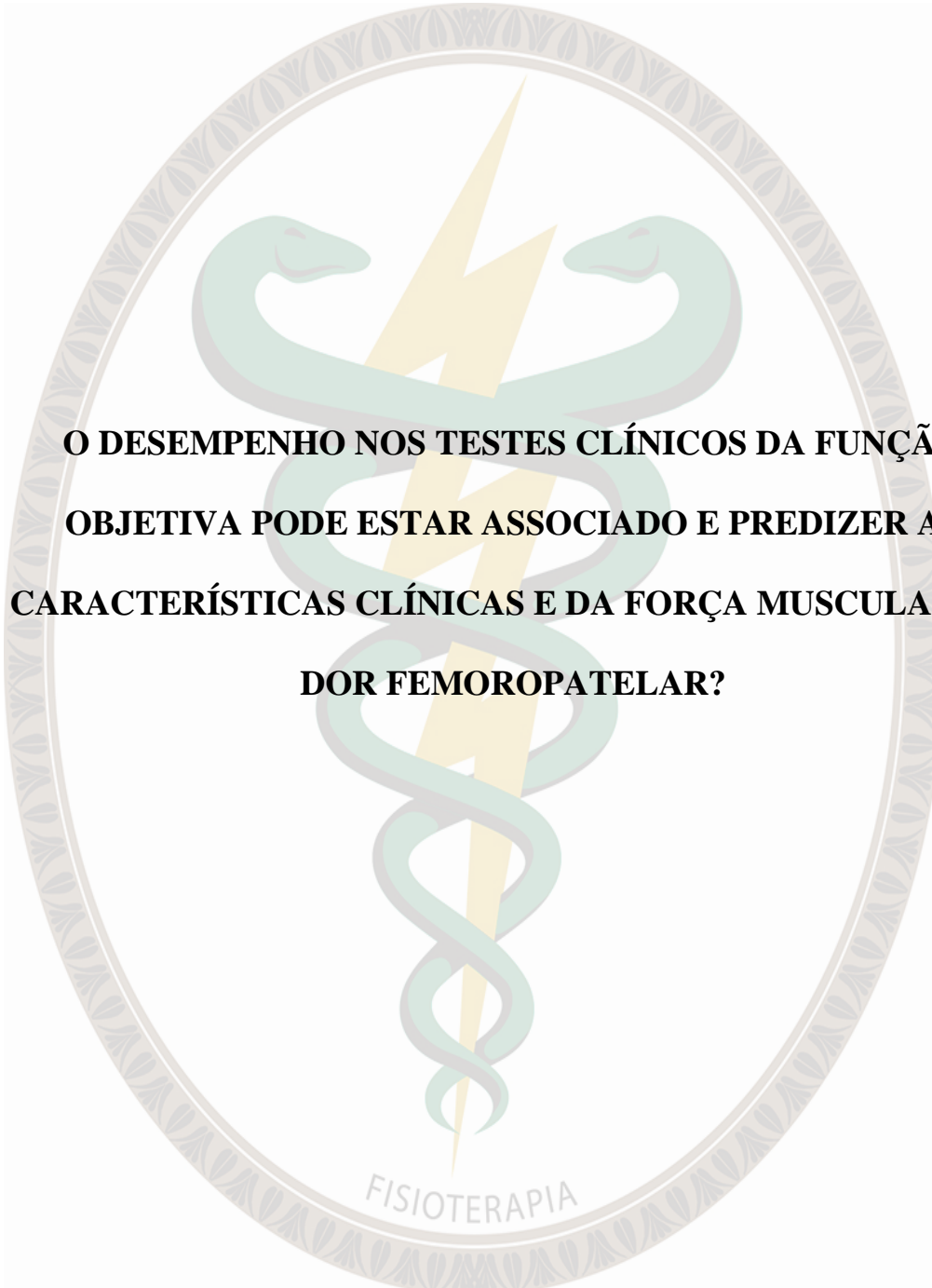


Matheus Henrique Maiolini Ducatti



Presidente Prudente

2023

**O DESEMPENHO NOS TESTES CLÍNICOS DA FUNÇÃO
OBJETIVA PODE ESTAR ASSOCIADO E PREDIZER AS
CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS E DA FORÇA MUSCULAR NA
DOR FEMOROPATELAR?**

Dissertação apresentada ao Programa de
Fisioterapia de Pós-graduação em Fisioterapia da
Faculdade de Ciências e Tecnologia –
FCT/UNESP, *Campus* de Presidente Prudente,
para a obtenção do título de Mestre em Fisioterapia

Orientador: Prof. Dr. Fábio Mícolis de Azevedo

Presidente Prudente

2023



D824d

Ducatti, Matheus Henrique Maiolini

O desempenho nos testes clínicos da função objetiva pode estar associado e prever as características clínicas e da força muscular na dor femoropatelar? /

Matheus Henrique Maiolini Ducatti. -- Presidente Prudente, 2023

54 p. : tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente

Orientador: Fábio Mícolis de Azevedo

1. Fisioterapia. 2. Dor femoropatelar. 3. Avaliação. 4. Função objetiva. 5.
Desempenho. 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 DISSERTAÇÃO: O DESEMPENHO NOS TESTES CLÍNICOS DA FUNÇÃO OBJETIVA PODE ESTAR ASSOCIADO E PREDIZER AS CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS E DA FORÇA MUSCULAR NA DOR FEMOROPATELAR?

AUTOR: MATHEUS HENRIQUE MAIOLINI DUCATTI

ORIENTADOR: FÁBIO MÍCOLIS DE AZEVEDO

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

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

Prof. Dr. RONALDO VALDIR BRIANI (Participação Virtual)
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Brasil

Prof. Dr. ALBERITO RODRIGO DE CARVALHO (Participação Virtual)
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Presidente Prudente, 26 de janeiro de 2023

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação:

- *Aos amigos mais próximos que parentes;*
- *À minha mãe Solange, que me deu todo o suporte para que isso se concretizasse;*
- *Ao meu pai, Reginaldo, que mesmo no momento mais difícil não permitiu que eu desistisse dos meus planos e me fez continuar;*
- *Ao meu irmão, Guilherme, que assumiu o papel verdadeiro de filho e esteve presente junto aos demais nos momentos mais importantes;*
- *À minha namorada Liliam, que suportou quase todo o caos dessa caminhada, com paciência e compreensão, sempre me apoiando.*

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, pois somente eu sei que muitas das coisas que aconteceram em meu percurso de vida não podem ser explicadas por argumentos racionais e tangíveis.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Fábio Micolis de Azevedo por todos os ensinamentos dentro e fora do meio acadêmico, por todo o suporte físico e emocional e pela oportunidade que me foi concedida de ser um membro do LABCOM, local de referência no que se propõe a fazer.

Agradeço ao Prof. Dr. Ronaldo Valdir Briani por sempre ter prezado pelo meu sucesso dentro e fora da pós-graduação, pelos conselhos e conversas decisivas para minha vida, por toda a ajuda oferecida quando foi preciso e por sempre ter tido uma enorme paciência comigo.

A todos os demais integrantes do LABCOM, Marina, Liliam, Carmen, Ana, Helder, Vitoria, Lucca, Elian, Julia, Théo, Gleison e Lucas pela convivência e ajuda mútua diária.

Agradeço a todos os professores que passaram em minha vida e que de alguma forma contribuíram para a pessoa que sou atualmente. Em especial, agradeço ao Prof. Dr. Augusto Cesinando de Carvalho, que tenho certeza que foi parte essencial para minha formação como acadêmico e pessoa/cidadão.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudo (120983/2020-6)

RESUMO

Indivíduos com dor femoropatelar (DFP) apresentam pior capacidade funcional, nível de atividade física e qualidade de vida, e também podem apresentar alterações do torque muscular de joelho, sendo esta medida associada à força muscular. Por apresentar sintomas persistentes, estudos especulam que a DFP seja precursora da Osteoartrite Femoropatelar (OAFP), contudo poucos estudos investigaram à longo prazo a variação do quadro clínico dessa população. Investigar características associadas à DFP e com capacidade de prever mudanças no quadro clínico sintomatológico e do torque muscular de membros inferiores a longo prazo podem contribuir para o entendimento do curso natural da DFP. Por tanto, o objetivo geral desta dissertação foi investigar a relação (estudo I) e a capacidade de predição a longo prazo (estudo II) que o desempenho nos testes clínicos da função objetiva apresenta sobre as características clínicas sintomatológicas e de torque do joelho. Avaliações de *baseline* e *follow-up* foram coletadas. As avaliações foram realizadas em dois dias, e foram coletados dados antropométricos, medidas autorreportadas, medidas objetivas e dados de torque muscular de flexores e extensores de joelho. Análise de correlação de Pearson e Equações Estimadoras Generalizadas (GEE) foram utilizadas para a obtenção dos resultados. Os resultados no primeiro estudo demonstraram associação entre o torque e a flexibilidade dos flexores de joelho com o nível de dor atual em mulheres e homens com DFP. Os resultados também demonstraram associação do torque dos flexores de joelho e TDT com o desempenho no *Single leg bridge test* (SLBT) em mulheres e homens com DFP. No segundo estudo desta dissertação, foi identificado que o desempenho no *Single leg hop test* (SLHT) *Forward step down test* (FSDT), avaliados inicialmente, apresenta capacidade de prever mudanças ao longo do tempo de 15 meses sobre o nível de dor no joelho, torque máximo dos músculos flexores e extensores de joelho dos indivíduos com DFP. No geral, os achados desta dissertação apresentam que o uso de testes clínicos da função objetiva, como o SLBT, pode ser uma opção viável, de baixo custo e efetividade para a avaliação das características clínicas e de torque muscular de joelho para indivíduos com DFP. Além disso, utilizar os testes clínicos SLHT e FSDT para a avaliação do paciente parece contribuir para um melhor entendimento do curso natural do quadro clínico de dor e torque dos flexores e extensores de joelho dos indivíduos com DFP.

Palavras chaves: Dor femoropatelar, avaliação, função objetiva, desempenho.

ABSTRACT

Individuals with patellofemoral pain (PFD) have worse functional capacity, physical activity level, and quality of life, and may also present changes in knee muscle torque, which is a measure associated with muscle strength. Because it presents persistent symptoms, studies speculate that PFP is a precursor of Patellofemoral Osteoarthritis (OAFP), but few studies have investigated the long-term variation in the clinical picture of this population. Investigating characteristics associated with PFP and with the ability to predict changes in the clinical symptomatology and muscle torque of the lower limbs in the long term can contribute to understanding the natural course of PFP. Therefore, the general objective of this dissertation was to investigate the relationship (study I) and the long-term predictive capacity (study II) that the performance in clinical tests of objective function presents on the clinical symptomatologic and torque characteristics of the knee. Baseline and follow-up assessments were collected. Estimates were performed over two days, and anthropometric data, self-reported measurements, objective measurements, and muscle torque data from knee flexors and extensors were collected. Pearson transfer analyses and Generalized Estimating Equations (GEE) were used to obtain the results. The first study's results provoked an association between the torque and flexibility of the knee flexors and the current pain level in women and men with PFP. The results also provoked an association of knee flexor torque and DTT with the single leg bridge test (SLBT) performance in women and men with PFP. In the second study of this dissertation, it was identified that performance in the Single leg hop test (SLHT) Forward step down test (FSDT), initially, presents the ability to predict changes over a period of 15 months on the level of knee pain, torque maximum of the knee flexor and extensor muscles of individuals with PFP. In general, the findings of this dissertation show that the use of clinical tests of objective function, such as the SLBT, can be a viable, low-cost, and monitored option for the evaluation of clinical characteristics and knee muscle torque for individuals with PFP. In addition, using the SLHT and FSDT clinical tests for patient assessment seems to contribute to a better understanding of the natural course of the clinical picture of pain and torque of the knee flexors and extensors of individuals with PFP.

Keywords: Patellofemoral pain, assessment, objective function, performance

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Teste de elevação da perna estendida.....	20
Figura 2 – <i>Single Leg Bridge Test</i>	21
Figura 3 – Fluxograma do desenho experimental da avaliação do estudo.....	39
Figura 4 – Testes clínicos da função objetiva SLHT (A) e FSDT (B).....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados demográficos, autorreportados e objetivos de mulheres e homens com DFP.....	23
Tabela 2 – Torque máximo flexor de joelho e TDT de mulheres e homens com DFP.....	24
Tabela 3 – Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre o torque, TDT e a flexibilidade de flexores de joelho com o nível de dor atual e pior nível de dor no último mês de mulheres e homens com DFP.	25
Tabela 4 – Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre o torque máximo e TDT dos flexores de joelho com a performance no SLBT em mulheres e homens com DFP.....	26
Tabela 5 – Dados demográficos, autorreportados e objetivos dos participantes.....	42
Tabela 6 – Valores do torque máximo dos flexores e extensores de joelho dos participantes.....	43
Tabela 7 – Efeito do desempenho no SLHT como preditor de variáveis clínicas.....	44
Tabela 8 – Efeito do desempenho no SLHT como preditor do torque máximo de flexão de joelho.....	44
Tabela 9 – Efeito do desempenho no SLHT como preditor do torque máximo de extensão de joelho.....	44
Tabela 10 – Efeito do desempenho no FSDT como preditor de variáveis clínicas.....	45
Tabela 11 – Efeito do desempenho no FSDT como preditor do torque máximo de flexão de joelho.....	45
Tabela 12 – Efeito do desempenho no FSDT como preditor do torque máximo de extensão de joelho.....	46

ABREVIATÓES

DPF – Dor femoropatelar;

OAFP – Osteoartrite femoropatelar;

SLHT – *Single leg hop test*;

FSDT - *Forward step down test*;

SLBT – *Single leg bridge test*;

TDT – Taxa de desenvolvimento do torque;

TDT_{30%} – Taxa de desenvolvimento de torque para contrações até 30% do torque máximo;

TDT_{60%} – Taxa de desenvolvimento de torque para contrações até 60% do torque máximo;

EVA – Escala visual analógica;

ELAS – Espinha ilíaca ântero-superior;

ICC – Coeficiente de correlação intraclasses;

DP – Desvio padrão;

IMC – Índice de massa corporal;

AFP – Articulação femoropatelar;

LCA – Ligamento cruzado anterior;

WCS – *Wald Chisquare*.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	7
LISTA DE FIGURAS	8
ABREVIACÕES	9
ESTRUTURA E APRESENTAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	12
CONTEXTUALIZAÇÃO	13
REFERÊNCIAS	14
ESTUDO I	16
INTRODUÇÃO	17
MATERIAIS E MÉTODOS	18
Participantes	18
Critérios de elegibilidade	19
Procedimentos	19
<i>Medidas autorreportadas</i>	19
<i>Medidas clínicas objetivas</i>	20
<i>Torque e TDT dos flexores de joelho</i>	21
Análise de dados	22
Análise estatística.....	23
RESULTADOS	23
DISCUSSÃO	27
Limitações	29
CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS	30
ESTUDO II	34
INTRODUÇÃO	35
MATERIAIS E MÉTODOS	37
Amostra.....	37
Cálculo Amostral	37
Critérios de elegibilidade.	38
Procedimento experimental.....	38
<i>Medidas autorreportadas</i>	39
<i>Avaliação objetiva da capacidade funcional – Testes Clínicos</i>	40
<i>Avaliação de torque muscular</i>	41
Análise de dados e estatística.....	41
RESULTADOS	42

Desempenho no SLHT como preditor do quadro clínico e biomecânico da DFP	43
Desempenho no FSĐT como preditor do quadro clínico e biomecânico da DFP.....	45
DISCUSSÃO	46
CONCLUSÃO	49
REFERÊNCIAS	50

ESTRUTURA E APRESENTAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Inicialmente, uma contextualização geral desta dissertação foi apresentada e direcionada para a apresentação de 2 estudos originais, envolvendo o tema da Dor Femoropatelar. O primeiro estudo, intitulado **“Força, taxa de desenvolvimento de torque e flexibilidade dos flexores de joelho de mulheres e homens com dor femoropatelar: relação com dor e Single leg bridge test”** teve como objetivo investigar a relação do torquemáximo e TDT dos flexores de joelho durante as contrações isométricas, concêntricas e excêntricas e a flexibilidade dos flexores de joelho com o nível de dor e a performance no SLBT em mulheres e homens com DFP. Para o segundo estudo, intitulado **“Testes clínicos da função objetiva como preditores de características biomecânicas e clínicas na dor femoropatelar: um estudo longitudinal”** o objetivo foi determinar a capacidade do desempenho nos testes clínicos da função objetiva SLHT e FSDT em prever mudanças nas características clínicas de função subjetiva autorreportada, nível de dor atual, e no pico do torque máximo dos músculos flexores e extensores de joelho de indivíduos com DFP em um período de 15 meses

CONTEXTUALIZAÇÃO

A dor femoropatelar (DFP) é uma condição caracterizada por dor difusa ao redor ou atrás da patela, de origem multifatorial e não traumática¹. Anualmente, a condição acomete de 22,7% a 28,9% da população, sendo mais comum em indivíduos fisicamente ativos com idade entre 18 a 40 anos². O risco de desenvolvimento da DFP pode ser até 2 vezes maior para o sexo feminino. Indivíduos com DFP também apresentam menor nível de atividade física e capacidade funcional autorreportada³.

Considerada como uma desordem crônica, a DFP pode persistir por mais de 20 anos após o diagnóstico inicial⁴, com piora no nível de dor e na capacidade funcional em até 50% dos indivíduos, mesmo após receberem tratamento⁵. Além disso, estudos sugerem a DFP como precursora do desenvolvimento de Osteoartrite Femoropatelar (OAFP)^{6,7,8}, com ambas as população demonstrando alterações biomecânicas e clínicas semelhantes⁹. Nesse sentido, identificar fatores/características associadas à DFP e com capacidade de predizer mudanças no quadro clínico sintomatológico e do torque muscular de membros inferiores a longo prazo podem ter uma importante contribuição na compreensão do curso natural da condição, bem como para um entendimento mais global da DFP.

Testes clínicos são utilizados como alternativas aos instrumentos de difícil acesso para a avaliação da função objetiva na DFP^{1,3}. Ao contrário das avaliações subjetivas da função, métodos objetivos coletam informações sem o viés da subjetividade do indivíduo, mas sim como uma medida pura ou “real”, como por exemplo o desempenho em testes clínicos da função objetiva¹⁰. Indivíduos com DFP apresentam pior desempenho em testes clínicos, como no *Single leg hop test* (SLHT) e *Foward step down test* (FSDT) em comparação à assintomáticos^{3,11-13}; o desempenho nos testes também está associado ao nível de dor, capacidade funcional subjetiva, torque de extensão e flexão de joelho^{11,14,15}. Contudo, poucos estudos na área da DFP investigaram se testes clínicos, além do SLHT e FSDT, estão associados com o quadro clínico dos indivíduos com a condição (Estudo I). Além disso, não existem estudos que investigaram a capacidade do desempenho nestes testes clínicos da função objetiva podem predizer mudanças nas características clínicas e no torque de membros inferiores dos indivíduos com

DFP à longo prazo (Estudo II). Por tanto, dado o contexto anterior, 2 estudos foram elaborados e serão apresentados a seguir nesta dissertação.

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. Smith BE, Selfe J, Thacker D, et al. Incidence and prevalence of patellofemoral pain: A systematic review and meta-analysis. Screen HR, ed. *PLoS One.* 2018;13(1):e0190892. doi:10.1371/journal.pone.0190892
3. 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
4. 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. doi:10.1097/00004694-199801000-00021
5. 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;0:1-7. doi:10.1136/bjsports-2015-094664
6. Powers CM, Witvrouw E, Davis IS, Crossley KM. Evidence-based framework for a pathomechanical model of patellofemoral pain: 2017 patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester, UK: part 3. *Br J Sports Med.* 2017;51(24):1713-1723. doi:10.1136/bjsports-2017-098717
7. Timmer ER, Heijden RA Van Der, Kanter JL De, Oei EH, Middelkoop M Van, Medicine N. Association between self-reported measures , physical examination and early MR imaging signs of osteoarthritis in patients with patellofemoral pain. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2019;49(9):634-639. doi:10.2519/jospt.2019.8889
8. 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
9. Wyndow N, Collins N, Vicenzino B, Tucker K, Crossley K. Is There a Biomechanical Link Between Patellofemoral Pain and Osteoarthritis? A Narrative Review. *Sport Med.* 2016;46(12):1797-1808. doi:10.1007/s40279-016-0545-6
10. Hamilton DF, Giesinger JM, Giesinger K. It is merely subjective opinion that patient-reported outcome measures are not objective tools. *Bone Jt Res.* 2017;6(12):665-666. doi:10.1302/2046-3758.612.BJR-2017-0347
11. 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. doi:10.1016/j.ptsp.2019.08.010
12. Priore LB, Azevedo FM, Pazzinato MF, et al. Influence of kinesiophobia and pain catastrophism on objective function in women with patellofemoral pain. *Phys Ther Sport.* 2019;35:116-121. doi:10.1016/j.ptsp.2018.11.013
13. 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. doi:10.1016/j.math.2014.08.013
14. 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

15. Guney H, Yuksel I, Kaya D, Doral MN. Correlation between quadriceps to hamstring ratio and functional outcomes in patellofemoral pain. *Knee*. 2016;23(4):610-615. doi:10.1016/j.knee.2016.04.004

ESTUDO I

**FORÇA, TAXA DE DESENVOLVIMENTO DE TORQUE E FLEXIBILIDADE
DOS FLEXORES DE JOELHO DE MULHERES E HOMENS COM DOR
FEMOROPATELAR: RELAÇÃO COM DOR E *SINGLE LEG BRIDGE TEST***

Artigo submetido no periódico *Physical Therapy in Sport* (Fator de Impacto JCR: 2.92)

INTRODUÇÃO

A dor femoropatelar (DFP) é uma das condições de joelho mais comuns, afetando 22,7% e 28,9% dos adultos e adolescentes, respectivamente ¹. DFP é uma condição multifatorial, diagnosticada clinicamente pela presença de dor difusa ao redor ou atrás da patela, exacerbada durante atividades funcionais como subir e descer escadas, agachar, correr e saltar ². A DFP pode diminuir a função física ³, nível de atividade física ⁴, e qualidade de vida ⁵. Além dos sintomas persistentes ⁶, DFP pode evoluir para uma subsequente osteoartrite femoropatelar ^{7,8}.

Estudos recentes reportaram reduções no torque máximo e na taxa de desenvolvimento de torque (TDT) dos flexores de joelho em indivíduos com DFP ^{9,10}. Indivíduos com DFP também apresentaram redução na flexibilidade dos flexores de joelho ¹¹⁻¹³. A flexibilidade reduzida dos flexores de joelho vem sendo reportada como relacionada a um estresse elevado da articulação femoropatelar durante o agachamento ¹⁴. Similarmente, a ativação dos flexores de joelho e a sobrecarga podem levar ao deslocamento lateral e *tilt* da patela, e elevar as forças de contato femoropatelar ^{15,16}.

Como o aumento do estresse na articulação femoropatelar parece aumentar a ativação das vias nociceptivas na articulação femoropatelar ^{17,18}, uma relação entre o torque, TDT e flexibilidade dos flexores de joelho com o nível de dor do indivíduo com DFP é plausível. No entanto, nenhum estudo investigou a relação do torque, TDT e flexibilidade dos flexores de joelho com o nível de dor de mulheres com DFP. Além disso, investigar essa relação em homens com DFP é necessário, já que estudos nessa população são escassos. Tal investigação pode contribuir com evidências se avaliar o torque, TDT e flexibilidade dos flexores de joelho pode ser importante para mulheres e homens com DFP.

Os prejuízos no torque e flexibilidade dos flexores do joelho relatados em estudos anteriores indicam a potencial necessidade de avaliar esse grupo muscular em um ambiente clínico ^{9-12,19}. Diferente da flexibilidade dos flexores do joelho que pode ser facilmente avaliada em ambientes clínicos, a avaliação tradicional do torque e TDT dos flexores do joelho requer equipamentos caros, como dinamômetros isocinéticos, geralmente restritos a ambientes de laboratório de pesquisa. Os dinamômetros portáteis têm sido propostos como alternativas por terem uma boa relação custo-benefício

e maior aplicabilidade clínica²⁰, embora ainda sejam relativamente caros e possam não ser acessíveis a todos os ambientes clínicos. Por outro lado, os testes clínicos fornecem medidas objetivas de baixo custo com fácil acessibilidade e aplicabilidade em um ambiente clínico²¹. Estudos recentes relatam que o desempenho de indivíduos com DFP em testes clínicos está relacionado ao torque e à potência máximas dos músculos de joelho^{10,22} e quadril²³ o que os torna uma opção viável à medidas tradicionais de torque e TDT em ambientes clínicos.

O *Single leg bridge test* (SLBT) é um teste clínico confiável da força dos flexores do joelho²⁴ e vem sendo utilizado para avaliar o risco de lesão dos flexores de joelho em jogadores de futebol australianos²⁵. O SLBT também pode ser usado como um teste clínico de força e TDT dos flexores de joelho para avaliar indivíduos com DFP em um ambiente clínico; entretanto, nenhum estudo investigou a relação entre o desempenho no SLBT com o torque e a TDT dos flexores de joelho de indivíduos com DFP. Investigar essa relação pode ajudar a entender se o uso de uma medida objetiva de baixo custo e acessível ao clínico pode ser usado como indicativo do torque e TDT dos flexores de joelho de indivíduos com DFP em um ambiente clínico.

Por tanto, os objetivos desse estudo foram: (i) investigar a relação do torque máximo e TDT dos flexores de joelho durante as contrações isométricas, concêntricas e excêntricas e a flexibilidade dos flexores de joelho com o nível de dor de mulheres e homens com DFP; e (ii) investigar a relação do torque máximo e TDT dos flexores de joelho durante as contrações isométricas, concêntricas e excêntricas e a flexibilidade dos flexores de joelho com a performance no SLBT em mulheres e homens com DFP. A hipótese inicial foi (i) que o torque máximo, a TDT e a flexibilidade dos flexores de joelho serão negativamente relacionados ao nível de dor de mulheres e homens com DFP; e (ii) o torque máximo, TDT e a flexibilidade dos flexores de joelho serão positivamente relacionadas com a performance no SLBT em mulheres e homens com DFP.

MATERIAIS E MÉTODOS

Participantes

O protocolo do estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Estadual Paulista (parecer número: 1.484.129). Setenta e cinco indivíduos com DFP (trinta e nove mulheres e trinta e seis homens) com idades entre 18 e 40 anos foram recrutados por meio de anúncios em universidades e posts em mídia sociais. Todos os participantes assinaram um termo de consentimento anteriormente a coleta de dados.

Critérios de elegibilidade

Os 75 participantes incluídos preencheram os seguintes critérios de elegibilidade²: (1) sintomas de DFP durante pelo menos duas das seguintes atividades: subir ou descer escadas, agachar, sentar por muito tempo, correr ou pular; (2) pior nível de dor no joelho no mês anterior de pelo menos 30 milímetros (mm) na escala visual analógica de dor (EVA) de 0-100 mm; (3) sintomas de início insidioso por pelo menos 1 mês. Os critérios de exclusão foram: (1) história de subluxação patelar; (2) presença de qualquer lesão nos isquiotibiais; (3) cirurgia em qualquer articulação do membro inferior; (4) evidência clínica de lesão meniscal, instabilidade ligamentar ou tendinopatia patelar; e (5) dor referida proveniente da coluna lombar ou articulação do quadril.

Procedimentos

Os participantes foram orientados a usar roupas apropriadas para realizar atividade física para as avaliações e não realizar atividade física de intensidade moderada a alta 24 horas antes das avaliações. Medidas autorreportadas e clínicas objetivas foram coletadas por um investigador, enquanto os dados do torque foram coletados por outro investigador. A temperatura ambiente e a iluminação foram controladas e padronizadas.

Medidas autorreportadas

A dor autorreportada do membro sintomático dos participantes ou do membro mais sintomático (para aqueles com sintomas bilaterais) foi avaliada usando a EVA de 0-100 mm. A extremidade do lado esquerdo representou nenhuma dor (0 mm) enquanto a extremidade do lado direito representou a pior

dor imaginável (100 mm)²⁶. Foi solicitado aos participantes traçar uma linha perpendicular na escala na posição que indicasse seu nível atual de dor e seu pior nível de dor no último mês.

Medidas clínicas objetivas

Um único investigador realizou todas as avaliações no membro sintomático dos participantes ou no membro mais sintomático (para aqueles com sintomas bilaterais). A flexibilidade dos flexores do joelho foi medida pelo teste de elevação unilateral da perna estendida²⁷ (Figura 1). Os participantes foram colocados em decúbito dorsal sobre uma maca, com os quadris estabilizados com tiras não elásticas anteriormente acima da pelve para minimizar a rotação do quadril. Para evitar qualquer flexão contralateral do quadril que pudesse influenciar nas medidas, o membro não testado também foi estabilizado na linha média entre a espinha íliaca ântero-superior (EIAS) e a patela proximal. Dois flexímetros de pêndulo (Flexímetros do Code Research Institute, Guarulhos, São Paulo, Brasil) foram posicionados no membro testado, na linha média entre a EIAS e a patela proximal e na linha média entre a patela distal e a articulação do tornozelo do participante. Antes do teste, ambos os flexímetros foram zerados.

Figura 1. Teste de elevação da perna estendida



Os participantes foram instruídos a relaxar completamente e o teste foi realizado estabilizando o calcâneo do participante e movendo lentamente o membro inferior em flexão do quadril mantendo o joelho reto. Registramos o valor do flexímetro colocado na coxa do participante quando o participante relatou sentir um alongamento forte, mas suportável, ou quando o joelho testado começou a flexionar²⁷.

Para o teste ser considerado válido, os valores dos dois flexímetros não devem ter excedido uma diferença de 5°. Três tentativas válidas do teste foram consideradas para análise²⁸. Um estudo realizado anteriormente relatou que este teste é confiável, com um coeficiente de correlação intraclass (ICC) entre avaliadores de 0,82–0,96²⁹.

Para realizar o SLBT, os participantes foram instruídos a deitar no chão com o calcanhar do membro testado posicionado acima de uma caixa a 60 centímetros (cm) de altura²⁵ (Figura 2). O membro testado foi posicionado a 20° de flexão do joelho com goniômetro universal (Carcí, São Paulo, SP, Brasil); enquanto o membro não testado permaneceu posicionado com quadril e joelho fletidos a 90°, para que não houvesse impulso com este membro. Com os braços cruzados sobre o peito, os participantes foram orientados a levantar o dorso do chão, empurrando o calcanhar para baixo, a fim de estender completamente o quadril²⁵. O teste consistiu em realizar esse movimento o maior número de repetições possível em uma única tentativa até a falha (ou seja, não conseguir sustentar a postura correta por duas repetições consecutivas, incapacidade de estender completamente o quadril), e o número de repetições foi utilizado para análise²⁵. Antes do teste, três repetições foram realizadas para familiarização. Um estudo anterior relatou que o SLBT é confiável, com um ICC intra e inter-examinador de 0,77 - 0,89 e 0,89 - 0,91, respectivamente²⁵.

Figura 2. *Single Leg Bridge Test*



Torque e TDT dos flexores de joelho

Os torques isométricos, concêntricos e excêntricos dos flexores do joelho foram avaliados por meio de um dinamômetro isocinético (Biodex System 4 Pro, Nova York, NY, EUA) com amostragem de 100 Hz. Os participantes foram posicionados sentados com quadril e joelho flexionados a 90°, com

a parte superior da coxa da perna testada, tronco e pelve estabilizados com cintas. O eixo de rotação do dinamômetro foi alinhado ao epicôndilo lateral do fêmur e o braço de alavanca que aplicava resistência à porção distal da tíbia foi posicionado 5 cm acima do maléolo lateral. A ação da gravidade foi corrigida automaticamente pelo software do dinamômetro. Torque isométrico a 60° de flexão do joelho²², e torques concêntricos/excêntricos de 20 a 90° de flexão do joelho com velocidade angular de 30°/s foram testados³⁰. A ordem do tipo de contração (isométrica/concêntrica/excêntrica) foram randomizadas.

Os participantes foram orientados a realizar uma contração tão forte e rápido quanto possível. Estimulo verbal padronizado e feedback visual (curva torque-tempo) foram fornecidos. A familiarização com as contrações isométricas consistiu em duas contrações submáximas de 6 segundos com intervalo de 1 minuto entre elas. Em seguida, foram coletadas 2 contrações máximas de 6 segundos com um período de descanso de 3 minutos entre elas. A familiarização para as contrações concêntricas e excêntricas foi realizada com uma série de 5 contrações submáximas e uma série de 2 contrações máximas, com intervalo de 1 minuto entre cada série. Em seguida, foram coletadas 3 contrações máximas com um período de descanso de 3 minutos entre elas³⁰.

Análise de dados

O torque dos músculos flexores do joelho e a TDT foram analisados com códigos personalizados no MATLAB® (The Math Works, Inc, Natick, MA). Todos os dados de torque foram normalizados pela massa corporal ($[N \cdot m \cdot Kg^{-1}] \times 100$). O torque máximo isométrico, concêntrico e excêntrico dos flexores do joelho foi considerada como o maior valor de torque normalizado. A TDT foi calculada dividindo a diferença de torque normalizado pela variação de tempo (ms) desde o início da contração até 30% ($TDT_{30\%}$) e 60% ($TDT_{60\%}$) do torque máximo durante contrações isométricas, concêntricas e excêntricas ($[N \cdot m \cdot Kg^{-1}] \times 100/ms^{-1}$)^{9,31,32}. Essas porcentagens foram escolhidas porque a TDT parece ser determinada principalmente pela capacidade de produzir ativação voluntária máxima na fase inicial de uma contração explosiva (primeiros 75ms)^{31,32}. O início da contração foi definido como o ponto em que a curva de torque excedeu o valor de linha de base em 2% do torque máximo³⁰.

Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas no Statistical Software for Social Sciences (IBM 20, SPSS inc., Chicago, IL) com nível de significância de $p \leq 0,05$. Todas as variáveis foram avaliadas quanto à normalidade e identificadas com distribuição normal com base no teste de Shapiro-Wilk. A correlação de Pearson foi usada para determinar a relação entre o torque flexor do joelho, TDT e flexibilidade com o nível de dor atual e o pior nível de dor no último mês; e determinar a relação entre o torque flexor do joelho e TDT com o desempenho no SLBT de mulheres e homens com DFP. A classificação de correlação foi interpretada como sem associação ($< 0,10$), associação pequena (0,10 a 0,30), associação moderada (0,30 a 0,50) e associação forte (0,50 a 1,00)³³.

RESULTADOS

Média, desvio padrão (DP) e intervalo dos dados demográficos, dor autorreportada, desempenho no SLBT e flexibilidade dos flexores do joelho de mulheres e homens com DFP são apresentados na Tabela 1. Média, desvio padrão e intervalo do torque dos flexores do joelho, e TDT são apresentados na Tabela 2.

Tabela 1. Dados demográficos, autorreportados e objetivos de mulheres e homens com DFP.

Variáveis	Mulheres Média \pm DP (intervalo)	Homens Média \pm DP (intervalo)
Demográficos		
Idade (anos)	24,1 \pm 5,2 (18,0-40,0)	25,0 \pm 4,3 (18,0-35,0)
Estatura (cm)	163,0 \pm 5,1 (154,0-171,0)	175,2 \pm 6,1 (158,0-188,0)
Massa corporal (kg)	69,7 \pm 17,6 (39,0-124,8)	77,3 \pm 14,5 (51,5-122,7)
IMC ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$)	26,1 \pm 6,0 (16,2-42,6)	25,1 \pm 4,3 (18,3-39,6)
Dor autorreportada		
Nível de dor atual (mm)	33,2 \pm 27,3 (0,0-100,0)	19,9 \pm 19,8 (0,0-70,0)
Pior nível de dor no último mês (mm)	56,1 \pm 20,1 (10,0-95,0)	45,5 \pm 20,4 (15,0-85,0)

Medidas objetivas		
Flexibilidade dos flexores de joelho (°)	63,6 ± 21,2 (26,6-121,6)	55,9 ± 15,02 (26,3-90,6)
SLBT (repetições)	10,4 ± 7,6 (2,0-34,0)	21,3 ± 9,5 (4,0-51,0)

Abreviações: DFP, dor femoropatelar; DP, desvio padrão; IMC, índice de massa corporal; SLBT, *single leg bridge test*

Tabela 2. Torque máximo flexor de joelho e TDT de mulheres e homens com DFP.

Variáveis	Mulheres Média ± DP (intervalo)	Homens Média ± DP (intervalo)	
Torque máximo ($[N \cdot m \cdot kg^{-1}] \times 100$)			
Isométrica	115,3 ± 30,2 (38,0-185,3)	163,5 ± 40,4 (40,4-252,0)	
Concêntrica	83,6 ± 25,7 (37,1-141,4)	123,5 ± 32,3 (40,4-193,4)	
Excêntrica	135,9 ± 35,9 (79,9-264,4)	190,5 ± 53,4 (105,2-324,6)	
TDT ($[N \cdot m \cdot kg^{-1}] \times 100 \cdot ms^{-1}$)			
Isométrica	TDT _{30%}	1,3 ± 0,6 (0,2-3,0)	2,4 ± 0,9 (1,0-4,6)
	TDT _{60%}	0,9 ± 0,3 (0,2-1,8)	1,5 ± 0,5 (0,6-2,4)
Concêntrica	TDT _{30%}	0,8 ± 0,3 (0,2-1,5)	1,5 ± 0,5 (0,3-2,8)
	TDT _{60%}	0,6 ± 0,2 (0,2-1,1)	1,1 ± 0,3 (0,2-1,8)
Excêntrica	TDT _{30%}	1,2 ± 0,4 (0,4-2,0)	2,3 ± 0,8 (0,8-4,1)
	TDT _{60%}	1,0 ± 0,3 (0,2-1,6)	1,6 ± 0,5 (0,8-3,2)

Abreviações: DFP, dor femoropatelar; DP, desvio padrão; TDT_{30%}, taxa de desenvolvimento de torque para contrações até 30% do torque máximo; TDT_{60%}, taxa de desenvolvimento de torque para contrações até 60% do torque máximo.

Foram identificadas relações negativas significativas moderadas a fortes entre o nível atual de dor e o torque máximo isométrico ($r = -0,57$; $p < 0,001$), concêntrico ($r = -0,49$; $p = 0,001$) e excêntrico ($r = -0,47$; $p = 0,002$) dos flexores de joelho em mulheres com DFP. Relações negativas significativas moderadas também foram identificadas entre o nível atual de dor e o torque máximo isométrico ($r = -0,43$; $p = 0,008$), concêntrico ($r = -0,34$; $p = 0,043$) e excêntrico ($r = -0,40$; $p = 0,017$) dos flexores de joelho em homens com DFP (Tabela 3). Não foram identificadas relações significativas entre o nível de dor atual e a TDT dos flexores de joelho em mulheres ($r = -0,27$ a $-0,19$; $p > 0,05$) e homens ($r = -0,32$ a $0,01$; $p > 0,05$) com DFP (Tabela 3). Não foram identificadas relações significativas entre o pior nível

de dor no último mês com o torque máximo e TDT dos flexores de joelho em mulheres ($r = -0,22$ a $0,02$; $p > 0,05$) e homens ($r = -0,33$ a $-0,09$; $p > 0,05$) com DFP (Tabela 3). Foram identificadas relações negativas significativas moderadas entre o nível de dor atual e a flexibilidade dos flexores do joelho em mulheres ($r = -0,35$; $p = 0,026$) e homens ($r = -0,44$; $p = 0,008$) com DFP (Tabela 3); enquanto que não foram identificadas relações significativas entre o pior nível de dor no último mês e a flexibilidade dos flexores do joelho em ambos os grupos (Tabela 3).

Tabela 3. Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre o torque, TDT e a flexibilidade de flexores de joelho com o nível de dor atual e pior nível de dor no último mês de mulheres e homens com DFP.

Variáveis	Nível de dor atual (mm)		Pior nível de dor no último mês (mm)	
	Mulheres	Homens	Mulheres	Homens
Torque isométrico máxima dos flexores de joelho ($[N \cdot m \cdot kg^{-1}] \times 100$)	-0,57 ($< 0,001$)**	-0,43 ($0,008$)**	-0,22 ($0,161$)	-0,14 ($0,398$)
Torque concêntrico máxima dos flexores de joelho ($[N \cdot m \cdot kg^{-1}] \times 100$)	-0,49 ($0,001$)**	-0,34 ($0,043$)*	-0,16 ($0,311$)	-0,33 ($0,056$)
Torque excêntrico máxima dos flexores de joelho ($[N \cdot m \cdot kg^{-1}] \times 100$)	-0,47 ($0,002$)**	-0,40 ($0,017$)*	-0,10 ($0,534$)	-0,10 ($0,561$)
Isométrica TDT _{30%} ($[N \cdot m \cdot kg^{-1}] \times 100 \cdot ms^{-1}$)	-0,27 ($0,087$)	-0,30 ($0,069$)	0,02 ($0,878$)	-0,11 ($0,525$)
TDT _{60%} isométrica ($[N \cdot m \cdot kg^{-1}] \times 100 \cdot ms^{-1}$)	-0,26 ($0,096$)	-0,32 ($0,051$)	-0,05 ($0,729$)	-0,09 ($0,582$)
TDT _{30%} concêntrica ($[N \cdot m \cdot kg^{-1}] \times 100 \cdot ms^{-1}$)	-0,20 ($0,204$)	0,01 ($0,916$)	-0,08 ($0,627$)	-0,17 ($0,300$)
TDT _{60%} concêntrica ($[N \cdot m \cdot kg^{-1}] \times 100 \cdot ms^{-1}$)	-0,19 ($0,245$)	-0,02 ($0,872$)	0,00 ($0,980$)	-0,12 ($0,466$)
TDT _{30%} excêntrica ($[N \cdot m \cdot kg^{-1}] \times 100 \cdot ms^{-1}$)	-0,23 ($0,157$)	-0,03 ($0,830$)	-0,08 ($0,619$)	-0,23 ($0,125$)
TDT _{60%} excêntrica ($[N \cdot m \cdot kg^{-1}] \times 100 \cdot ms^{-1}$)	-0,20 ($0,217$)	-0,23 ($0,172$)	0,02 ($0,874$)	-0,13 ($0,455$)
Flexibilidade (°)	-0,35 ($0,026$)*	-0,44 ($0,008$)**	-0,19 ($0,225$)	0,18 ($0,290$)

Notas: Dados apresentados como r (p valor). *p < 0,05; **p < 0,01. Abreviações: TDT_{30%}, taxa de desenvolvimento de torque para contrações até 30% do torque máximo; TDT_{60%}, taxa de desenvolvimento de torque para contrações até 60% do torque máximo.

Foram identificadas relações positivas significativas moderadas a fortes entre o desempenho no SLBT e o torque isométrico máximo (r = 0,55; p < 0,001), concêntrico (r = 0,50; p = 0,001) e excêntrico (r = 0,39; p = 0,013) dos flexores de joelho em mulheres com DFP (Tabela 4). Da mesma forma, foram identificadas relações positivas significativas moderadas a fortes entre o desempenho no SLBT e o torque isométrico máximo (r = 0,50; p = 0,002), concêntrico (r = 0,47; p = 0,004) e excêntrico (r = 0,57; p < 0,001) dos flexores de joelho em homens com DFP. Relações positivas significativas moderadas a fortes também foram identificadas entre o desempenho no SLBT e TDT dos flexores de joelho em mulheres (r = 0,36 a 0,54; p < 0,022) e homens (r = 0,34 a 0,55; p < 0,038) com DFP (Tabela 4).

Tabela 4. Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre o torque máximo e TDT dos flexores de joelho com a performance no SLBT em mulheres e homens com DFP.

Variáveis	SLBT (repetições)	
	Mulheres	Homens
Torque isométrico máximo dos flexores de joelho ([N·m·kg ⁻¹] x 100)	0,55 (< 0,001)**	0,50 (0,002)**
Torque concêntrico máximo dos flexores de joelho ([N·m·kg ⁻¹] x 100)	0,50 (0,001)**	0,47 (0,004)**
Torque excêntrico máximo dos flexores de joelho ([N·m·kg ⁻¹] x 100)	0,39 (0,013)*	0,57 (< 0,001)**
TDT _{30%} isométrica ([N·m·kg ⁻¹] x 100·ms ⁻¹)	0,42 (0,007)**	0,38 (0,020)*
TDT _{60%} isométrica ([N·m·kg ⁻¹] x 100·ms ⁻¹)	0,54 (< 0,001)**	0,37 (0,023)*
TDT _{30%} concêntrica ([N·m·kg ⁻¹] x 100·ms ⁻¹)	0,50 (0,001)**	0,34 (0,037)*
TDT _{60%} concêntrica ([N·m·kg ⁻¹] x 100·ms ⁻¹)	0,46 (0,003)**	0,45 (0,005)**
TDT _{30%} excêntrica ([N·m·kg ⁻¹] x 100·ms ⁻¹)	0,42 (0,008)**	0,45 (0,006)**
TDT _{60%} excêntrica ([N·m·kg ⁻¹] x 100·ms ⁻¹)	0,36 (0,021)*	0,55 (0,001)**

Notas: Dados apresentados como r (p valor). * p < 0,05; ** p < 0,01. Abreviações: TDT_{30%}, taxa de desenvolvimento de torque para contrações até 30% do torque máximo; TDT_{60%}, taxa de desenvolvimento de torque para contrações até 60% do torque máximo.

DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi investigar a relação entre o torque máximo, TDT e flexibilidade dos flexores do joelho com o nível de dor em mulheres e homens com DFP. Também foi investigado a relação entre o torque máximo e TDT dos flexores do joelho com o desempenho no SLBT de mulheres e homens com DFP. Em apoio às hipóteses, foram identificadas relações negativas significativas entre o torque e flexibilidade dos flexores do joelho com o nível de dor atual em mulheres e homens com DFP. Ao contrário das hipóteses, não foram identificadas relações significativas entre o torque e flexibilidade dos flexores do joelho com o pior nível de dor no último mês, assim como a TDT dos flexores do joelho não foi relacionada a nenhum nível de dor em mulheres e homens com DFP. Os achados também confirmaram a hipótese de que haveria relações positivas significativas do torque máximo e TDT dos flexores do joelho com o desempenho no SLBT de mulheres e homens com DFP. Em conjunto, esses achados suportam o valor potencial de avaliar a força e a flexibilidade dos flexores do joelho de indivíduos com DFP; e que o SLBT pode ser uma ferramenta útil para avaliar a capacidade dos músculos flexores do joelho em indivíduos com DFP em um ambiente clínico.

Identificou-se que o menor torque máximo dos flexores de joelho durante as contrações isométricas e dinâmicas parece estar relacionada com maiores níveis de dor atual em mulheres e homens com DFP. A ativação dos flexores do joelho tem o potencial de influenciar a cinemática da articulação tibiofemoral e as forças de contato patelofemoral^{15,16,34}. Li et al., 2004 relataram que a co-contração dos isquiotibiais aumenta as forças de contato da articulação patelofemoral em 15%. Como o aumento das forças de contato da articulação patelofemoral parece contribuir para níveis mais elevados de dor¹⁷, indivíduos com DFP podem adotar um comportamento de “evitação de isquiotibiais”, que é semelhante ao de “evitação de quadríceps” relatado em estudos anteriores³⁵. A longo prazo, o efeito cumulativo de evitação dos isquiotibiais juntamente com maior medo do movimento³⁶ e níveis reduzidos de atividade física⁴ pode levar a um desuso crônico dos flexores do joelho. Esse mecanismo pode explicar por que deficiências na capacidade dos músculos flexores do joelho são relatadas em indivíduos com DFP²², e as relações identificadas neste estudo. Futuros ensaios clínicos são necessários para determinar se a

adição de terapia de exercícios direcionada aos flexores de joelho pode melhorar os resultados em indivíduos com DFP.

Ainda, uma relação negativa significativa da flexibilidade dos flexores do joelho com o nível de dor atual em mulheres e homens com DFP foi encontrada. A redução da flexibilidade dos flexores do joelho está associada a forças de contato femoropatelaes elevadas¹⁴, e também foi relatado em mulheres e homens com DFP¹³, o que pode explicar nossos achados. Um estudo controlado randomizado recente relatou melhorias na flexibilidade dos isquiotibiais, torque muscular do joelho, dor e função subjetiva em indivíduos com DFP que apresentavam flexibilidade reduzida dos isquiotibiais e realizaram alongamento dinâmico dos isquiotibiais juntamente com exercícios de fortalecimento³⁷. Assim, avaliar a flexibilidade dos isquiotibiais em indivíduos com DFP e realizar alongamento dinâmico naqueles com flexibilidade reduzida dos isquiotibiais podem ser recomendados.

A TDT isométrico e dinâmico dos flexores do joelho não se relacionou com o nível de dor atual e pior nível de dor no último mês dos indivíduos com DFP. Embora deficiências na TDT dos músculos do joelho e quadril sejam relatadas em indivíduos com DFP^{22,30,38} e outras condições crônicas de dor musculoesquelética³⁹, parecem estar mais relacionadas ao desempenho de tarefas funcionais e diárias^{22,23,32}. Isso é sustentado pelos achados que mostram uma relação entre a TDT isométrico e dinâmico dos flexores do joelho com o desempenho no SLBT. Briani et al., 2021 também relataram uma relação entre a TDT dos flexores de joelho com o número de repetições do *step down* e a distância no *hop for distance* em mulheres com DFP. Além disso, Rice et al., 2019 sugeriram que a dor aguda pode ter mais efeito sobre a TDT do que a dor crônica. Para entender isso melhor, estudos futuros devem investigar a influência da exacerbação da DFP na TDT dos músculos do joelho e quadril.

Em contraste com o nível de dor atual, não foram identificadas relações entre o torque máximo dos flexores de joelho com o pior nível de dor no último mês. A DFP tem uma característica intermitente em que mudanças no tipo, frequência, duração ou intensidade das atividades físicas podem causar crises dolorosas⁴¹. Dessa maneira, o pior nível de dor no último mês pode ser uma representação mais próxima de uma crise dolorosa do que a DFP usual. Como os déficits no torque máximo dos flexores de joelho podem ser consequência do desuso crônico, é plausível que ele esteja mais relacionado aos níveis atuais/usuais de dor. Isso corrobora com os achados de Nakagawa et al., 2011 que relataram uma relação

significativa entre o torque excêntrico dos extensores de joelho e o nível de dor habitual em mulheres com DFP, enquanto não encontramos estudos que relatassem relações significativas entre o torque máximo e pior nível de dor em indivíduos com DFP.

Estudos recentes^{10,22} sugerem a necessidade de avaliar o torque máximo e a TDT dos flexores de joelho de indivíduos com DFP, embora métodos clinicamente viáveis e com bom custo-benefício sejam escassos. Os achados deste estudo demonstraram que o torque máximo e a TDT dos flexores do joelho durante contrações isométricas e dinâmicas estão relacionados ao desempenho no SLBT em mulheres e homens com DFP. O SLBT é um teste rápido e fácil de administrar, sem necessidade de equipamentos caros e possui alta confiabilidade intra e inter-examinadores²⁵. O SLBT também é consideravelmente mais barato quando comparado a outros métodos tradicionais que poderiam ser usados para avaliar a capacidade dos músculos flexores de joelho (por exemplo, dinamômetros isocinéticos e portáteis). Como tal, os achados deste estudo sugerem que este teste pode ser uma ferramenta de triagem valiosa para avaliar a capacidade dos músculos flexores de joelho em mulheres e homens com DFP em um ambiente clínico. O SLBT também pode ser usado como resultado de futuros ensaios clínicos testando a eficácia da terapia de exercícios direcionada aos flexores do joelho em indivíduos com DFP.

Limitações

Limitações deste estudo devem ser reconhecidos. Como incluiu-se apenas adultos jovens com DFP, os achados podem não ser generalizáveis para adolescentes e idosos com DFP. Devido ao desenho transversal deste estudo, nenhuma relação causal pode ser estabelecida entre a capacidade dos músculos flexores de joelho e a DFP; e a eficácia das intervenções visando a capacidade dos músculos flexores de joelho no manejo da DFP precisa ser investigada em futuros ensaios clínicos. Embora estudos anteriores tenham relatado alto ICC para a avaliação da flexibilidade dos flexores de joelho e SLBT^{25,29}, não foi obtido dados de confiabilidade nas próprias avaliações realizadas. Por fim, a relação entre a duração dos sintomas, o torque e flexibilidade dos flexores do joelho não foi investigada, o que merece consideração em pesquisas futuras.

CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo demonstraram relações negativas significativas entre o torque e flexibilidade dos flexores de joelho com o nível de dor atual em mulheres e homens com DFP; enquanto não foram identificadas relações com o pior nível de dor no último mês. A TDT de flexores de joelho não se relacionou com o nível de dor atual e pior de dor no último mês em mulheres e homens com DFP. Os resultados também demonstraram relações positivas significativas do torque dos flexores de joelho e TDT com o desempenho no SLBT em mulheres e homens com DFP. Em conjunto, os achados do estudo suportam o valor potencial de avaliar a o torque e flexibilidade dos flexores do joelho em indivíduos com DFP; e que o SLBT pode ser uma ferramenta custo-efetiva e clinicamente aplicável para avaliar a capacidade dos músculos flexores do joelho em indivíduos com DFP.

Agradecimentos: Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudo (120983/2020-6)

REFERÊNCIAS

1. Smith B, 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
2. 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
3. Ferrari D, Briani RV, de Oliveira Silva D, et al. Higher pain level and lower functional capacity are associated with the number of altered kinematics in women with patellofemoral pain. *Gait Posture*. 2018;60:268-272. doi:10.1016/j.gaitpost.2017.07.034
4. 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
5. 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
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*. 2016;50(14):881-886. doi:10.1136/bjsports-2015-094664

7. 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
8. Eijkenboom JFAA, TIMMER ER, van der Heijden RA, et al. Association between self-reported measures, physical examination, and early magnetic resonance imaging signs of osteoarthritis in patients with patellofemoral pain. *J Orthop Sport Phys Ther*. 2019;49(9):634-639. doi:10.2519/jospt.2019.8889
9. 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
10. Guney H, Yuksel I, Kaya D, Doral MN. Correlation between quadriceps to hamstring ratio and functional outcomes in patellofemoral pain. *Knee*. 2016;23(4):610-615. doi:10.1016/j.knee.2016.04.004
11. White LC, Dolphin P, Dixon J. Hamstring length in patellofemoral pain syndrome. *Physiotherapy*. 2009;95(1):24-28. doi:10.1016/j.physio.2008.05.009
12. Kwon O, Yun M, Lee W. Correlation between intrinsic patellofemoral pain Syndrome in Young Adults and Lower Extremity Biomechanics. *J Phys Ther Sci*. 2014;26(7):961-964. doi:10.1589/jpts.26.961
13. Piva SR, Goodnite EA, Childs JD. Strength Around the Hip and Flexibility of Soft Tissues in Individuals With and Without Patellofemoral Pain Syndrome. *J Orthop Sport Phys Ther*. 2005;35(12):793-801. doi:10.2519/jospt.2005.35.12.793
14. Whyte EF, Moran K, Shortt CP, Marshall B. The influence of reduced hamstring length on patellofemoral joint stress during squatting in healthy male adults. *Gait Posture*. 2010;31(1):47-51. doi:10.1016/j.gaitpost.2009.08.243
15. Besier TF, Fredericson M, Gold GE, Beaupré GS, Delp SL. Knee muscle forces during walking and running in patellofemoral pain patients and pain-free controls. *J Biomech*. 2009;42(7):898-905. doi:10.1016/j.jbiomech.2009.01.032
16. Elias JJ, Kirkpatrick MS, Saranathan A, Mani S, Smith LG, Tanaka MJ. Hamstrings loading contributes to lateral patellofemoral malalignment and elevated cartilage pressures: An in vitro study. *Clin Biomech*. 2011;26(8):841-846. doi:10.1016/j.clinbiomech.2011.03.016
17. Powers CM, Witvrouw E, Davis IS, Crossley KM. Evidence-based framework for a pathomechanical model of patellofemoral pain: 2017 patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester, UK: part 3. *Br J Sports Med*. 2017;51(24):1713-1723. doi:10.1136/bjsports-2017-098717
18. Bartholomew C, Lack S, Neal B. Systematic review Altered pain processing and sensitisation is evident in adults with patellofemoral pain : a systematic review including meta-analysis and meta-regression. Published online 2019.
19. Piva, S.R., Goodnite, E.A., Childs JD. Strength Around the Hip and Flexibility of Soft Tissues in Individuals With and Without Patellofemoral Pain Syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2005;35(12):793-801.
20. Mentiply BF, Perraton LG, Bower KJ, et al. Assessment of Lower Limb Muscle Strength and Power Using Hand-Held and Fixed Dynamometry: A Reliability and Validity Study. Haddad JM, ed. *PLoS One*. 2015;10(10):e0140822. doi:10.1371/journal.pone.0140822
21. Fredericson M, Yoon K. Physical Examination and Patellofemoral Pain Syndrome. *Am J Phys Med Rehabil*. 2006;85(3):234-243. doi:10.1097/01.phm.0000200390.67408.f0
22. Briani R V., 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

23. 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. doi:10.1016/j.ptsp.2019.08.010

24. Hayen A, Dennis RJ, Finch CF. Determining the intra- and inter-observer reliability of screening tools used in sports injury research. *J Sci Med Sport*. 2007;10(4):201-210. doi:10.1016/j.jsams.2006.09.002

25. Freckleton G, Cook J, Pizzari T. The predictive validity of a single leg bridge test for hamstring injuries in Australian rules football players. *Br J Sports Med*. 2014;48(8):713-717. doi:10.1136/bjsports-2013-092356

26. 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

27. Winkelmann ZK, Roberts EJ, Games KE. Acute Effects and Perceptions of Deep Oscillation Therapy for Improving Hamstring Flexibility. *J Sport Rehabil*. 2018;27(6):570-576. doi:10.1123/jsr.2017-0044

28. Ylinen JJ, Kautiainen HJ, Häkkinen AH. Comparison of Active, Manual, and Instrumental Straight Leg Raise in Measuring Hamstring Extensibility. *J Strength Cond Res*. 2010;24(4):972-977. doi:10.1519/JSC.0b013e3181d0a55f

29. Piva SR, Fitzgerald K, Irrgang JJ, et al. Reliability of measures of impairments associated with patellofemoral pain syndrome. *BMC Musculoskelet Disord*. 2006;7(1):33. doi:10.1186/1471-2474-7-33

30. 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; Publish Ah(25):28-34. doi:10.1519/JSC.0000000000003179

31. Maffiuletti NA, Aagaard P, Blazevich AJ, Folland J, Tillin N, Duchateau J. Rate of force development: physiological and methodological considerations. *Eur J Appl Physiol*. 2016;116(6):1091-1116. doi:10.1007/s00421-016-3346-6

32. Cossich V, Maffiuletti NA. Early vs. late rate of torque development: Relation with maximal strength and influencing factors. *J Electromyogr Kinesiol*. 2020;55(August):102486. doi:10.1016/j.jelekin.2020.102486

33. Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. *New York Routledge*. Published online 1988:2.

34. Li G, DeFrate LE, Zayontz S, Park SE, Gill TJ. The effect of tibiofemoral joint kinematics on patellofemoral contact pressures under simulated muscle loads. *J Orthop Res*. 2004;22(4):801-806. doi:10.1016/j.orthres.2003.11.011

35. Salsich GB, Brechter JH, Powers CM. Lower extremity kinetics during stair ambulation in patients with and without patellofemoral pain. *Clin Biomech*. 2001;16(10):906-912. doi:10.1016/S0268-0033(01)00085-7

36. Domenech J, Sanchis-Alfonso V, López L, Espejo B. Influence of kinesiophobia and catastrophizing on pain and disability in anterior knee pain patients. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc*. 2013;21(7):1562-1568. doi:10.1007/s00167-012-2238-5

37. Lee JH, Jang K-M, Kim E, Rhim HC, Kim H-D. Effects of static and dynamic stretching with strengthening exercises in patients with Patellofemoral Pain who have inflexible hamstrings: A

randomized controlled trial. *Sport Heal A Multidiscip Approach*. 2021;13(1):49-56. doi:10.1177/1941738120932911

38. 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*. 2018;21(2):123-128. doi:10.1016/j.jsams.2017.05.014

39. Andersen LL, Hansen K, Mortensen OS, Zebis MK. Prevalence and anatomical location of muscle tenderness in adults with nonspecific neck/shoulder pain. *BMC Musculoskelet Disord*. 2011;12(1):169. doi:10.1186/1471-2474-12-169

40. Rice DA, Mannion J, Lewis GN, McNair PJ, Fort L. Experimental knee pain impairs joint torque and rate of force development in isometric and isokinetic muscle activation. *Eur J Appl Physiol*. 2019;119(9):2065-2073. doi:10.1007/s00421-019-04195-6

41. 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

42. Nakagawa T, Baldon R, Muniz T, Serrão F V. Relationship among eccentric hip and knee torques, symptom severity and functional capacity in females with patellofemoral pain syndrome. *Phys Ther Sport*. 2011;12(3):133-139. doi:10.1016/j.ptsp.2011.04.004

ESTUDO II

TESTES CLÍNICOS DA FUNÇÃO OBJETIVA COMO PREDITORES DE CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS E DE FORÇA MUSCULAR NA DOR FEMOROPATELAR: UM ESTUDO LONGITUDINAL

INTRODUÇÃO

A dor femoropatelar (DFP) é uma condição caracterizada por dor peri ou retro patelar, de origem não traumática¹. Tarefas que causam aumento da sobrecarga no joelho como subir e descer degraus, agachamentos e saltos podem intensificar a DFP¹. Acomete principalmente indivíduos fisicamente ativos com idade entre 18-40 anos², tendo o sexo feminino maior risco de desenvolver a condição, com prevalência entre 15,3%³ a 29,2%². Indivíduos com DFP também apresentam menor capacidade funcional⁴ e qualidade de vida⁵.

Estudos reportam que a DFP pode persistir por mais de 20 anos após o diagnóstico inicial⁶, com evidências de danos na cartilagem e maior quantidade de osteofitos na articulação femoropatelar (AFP) nos indivíduos com persistência da DFP^{7,8}. Além disso, estudos apresentam que entre indivíduos com DFP e Osteoartrite Femoropatelar (OAFP) alterações biomecânicas semelhantes (i.e. menor torque muscular do quadríceps, menor torque abdutor do quadril)⁹. Assim, identificar características dos pacientes com DFP com capacidade de prever mudanças clínicas (e.g. dor, função subjetiva autorreportada) e da força muscular (e.g. torque máximo flexor e extensor de joelho) a longo prazo pode ter uma importante contribuição para os profissionais envolvidos com a condição no que diz respeito à caracterização do quadro clínico e da intervenção do paciente, especialmente se feito com testes clínicos acessíveis e de baixo custo.

Testes clínicos são utilizados como alternativas aos instrumentos de difícil acesso para a avaliação da função objetiva na DFP^{1,10}. Indivíduos com DFP apresentam pior desempenho em testes clínicos de função objetiva, como no *Single Leg Hop Test* (SLHT) e *Foward Step down Test* (FSDT) em comparação à assintomáticos^{4,11,12}. Estudos prévios também reportam que o desempenho de indivíduos com DFP em testes clínicos está associado às alterações do torque muscular¹²⁻¹⁴. Por exemplo, nos testes SLHT e FSDT, o desempenho de indivíduos DFP foi associado ao menor torque muscular concêntrica e excêntrica do joelho^{11,13} e à redução do torque dos músculos do quadril¹². Apesar desses estudos reportarem associação entre testes clínicos e alterações do torque muscular em indivíduos com DFP, eles apresentam um desenho transversal. Isso impossibilita saber se esses testes são capazes de prever características de torque do joelho a longo prazo.

Em outras populações, o desempenho nos testes clínicos foi reportado como preditor da capacidade funcional autorreportada e de risco de lesões futuras de indivíduos com lesão de ligamento cruzado anterior (LCA)¹⁵⁻¹⁷. No entanto, ao nosso conhecimento, não há estudos que tenham investigado a capacidade de testes clínicos da função objetiva em prever características biomecânicas de indivíduos com DFP à longo prazo, o que poderia contribuir para uma melhor avaliação e direcionamento do tratamento de indivíduos com DFP. Por exemplo, se um teste clínico (e.g., *SLHT*) tem a capacidade de prever a redução de torque muscular dos extensores e flexores de joelho desses indivíduos a longo prazo, o mesmo pode ser incorporado na avaliação dessas populações e informar o terapeuta sobre possíveis objetivos primários para guiar seu plano de intervenção.

Além disso, prever o quadro clínico (i.e., dor, função subjetiva) na DFP também contribui para o melhor entendimento do curso natural e enfrentamento da condição por parte dos profissionais clínicos e pacientes, levando em consideração as reais expectativas de evolução¹⁸. Até o momento, alguns estudos na área investigaram a capacidade prognóstica de determinadas características sobre o quadro clínico da DFP a longo prazo¹⁹⁻²². Em recente revisão sistemática, Matthews e colaboradores²¹ reportaram que medidas autorreportadas (i.e., maior tempo de duração da dor, pior nível de dor, redução da função subjetiva) preveem um pior desfecho de dor e função subjetiva a longo prazo na população DFP. Desse modo, investigar se o desempenho nos testes clínicos possui capacidade de prever desfechos de nível de dor e função subjetiva autorreportada podem agregar com novas características para a avaliação visando melhor compreender mudanças do quadro clínico da DFP.

Por tanto, os objetivos desse estudo foram determinar a capacidade do desempenho nos testes clínicos da função objetiva *SLHT* e *FSDT* avaliados inicialmente em prever: (i) mudanças nas características clínicas de função subjetiva autorreportada e nível de dor atual; e (ii) mudanças no torque máximo dos músculos flexores e extensores de joelho de indivíduos com DFP em um período de 15 meses. A hipótese geral foi que os valores de desempenho nos testes clínicos da função objetiva seriam capazes de prever mudanças da função subjetiva autorreportada, nível de dor atual, e no torque muscular de flexores e extensores de joelho dos indivíduos com DFP à longo prazo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostra

Homens e mulheres com DFP foram incluídos neste estudo longitudinal, em que foram realizadas avaliações de em um período inicial (*baseline*) e um período de acompanhamento (*follow-up*). Nas avaliações de *baseline*, os participantes foram recrutados para um estudo transversal que ocorreu em 2019. Já para as avaliações de acompanhamento (*follow-up*), inicialmente os participantes que completaram de *baseline* seriam recrutados novamente para serem avaliados ao final de 24 meses de acompanhamento. Contudo, devido ao período de pandemia, as avaliações de acompanhamento foram ajustadas para que não houvesse significativa perda amostral nas avaliações de *follow-up*, sendo considerado apenas 15 meses de acompanhamento dos participantes com DFP. Esta avaliação foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP: 4.649.629). Para as avaliações de *baseline*, o recrutamento foi realizado por meio de divulgações nas mídias sociais (Facebook, Instagram, Twitter); enquanto para as avaliações de *follow-up*, os participantes iniciais foram contatados para participar novamente das avaliações de acompanhamento. Todos(as) participantes selecionados(as) para o estudo foram informados(as) a respeito da natureza da pesquisa, assinando um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) conforme a resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, ficando uma cópia com o(a) participante e outra com o pesquisador. Este termo obedeceu às características metodológicas éticas orientadoras desse projeto.

Cálculo Amostral

Uma vez que não existe estudo investigando a capacidade do desempenho nos testes clínicos como preditores da DFP, considerando ainda para a análise estatística Equações Estimadoras Generalizadas (GEE), o cálculo amostral baseou-se em um artigo prévio que investigou a capacidade do desempenho no *hop test* em prever significativamente o pico de torque do quadríceps em atletas assintomáticos. O cálculo considerou um $R^2 = 0,49$ do estudo de Hamilton e colaboradores²³, que encontraram que o desempenho no *hop test* foi capaz de prever significativamente o pico de torque do quadríceps em atletas assintomáticos. Para um teste com poder de 80%, $\alpha=0,05$, o tamanho da amostra

calculado foi de 30 indivíduos. Considerando ainda uma perda de 30% do número de participantes devido ao caráter prospectivo das análises, o tamanho da amostra calculado foi de 39 indivíduos.

Critérios de elegibilidade.

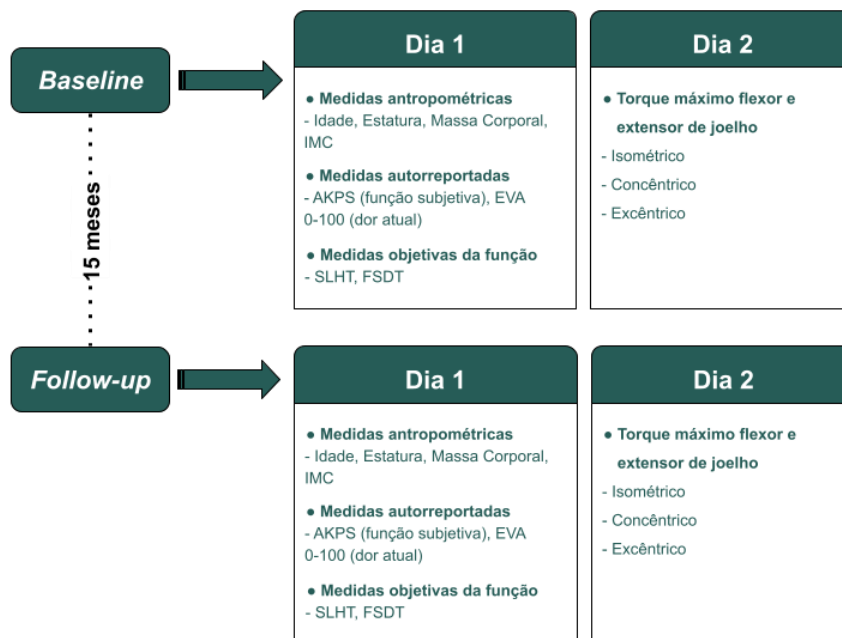
Os critérios de elegibilidade foram baseados no mais recente consenso sobre avaliação clínica em DFP¹, aplicados para as avaliações de *baseline e follow-up*. Todos os critérios foram aplicados por 1 fisioterapeuta. Os critérios de inclusão utilizados foram: (1) dor anterior de joelho ao executar, pelo menos, duas das seguintes atividades: sentado por tempo prolongado, agachamentos, ajoelhado, correr, subir e descer escadas, saltos e aterrissagens; (2) sintomas de início insidioso com duração de pelo menos 3 meses; (3) pior nível de dor no mês anterior de pelo menos 30 milímetros numa escala visual analógica de dor (EVA) de 0 a 100 milímetros. O(A) participante deveria se enquadrar nos 3 critérios para serem incluídos(as). Os critérios de não inclusão foram: evidências clínicas de qualquer outra desordem de joelho; histórico de cirurgia na articulação do joelho; histórico de subluxação patelar; histórico de lesão meniscal; presença de doença neurológica; e realização de tratamento fisioterapêutico prévio (nos últimos 6 meses). Participantes que não completaram alguma das etapas da coleta inicial e de acompanhamento foram excluídos. Participantes que foram inicialmente incluídos(as), mas que no *follow-up* se enquadraram em apenas um dos critérios de não-inclusão e/ou exclusão não foram considerados para as análises.

Procedimento experimental

As avaliações dos(as) participantes foram divididas em dois dias e estão representadas pelo fluxograma na figura 3. Para redução de viés, um mesmo avaliador conduziu todos os procedimentos das avaliações para cada dia. No primeiro dia, inicialmente, dados antropométricos de idade, peso, altura, índice de massa corpórea (IMC) foram coletados. Em seguida, escalas e questionários de medidas autorreportadas foram aplicadas, e posteriormente, foi avaliado o desempenho dos participantes nos testes da função objetiva SLHT e FSDT. No segundo dia, a avaliação do torque isocinético máximo dos extensores e flexores do joelho foi realizada. O membro inferior sintomático (sintoma unilateral) ou

mais sintomático (sintoma bilateral) foi selecionado para as avaliações. Os(as) participantes foram instruídos(as) a realizar os testes sem nenhum calçado

Figura 3. Fluxograma do desenho experimental da avaliação do estudo



Medidas autorreportadas

Os(as) participantes foram primeiramente questionados(as) sobre a presença frequente dos sintomas em um ou ambos os joelhos. Foi então solicitado que informassem a duração dos sintomas de DFP (em meses) e pior nível de dor no último mês e no momento da coleta. Para responder a essas perguntas, os(as) participantes foram orientados(as) a se basearem na escala visual analógica (EVA) de 0 a 100mm, indicando a posição que mais acuradamente representasse sua intensidade de dor, em que 0 indica nenhuma dor e 100 indica a dor mais intensa que já sentiram. A EVA é validada e reproduzível para indivíduos com DFP²⁴.

Após essa etapa inicial, questionários autorreportados foram aplicados para análise da capacidade funcional subjetiva. A avaliação da capacidade funcional subjetiva foi realizada por meio do questionário *Anterior Knee Pain Scale* (AKPS). Esse questionário está validado para a população DFP e avalia a função autorreportada de 0 a 100 pontos, onde valores maiores indicam melhor nível de função²⁵.

Avaliação objetiva da capacidade funcional – Testes Clínicos

Na a avaliação do SLHT o(a) participante foi instruído(a) a se manter em apoio unipodal sobre um tapete emborrachado fixado no chão, com o calcanhar rente ao marco zero da fita métrica e com os braços nas costas²⁶. A orientação foi que deveriam saltar o mais distante possível em linha reta e aterrissar com o mesmo membro, mantendo o equilíbrio (figura 4.A)²⁷. Impulsionar ou aterrissar com os dois membros inferiores, fazer uso das mãos ou perder o equilíbrio após aterrissagem foram considerados para invalidar a tentativa, sendo realizado uma nova tentativa. Três tentativas bem-sucedidas foram coletadas²⁷. Para a avaliação do FSDT, os(as) participantes deveriam permanecer sobre um degrau de aproximadamente 20 cm de altura, inicialmente em apoio bipodal e com ambas as mãos posicionadas no quadril²⁸. Durante o teste o membro avaliado deveria se manter apoiado, enquanto o membro não avaliado, posicionado à frente, deveria tocar no solo com o calcanhar e voltar à posição inicial (figura 4.B). O FSDT foi avaliado pelo número máximo de repetições durante 30 segundos²⁹. Se o participante não tocasse o calcanhar no solo, retirasse as mãos do quadril ou apresenta-se um desequilíbrio, a repetição era considerada inválida. Anteriormente a cada teste o(a) participante realizou tentativas familiarização, dando início apenas quando o avaliador julgasse que o(a) participante estava pronto(a).

Figura 4. Testes da função objetiva SLHT (A) e FSDT (B)



Avaliação de torque muscular

No segundo dia, foi coletado o torque isocinético dos extensores e flexores de joelho durante contrações máximas isométricas, concêntricas e excêntricas através de um dinamômetro isocinético com frequência de aquisição de 100 Hz (Biodex System 4 Pro, New York-USA). As avaliações ocorreram pelo mesmo avaliador e a ordem de avaliação dos grupos musculares (extensores e flexores de joelho) e o tipo de contração (isométrica, concêntrica e excêntrica) foram randomizadas. Durante os testes, o *software* do dinamômetro corrigiu automaticamente a ação da gravidade.

Para a avaliação dos extensores e flexores do joelho, os(as) participantes permaneceram sentados(as), com 90° de flexão de quadril e joelho. O membro inferior testado, o tronco e o quadril foram estabilizados por meio de cintos de estabilização. O eixo de rotação do dinamômetro foi alinhado com o epicôndilo lateral do fêmur. O braço de alavanca, aplicando resistência à porção distal da tíbia, foi ajustado conforme o comprimento da perna do participante³⁰. O torque isométrico foi realizado em 60° de flexão do joelho, e torque concêntrico e excêntrico foram testados entre 20° a 90° de flexão do joelho e com velocidade angular de 30°/s³⁰. Previamente a cada teste familiarizações foram realizadas³⁰. Após as familiarizações, duas contrações máximas de 6 segundos com 3 minutos de descanso foram coletadas para o torque isométrico, enquanto duas séries de 5 contrações máximas com um período de descanso de 3 minutos entre cada teste foram coletados para o torque concêntrico e excêntrico³¹.

Foi solicitado que os(as) participantes realizassem a máxima e mais rápida contração possível, sendo fornecido estímulo verbal durante todo o teste. *Feedback* visual em tempo real da curva torque-tempo também estava disponível.

Análise de dados e estatística

Os dados demográficos, escores dos questionários e os dados das tentativas dos testes clínicos foram tabulados em uma planilha do Excel®. Para o SLHT, a distância em centímetros foi obtida para cada tentativa e a média de três tentativas será calculada e utilizada para análise estatística²⁷. Para o FSDT, foi considerado o número máximo de repetições válidas. Nas variáveis de torque (torque máximo flexor e extensor de joelho), os cálculos foram feitos em ambiente MATLAB®. O torque isocinético

máximo durante contrações isométricas, concêntricas e excêntricas foi normalizado pela massa corporal de cada participante ($[N \cdot m \cdot kg^{-1}] \times 100$)³².

Para a análise estatística foi utilizado o Software *Statistical Software for Social Sciences* (SPSS Inc. Chicago, IL) versão 22.0. Considerando o desenho longitudinal deste estudo, em que há necessidade de contabilizar o efeito do tempo sobre as variáveis dependentes, foram utilizadas equações estimadoras generalizadas (GEE) para medidas repetidas. Com essa análise, foi estimado o efeito preditor do desempenho dos testes clínicos SLHT e FSDT sobre as variáveis dependentes (i.e. função subjetiva, dor atual, torque máximo flexor e extensor de joelho). A distribuição escolhida para as variáveis foi a linear, com base no índice de aderência considerando o critério do modelo de independência (QIC), no qual o menor valor de QIC indica o modelo mais adequado, e com base na distribuição dos dados realizado pelo Q-Q plot da variável dependente, que apresenta distribuição normal. A análise de predição foi a regressão linear. Resultados foram considerados significantes caso $p < 0,05$ e foram expressos como média \pm desvio padrão, a não ser que indicado de outra forma.

RESULTADOS

Na tabela 5 estão apresentados os valores para dados demográficos, medidas autorreportadas e dados objetivos de *baseline* e *follow-up* dos indivíduos com DFP. Também estão apresentados na tabela 6 os valores de torque máximo dos músculos flexores e extensores de joelho no *baseline* e *follow-up* dos indivíduos com DFP.

Tabela 5. Dados demográficos, autorreportados e objetivos dos participantes

Variáveis	Baseline Média \pm DP	Follow-up Média \pm DP	Diferença média (IC 95%)
Torque máximo dos flexores de joelho ($[N \cdot m \cdot kg^{-1}] \times 100$)			
Isométrico	141,64 \pm 41,67	153,30 \pm 60,32	-11,66 (-32,14 a 8,81)
Concêntrico	99,62 \pm 42,51	156,44 \pm 69,76	-56,81 (-79,68 a -33,94)
Excêntrico	147,98 \pm 52,21	76,70 \pm 35,90	71,27 (53,70 a 88,84)

Torque máximo dos extensores de joelho ($[N \cdot m \cdot kg^{-1}] \times 100$)			
Isométrico	265,83 ± 72,21	127,99 ± 74,33	137,83 (109,05 a 166,62)
Concêntrico	185,09 ± 86,79	85,92 ± 50,51	99,17 (71,53 a 126,81)
Excêntrico	210,86 ± 112,40	122,43 ± 60,52	88,43 (53,30 a 123,56)

Abreviações: DP, desvio padrão; IC, intervalo de confiança; IMC, índice de massa corporal; SLHT, *single leg hop test*; FSDT, *foward step down test*

Tabela 6. Valores do torque máximo dos flexores e extensores de joelho dos participantes

Variáveis	Baseline Média ± DP	Follow-up Média ± DP	Diferença média (IC 95%)
Dados demográficos			
Idade (anos)	23,75 ± 4,89	25,22 ± 4,17	-1,47 (-3,22 a 0,28)
Estatura (cm)	163,18 ± 24,06	167,26 ± 7,97	-4,07 (-10,98 a 2,83)
Massa corporal (kg)	66,42 ± 11,28	69,37 ± 11,34	-2,95 (-7,30 a 1,40)
IMC ($kg \cdot m^{-2}$)	23,37 ± 4,77	24,73 ± 3,67	-1,35 (-3,00 a 0,28)
Medidas autorreportadas			
Função subjetiva (escore)	80,88 ± 11,21	85,33 ± 9,38	-4,45 (-8,43 a -0,46)
Nível atual de dor (0-100)	29,18 ± 24,52	12,45 ± 20,13	16,73 (8,08 a 25,38)
Medidas objetivas			
SLHT (cm)	103,48 ± 26,49	109,89 ± 29,65	-6,42 (-17,25 a 4,41)
FSDT (repetições)	19,43 ± 7,23	20,30 ± 5,90	-0,87 (-3,43 a 1,68)

Abreviações: DP, desvio padrão; IC, intervalo de confiança

Desempenho no SLHT como preditor do quadro clínico e biomecânico da DFP

Na análise do desempenho no teste clínico SLHT com o método GEE, não foi demonstrado efeito significativo do tempo, mas sim do desempenho do SLHT sobre a função subjetiva (WCS: 20,086; $p < 0,001$). Na interação do tempo e SLHT não foi demonstrado efeito significativo sobre as variáveis clínicas (tabela 7).

Tabela 7. Efeito do desempenho no SLHT como preditor de variáveis clínicas

Variáveis	Função subjetiva		Nível de dor atual	
	B	Sig.	B	Sig.
Tempo	9,526	p >0,05	20,674	p >0,05
SLHT	0,152	p <0,001	-0,135	p >0,05
Tempo*SLHT	-0,126	p >0,05	-0,046	p >0,05

Abreviações: SLHT, *single leg hop test*.

No torque máximo dos flexores de joelho, foi demonstrado efeito significativo do tempo sobre o torque isométrico (WCS: 5,176; **p <0,05**) e concêntrico (WCS: 4,323; **p <0,05**), e nenhum efeito significativo do desempenho do SLHT. Na interação entre tempo e SLHT foi demonstrado efeito significativo sobre o torque isométrico (WCS: 4,630; **p <0,05**) e excêntrico (WCS: 4,147; **p <0,05**) (tabela 8).

Tabela 8. Efeito do desempenho no SLHT como preditor do torque máximo de flexão de joelho

Variáveis	Torque isométrico máximo ([N·m·kg ⁻¹] x 100)		Torque concêntrico máximo ([N·m·kg ⁻¹] x 100)		Torque excêntrico máximo ([N·m·kg ⁻¹] x 100)	
	B	Sig.	B	Sig.	B	Sig.
Tempo	-79,850	p <0,05	-95,078	p <0,05	18,312	p >0,05
SLHT	-0,264	p >0,05	0,160	p >0,05	-0,144	p >0,05
Tempo*SLHT	0,640	p <0,05	0,360	p >0,05	0,475	p <0,05

Abreviações: SLHT, *single leg hop test*.

Em relação ao torque máximo dos extensores de joelho, foi demonstrado efeito significativo do tempo apenas sobre o torque isométrico (WCS: 7,168; **p <0,01**) e nenhum efeito do desempenho do SLHT. Na interação entre tempo e SLHT foi demonstrado efeito significativo sobre o torque isométrico (WCS: 7,201; **p <0,01**) e concêntrico (WCS: 8,075; **p <0,01**) (tabela 9).

Tabela 9. Efeito do desempenho no SLHT como preditor do torque máximo de extensão de joelho

Variáveis	Torque isométrico máximo ($[N \cdot m \cdot kg^{-1}] \times 100$)		Torque concêntrico máximo ($[N \cdot m \cdot kg^{-1}] \times 100$)		Torque excêntrico máximo ($[N \cdot m \cdot kg^{-1}] \times 100$)	
	B	Sig.	B	Sig.	B	Sig.
Tempo	-97,845	p <0,01	-64,713	p >0,05	-75,765	p >0,05
SLHT	-0,444	p >0,05	-0,020	p >0,05	0,023	p >0,05
Tempo*SLHT	0,778	p <0,01	1,110	p <0,01	0,678	p >0,05

Abreviações: SLHT, *forward step down test*

Desempenho no FSDT como preditor do quadro clínico e biomecânico da DFP

Na análise do desempenho no teste clínico FSDT com o método GEE, foi demonstrado efeito significativo do tempo sobre o nível de dor atual (WCS: 9,772; **p <0,01**), e não foi demonstrando efeito do desempenho do FSDT. Na interação entre tempo e FSDT foi demonstrado efeito significativo sobre o nível de dor atual (WCS: 4,484; **p <0,05**) (tabela 10).

Tabela 10. Efeito do desempenho no FSDT como preditor de variáveis clínicas

Variáveis	Função subjetiva		Nível de dor atual	
	B	Sig.	B	Sig.
Tempo	-3,395	p >0,05	42,326	p <0,01
FSDT	-0,210	p >0,05	0,111	p >0,05
Tempo*FSDT	-0,062	p >0,05	-1,316	p <0,05

Abreviações: FSDT, *single leg hop test*.

Em relação às variáveis do torque máximo dos flexores de joelho, foi demonstrado efeito significativo do tempo apenas sobre o torque excêntrico (WCS: 9,965; **p <0,01**). Por outro lado, nenhum efeito significativo foi demonstrado do desempenho do FSDT e da interação entre tempo e FSDT (tabela 11).

Tabela 11. Efeito do desempenho no FSDT como preditor do torque máximo de flexão de joelho

Variáveis	Torque isométrico máximo([N·m·kg ⁻¹] x 100)		Torque concêntrico máximo ([N·m·kg ⁻¹] x 100)		Torque excêntrico máximo ([N·m·kg ⁻¹] x 100)	
	B	Sig.	B	Sig.	B	Sig.
Tempo	7,580	p >0,05	-47,937	p >0,05	85,503	p <0,01
SLHT	0,403	p >0,05	-0,147	p >0,05	0,135	p >0,05
Tempo*FSDT	-1,062	p >0,05	-0,648	p >0,05	-0,919	p >0,05

Abreviações: FSDT, *foward step down test*

Em relação às variáveis do torque máximo dos extensores de joelho, nenhum efeito do tempo, do desempenho do FSDT ou da interação entre tempo e FSDT foi demonstrado (tabela 12).

Tabela 12. Efeito do desempenho no FSDT como preditor da força máxima de extensão de joelho

Variáveis	Torque isométrico máximo ([N·m·kg ⁻¹] x 100)		Torque concêntrico máximo ([N·m·kg ⁻¹] x 100)		Torque excêntrico máximo ([N·m·kg ⁻¹] x 100)	
	B	Sig.	B	Sig.	B	Sig.
Tempo	-4,952	p >0,05	-6,491	p >0,05	-32,841	p >0,05
SLHT	0,821	p >0,05	-2,006	p >0,05	-1,581	p >0,05
Tempo*FSDT	-0,507	p >0,05	2,206	p >0,05	1,334	p >0,05

Abreviações: FSDT, *foward step down test*

DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo longitudinal foi investigar se o desempenho nos testes clínicos da função objetiva SLHT e FSDT obtidos em uma avaliação inicial apresentariam capacidade de prever mudanças na função subjetiva autorreportada, nível de dor atual, e no torque máximo dos músculos flexores e extensores de joelho.

Corroborando parcialmente com as hipóteses iniciais, os resultados deste estudo demonstraram que o desempenho no SLHT e FSDT possuem capacidade em prever mudanças no nível de dor, no torque máximo dos flexores e dos extensores de joelho ao longo de 15 meses.

No geral, os resultados apresentam evidências de que utilizar o SLHT e FSDT na avaliação da DFP pode fornecer informações úteis do comportamento ao longo do tempo de características clínicas de dor e torque muscular de flexores e extensores de joelho para estes pacientes. Dessa forma, pacientes e profissionais clínicos podem melhor lidar e intervir na condição considerando expectativas reais.

Ao contrário da hipótese inicial, o desempenho no SLHT avaliado no *baseline* não esteve associado a mudanças significativas nas variáveis de função subjetiva e dor dos indivíduos com DFP ao longo de 15 meses. Mesmo considerando a associação encontrada na análise individual entre o desempenho no SLHT e a função subjetiva, os achados sugerem que o desempenho no teste em questão não possui capacidade de prever mudanças nas características clínicas ao longo do tempo. Por outro lado, o desempenho no FSDT avaliado no *baseline* foi capaz de prever mudanças significativas no nível de dor dos indivíduos com DFP ao longo do tempo; ou seja, um pior desempenho no FSDT pode sugerir um aumento no nível de dor no joelho dos indivíduos com DFP a longo prazo, aumento que pode ser de aproximadamente 1,5 na escala de dor (EVA) à cada 1 repetição a menos no teste.

Ao conhecimento deste autor, este é o primeiro estudo a investigar e demonstrar resultados da capacidade de testes clínicos, mais especificamente do FSDT, como preditor do nível de dor dos indivíduos com DFP por um período maior do que doze meses. Em estudos anteriores que também investigaram características dos indivíduos com DFP com capacidade de prever mudanças no quadro clínico, um tempo menor do que 15 meses foi avaliado, além do que em nenhum destes estudos o desempenho em teste clínico foi investigado como^{19,21,33}. No estudo de Collins e colaboradores¹⁹, maior tempo de sintomas e menor função subjetiva foram identificados como preditores de um pior quadro clínico da DFP. Assim, os achados atuais agregam à literatura com mais um instrumento, o teste clínico FSDT, que pode ser utilizado para a avaliação na DFP com o objetivo caracterizar o quadro clínico sintomatológico presente e a longo prazo do indivíduo com a condição.

Diferentemente das características clínicas, o desempenho no SLHT demonstrou ser capaz de prever mudanças no torque máximo isométrico (B: 0,640) e excêntrico (B: 0,475) dos

músculos flexores de joelho a longo prazo, enquanto o desempenho no FSDT não se apresentou como potencial preditor do torque dos flexores do joelho. Considerando a interação com o tempo, os dados sugerem que o aumento no desempenho no SLHT na avaliação de baseline podem influenciar no aumento do torque dos flexores de joelho ao longo do tempo. Estes resultados agregam à literatura prévia que investigou a associação entre o desempenho no SLHT e o torque dos flexores de joelho dos indivíduos com DFP^{11,13}. Contudo, estes estudos possuem um delineamento transversal, limitando as interpretações e extrapolações dos resultados. Por outro lado, com o presente estudo prospectivo tais limitações podem ser superadas e permitem inferir que utilizar o SLHT para a avaliação do torque flexor do joelho pode ser uma boa opção para a população DFP.

Na população de DFP é destacada a importância da avaliação do torque dos músculos flexores de joelho^{13,34,35}. Associação entre o torque dos flexores de joelho com o nível de dor e a capacidade funcional autorreportada já foi apresentado por estudos prévios^{13,14}. Interessantemente, a sobrecarga nos músculos flexores de joelho pode contribuir para o desalinhamento na AF, resultando na lateralização da patela e aumento da pressão na porção lateral da articulação³⁵. Nesse sentido, uma vez que os sintomas da DFP estão associados ao estresse articular no joelho^{1,36}, é interessante que existam ferramentas que avaliem características que possivelmente contribuem para estas alterações, como o uso do SLHT para avaliar os músculos flexores de joelho.

No mesmo sentido dos achados para os músculos flexores, o desempenho no SLHT foi capaz de prever mudanças a longo prazo no torque máximo isométrico (B: 0,778) e concêntrico (B: 1,110) dos músculos extensores de joelho dos indivíduos com DFP, enquanto o FSDT não apresentou capacidade de predição do torque dos extensores. Vale ressaltar que estudos anteriores com desenho transversal não encontraram associação entre o desempenho no SLHT com o torque dos extensores de joelho¹³, o que também foi demonstrado no presente estudo para as análises individuais do SLHT com o torque dos extensores. Por outro lado, quando se considera o fator “tempo”, o desempenho no SLHT parece influenciar nestas características, contribuindo para novas informações da literatura da área.

Estes resultados agregam não somente à literatura da área, mas também aos profissionais clínicos que atuam com esta condição. A redução do torque dos extensores de joelho pode estar associada à persistência da DFP^{36,37}. Além disso, semelhanças no quadro clínico de indivíduos com DFP e OAFP foram reportadas, destacando-se o comprometimento do torque dos músculos extensores de joelho⁹. Assim, intervir sobre o torque dos extensores deve ser parte essencial na intervenção com pacientes com DFP. Diversos estudos reportam a melhora do quadro clínico dos indivíduos com DFP após um protocolo de treinamento de fortalecimento dos músculos extensores de joelho, o que também está de acordo com as recomendações do *Guideline* de prática clínica na DFP³⁸. Por tanto, identificar alterações no torque deste grupamento muscular em um momento inicial ou precoce pode ser interessante para um direcionamento mais objetivo do tratamento dos indivíduos com DFP.

Apesar dos achados, este estudo possui limitações que devem ser reconhecidas. Em primeiro lugar, o número da amostra apresentou tamanho reduzido, o que pode ter limitado as respostas encontradas nos resultados. Segundo, não foram consideradas características sociais ou psicológicas, o que pode ser considerado para estudos futuros.

CONCLUSÃO

O desempenho no SLHT e FSOT avaliado inicialmente de indivíduos com DFP possuem capacidade de prever mudanças ao longo do tempo de 15 meses no nível de dor no joelho, no torque máximo dos músculos flexores e extensores de joelho. Os achados contribuem para que pacientes e profissionais clínicos consigam lidar e intervir sobre o quadro clínico presente considerando reais expectativas ao longo do tempo. No entanto, estes resultados devem ser interpretados com cautela, e novos estudos com um número maior de participantes podem ser considerados.

Agradecimentos: Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudo (120983/2020-6)

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. Smith BE, Selfe J, Thacker D, et al. Incidence and prevalence of patellofemoral pain: A systematic review and meta-analysis. Screen HR, ed. *PLoS One.* 2018;13(1):e0190892. doi:10.1371/journal.pone.0190892
3. Boling M, Padua D, Marshall K, Guskiewicz K, Pyne S, Beutler A. Gender differences in the incidence and prevalence of patellofemoral pain syndrome. *Scand J Med Sci Sport.* 2010;20(5):725-730. doi:10.1111/j.1600-0838.2009.00996.x.Gender
4. 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
5. 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
6. 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. doi:10.1097/00004694-199801000-00021
7. Collins NJ, Oei EHG, de Kanter JL, Vicenzino B, Crossley KM. Prevalence of Radiographic and Magnetic Resonance Imaging 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
8. Eijkenboom JFAA, TIMMER ER, van der Heijden RA, et al. Association between self-reported measures, physical examination, and early magnetic resonance imaging signs of osteoarthritis in patients with patellofemoral pain. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2019;49(9):634-639. doi:10.2519/jospt.2019.8889
9. Wyndow N, Collins N, Vicenzino B, Tucker K, Crossley K. Is There a Biomechanical Link Between Patellofemoral Pain and Osteoarthritis? A Narrative Review. *Sport Med.* 2016;46(12):1797-1808. doi:10.1007/s40279-016-0545-6
10. Nunes GS, Stapait EL, Kirsten MH, et al. 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
11. Guney H, Yuksel I, Kaya D, Doral MN. Correlation between quadriceps to hamstring ratio and functional outcomes in patellofemoral pain. *Knee.* 2016;23(4):610-615. doi:10.1016/j.knee.2016.04.004
12. 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. doi:10.1016/j.ptsp.2019.08.010
13. Briani R V., 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
14. Ducatti MHM, Waiteman MC, Botta AFB, et al. Knee flexor strength, rate of torque development and flexibility in women and men with patellofemoral pain: Relationship with pain and the performance in the single leg bridge test. *Phys Ther Sport.* 2021;50:166-172. doi:10.1016/j.ptsp.2021.05.006

15. Løgerstedt D, Grindem H, Lynch A, et al. Single-legged hop tests as predictors of self-reported knee function after anterior cruciate ligament reconstruction: The Delaware-Oslo ACL cohort study. *Am J Sports Med.* 2012;40(10):2348-2356. doi:10.1177/0363546512457551
16. Paterno M V., Schmitt LC, Ford KR, et al. Biomechanical measures during landing and postural stability predict second anterior cruciate ligament injury after anterior cruciate ligament reconstruction and return to sport. *Am J Sports Med.* 2010;38(10):1968-1978. doi:10.1177/0363546510376053
17. Beischer S, Hamrin Senorski E, Thomeé C, Samuelsson K, Thomeé R. Knee strength, hop performance and self-efficacy at 4 months are associated with symmetrical knee muscle function in young athletes 1 year after an anterior cruciate ligament reconstruction. *BMJ Open Sport Exerc Med.* 2019;5(1):1-10. doi:10.1136/bmjsem-2018-000504
18. Kongsted A, Vach W, Axø M, Bech RN, Hestbaek L. Expectation of recovery from low back pain: A longitudinal cohort study investigating patient characteristics related to expectations and the association between expectations and 3-month outcome. *Spine (Phila Pa 1976).* 2014;39(1):81-90. doi:10.1097/BRS.0000000000000059
19. Collins NJ, Crossley KM, Darnell R, Vicenzino B. Predictors of short and long term outcome in patellofemoral pain syndrome: a prospective longitudinal study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2010;11(1):11. doi:10.1186/1471-2474-11-11
20. Collins NJ, Bierma-Zeinstra SMA, Crossley KM, Van Linschoten RL, Vicenzino B, Van Middelkoop M. Prognostic factors for patellofemoral pain: A multicentre observational analysis. *Br J Sports Med.* 2013;47(4):227-233. doi:10.1136/bjsports-2012-091696
21. Matthews M, Rathleff MS, Claus A, et al. Can we predict the outcome for people with patellofemoral pain? A systematic review on prognostic factors and treatment effect modifiers. *Br J Sports Med.* 2017;51(23):1650-1660. doi:10.1136/bjsports-2016-096545
22. Natri A, Kannus P, Järvinen M. Which factors predict the long-term outcome in chronic patellofemoral pain syndrome? A 7-yr prospective follow-up study. *Med Sci Sport Exerc.* 1998;30(11):1572-1577.
23. Hamilton RT, Shultz SJ, Schmitz RJ, Perrin DH. Triple-Hop Distance as a Valid Predictor of Lower Limb Strength and Power. *J Athl Train.* 2008;43(2):144-151. doi:10.4085/1062-6050-43.2.144
24. 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
25. Kujala UM, Jaakkola LH, Koskinen SK, Taimela S, Hurme M, Nelimarkka O. Scoring of Patellofemoral Disorders. *Arthroscopy.* 1993;9(2):159-163. doi:10.1016/S0749-8063(05)80366-4
26. Bolgla LA, Keskula DR, Ph D. Reliability of Lower Extremity Functional Performance Tests. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1997;26(3):138-142. doi:10.2519/jospt.1997.26.3.138
27. Petschnig R, Baron R, Albrecht M. The relationship between isokinetic quadriceps strength test and hop tests for distance and one-legged vertical jump test following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998;28(1):23-31. doi:10.2519/jospt.1998.28.1.23
28. Park KM, Cynn HS, Choung SD. Musculoskeletal predictors of movement quality for the forward step-down test in asymptomatic women. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2013;43(7):504-510. doi:10.2519/jospt.2013.4073
29. Loudon JK, Wiesner D, Goist-Foley HL, Asjes C, Loudon KL. Intrarater reliability of functional performance tests for subjects with patellofemoral pain syndrome. *J Athl Train.* 2002;37(3):256-261.
30. 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. doi:10.1016/j.ptsp.2011.04.004
31. 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; Publish Ah(25):28-34. doi:10.1519/JSC.00000000000003179
32. Ferreira AS, de Oliveira Silva D, Ferrari D, et al. Knee and Hip Isometric Force Steadiness Are

Impaired in Women With Patellofemoral Pain. *J Strength Cond Res.* 2019;(22):1.

33. 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;0:1-7. doi:10.1136/bjsports-2015-094664
34. White LC, Dolphin P, Dixon J. Hamstring length in patellofemoral pain syndrome. *Physiotherapy.* 2009;95(1):24-28. doi:10.1016/j.physio.2008.05.009
35. Whyte EF, Moran K, Shortt CP, Marshall B. The influence of reduced hamstring length on patellofemoral joint stress during squatting in healthy male adults. *Gait Posture.* 2010;31(1):47-51. doi:10.1016/j.gaitpost.2009.08.243
36. Powers CM, Witvrouw E, Davis IS, Crossley KM. Evidence-based framework for a pathomechanical model of patellofemoral pain: 2017 patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester, UK: part 3. *Br J Sports Med.* 2017;51(24):1713-1723. doi:10.1136/bjsports-2017-098717
37. 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
38. Willy RW, Hoggund LT, Barton CJ, et al. Patellofemoral Pain. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2019;49(9):CPG1-CPG95. doi:10.2519/jospt.2019.0302