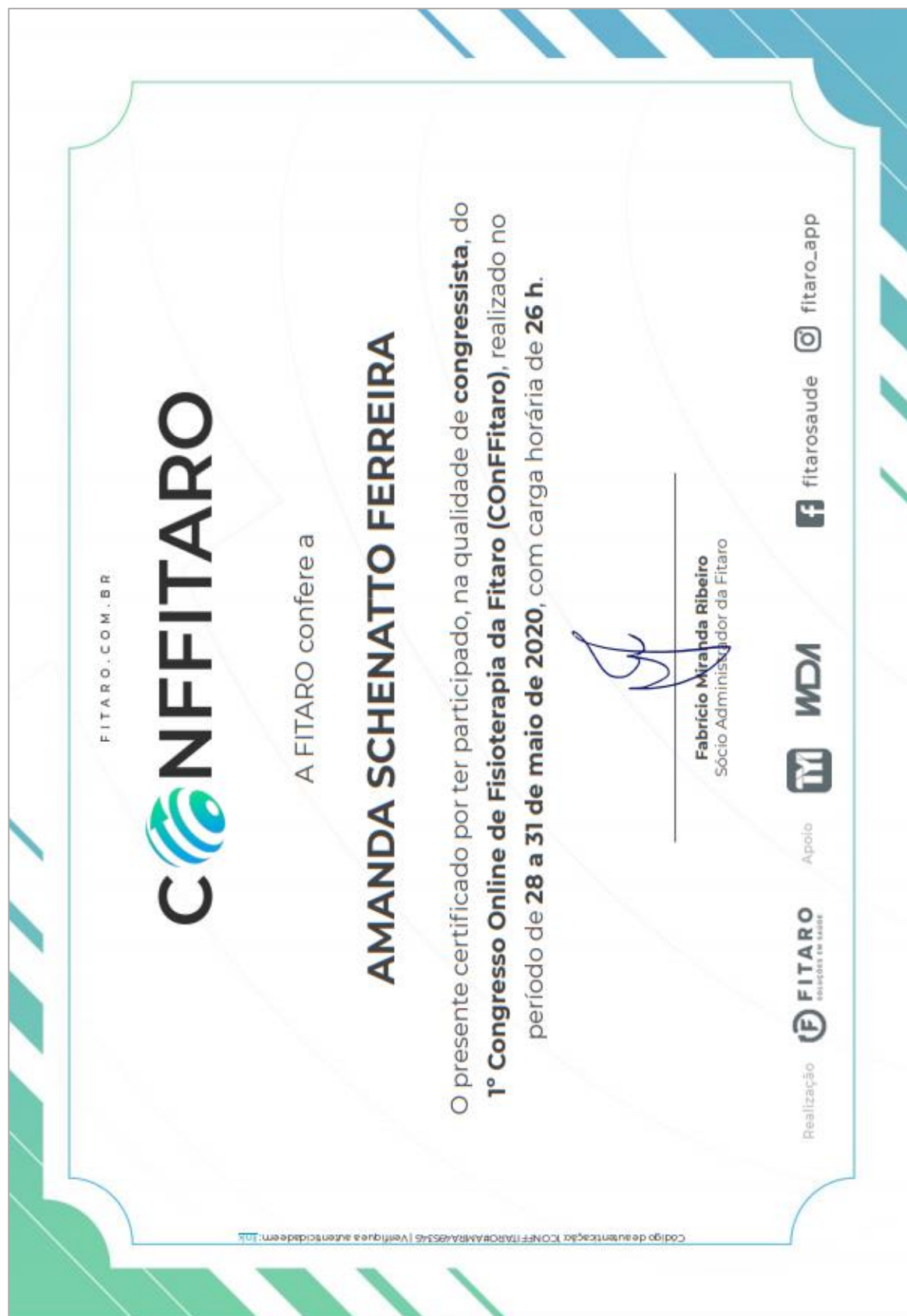
2. Manifestação de ciência do dirigente da instituição de vínculo no Estado de São Paulo.

OBSERVAÇÕES:

Obs.1: "O estágio no exterior NÃO poderá ter sua vigência alterada para início após o dia 01/OUTUBRO/2020, conforme normas desta modalidade de bolsa. O não cumprimento das normas acarretará em cancelamento total desta bolsa."

Obs.2: "A FAPESP será responsável pela interrupção da bolsa no país. A SM de Interrupção será submetida e habilitada pela FAPESP logo após a confirmação e divulgação no Sage da assinatura

ANEXO IX – CERTIFICADO DE PARTICIPAÇÃO NO 1º CONGRESSO ONLINE DE FISIOTERAPIA DA FITARO (CONFFITARO)



ANEXO X – CERTIFICADO DE PARTICIPAÇÃO NO WEBINAR “PERSPECTIVAS ATUAIS SOBRE O TRATAMENTO DA DOR PATELOFEMORAL”



Certificamos que

Amanda Schenatto Ferreira

participou do webinar

Perspectivas Atuais Sobre o Tratamento da Dor Patelofemoral

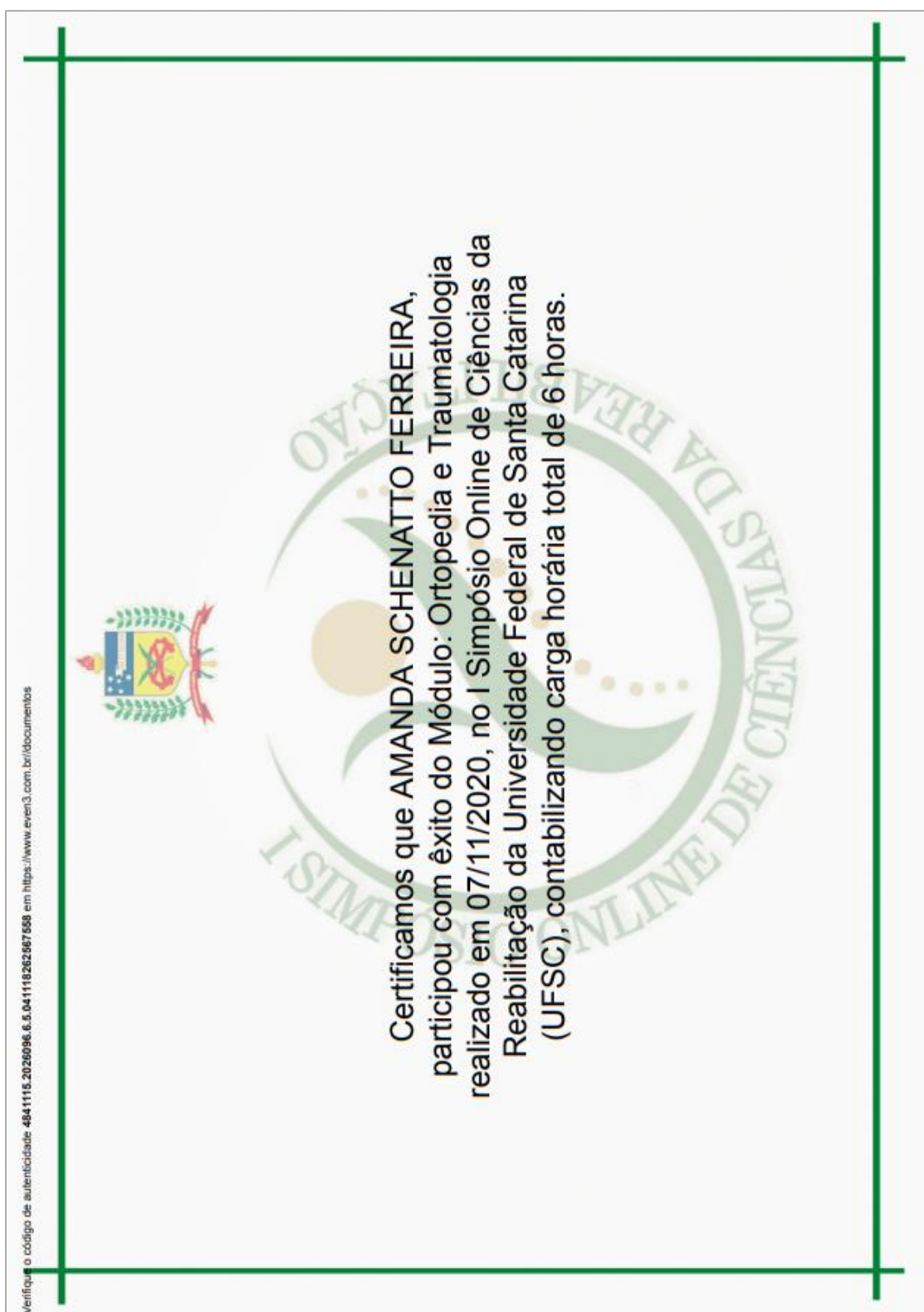
no dia 15 de julho de 2020, totalizando 2h30min horas/aula.


Prof. Dr. Rafael Inácio Barbosa
Presidente Nacional
da ABRAFITO


Dra. Aline Miranda Ferreira
Vice-Presidente Nacional
da ABRAFITO

Associação Brasileira de Fisioterapia
traumatológica-ortopédica
CNPJ: 19.119.473/0001-30

ANEXO XI – CERTIFICADO DE PARTICIPAÇÃO NO I SIMPÓSIO ONLINE DE CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC)



ANEXO XII - PARTICIPAÇÃO NO LA TROBE SPORT AND EXERCISE MEDICINE (LASEM) HDR 2020 STUDENT SHOWCASE


LA TROBE UNIVERSITY

Sport and Exercise Medicine
Research Centre

La Trobe Sports & Exercise Medicine Research Centre (LASEM) Sports Medicine Student Showcase: Tuesday 27th - Thursday 29th October

Time Zone		Session 1
AEDT	Melbourne	0700 - 1000 (Oct 28 th)
AWDT	Perth	0400 - 0700 (Oct 28 th)
CET	Amsterdam	2100 - 2400 (Oct 27 th)
GMT	London	2000 - 2300 (Oct 27 th)
EDT	Boston	1600 - 1900 (Oct 27 th)
PDT	Vancouver	1300 - 1600 (Oct 27 th)

Time (AEDT)	Session 3 (LIVE ONLINE) Sally Coburn- Session Chair	
8:00	Dr Sean Docking	Welcome to participants, housekeeping about the event
8:05	Prof. Karin Silbernagel Keynote Speaker	Achilles tendon rupture
8:30	Michael O'Brien	<i>Patient-reported outcomes in adults with hip dysplasia undergoing Periacetabular Osteotomy surgery: a systematic review</i>
8:42	Laís Vanzella	<i>Is the cardiorespiratory fitness associated with the occurrence of adverse events reported during the physical activity practice in cardiac rehab programs?</i>
8:54	Shawn Hanlon	<i>Patients with Achilles tendinopathy can be classified into three subgroups: High Loaders, Symptom Focused, and Structurally Impaired.</i>
9:06	Linda K Truong	<i>Balance, reframe, overcome. The words from young athletes describing their attitudes, priorities, and perceptions toward physical activity 12-24 months after an ACL tear.</i>
9:18	Break Michael O'Brien- Session Chair	
9:25	Mehmet Delen	<i>How should we measure scapular dyskinesis in the clinic? First report of a large systematic review with meta-analysis and an evidence gap map detailing validity, reliability and feasibility.</i>
9:37	Christina Y. Le	<i>The best is yet to come: A systematic review on measuring health-related quality of life in active youth.</i>
9:49	Kayla D. Seymore	<i>Using the Return-to-Sport program and wireless sensors to monitor runners with Achilles tendinopathy in a real-world setting.</i>
10:01	Amanda Schenatto	<i>Relationship of body composition measures with functional capacity and strength in people with patellofemoral pain.</i>
10:13	Prof. Karim Khan Keynote Speaker	Student writing for publication- The Best of the Best (pointers)
10:38	Dr Sean Docking	Announcement of People's Choice Award
10:45	Closing remarks	
10:50	Finish	



ANEXO XIII - CERTIFICADO DE APRESENTAÇÃO NO CONGRESSO
INTERNACIONAL WORLD PHYSIOTHERAPY CONGRESS ONLINE 2021

 World Physiotherapy Congress 2021 online	9 – 11 April
CERTIFICATE OF PRESENTATION	
This is to certify that Amanda Ferreira presented Platform: Classic (PL) number PL-01756 RELATIONSHIP OF BODY COMPOSITION MEASURES WITH PRESSURE HYPERALGESIA IN YOUNG ADULTS WITH PATELLOFEMORAL PAIN at the World Physiotherapy Congress 2021 online	
 President, World Physiotherapy	 Chair, congress programme committee
	