

RESSALVA

Atendendo solicitação da autora,
o texto completo desta dissertação
será disponibilizado somente a partir
de 03/03/2025.



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS – RIO CLARO**



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO HUMANO E
TECNOLOGIAS**

**EFEITO DA DOR SOBRE A CAPACIDADE MUSCULAR E CORRELAÇÃO DE
VARIÁVEIS BAROPODOMÉTRICAS EM MULHERES COM DOR PATELOFEMORAL**

MARIANA SIQUEIRA ANDRIANI

**Rio Claro – SP
2023**



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS – RIO CLARO



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO HUMANO E
TECNOLOGIAS**

**EFEITO DA DOR SOBRE A CAPACIDADE MUSCULAR E CORRELAÇÃO DE
VARIÁVEIS BAROPODOMÉTRICAS EM MULHERES COM DOR PATELOFEMORAL**

MARIANA SIQUEIRA ANDRIANI

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Câmpus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Humano Tecnologias.

Área de concentração: Tecnologias nas Dinâmicas Corporais.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Tavella Navega

Coorientadora: Dra. Ângela Kazue Morita

**Rio Claro – SP
2023**

A573e Andriani, Mariana Siqueira
Efeito da dor sobre a capacidade muscular e correlação de
variáveis baropodométricas em mulheres com dor
patelofemoral / Mariana Siqueira Andriani. -- Rio Claro, 2023
54 p. : tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista
(Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro
Orientador: Marcelo Tavella Navega
Coorientadora: Ângela Kazue Morita

1. Dor patelofemoral. 2. Força muscular. 3. Pressão. 4. Pé. I.
Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do
Instituto de Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Rio Claro



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Efeito da dor sobre a capacidade muscular e correlação de variáveis baropodométricas em mulheres com dor Patelofemoral

AUTORA: MARIANA SIQUEIRA ANDRIANI

ORIENTADOR: MARCELO TAVELLA NAVEGA

COORIENTADORA: ÂNGELA KAZUE MORITA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Desenvolvimento Humano e Tecnologias, área: Tecnologias nas Dinâmicas Corporais pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. MARCELO TAVELLA NAVEGA (Participação Presencial)
Departamento de Fisioterapia e Terapia Ocupacional / UNESP - Faculdade de Filosofia e Ciências de Marília - SP

Profa. Dra. LILIAN RAMIRO FELICIO (Participação Virtual)
Instituto de Ciências Biomédicas - Faculdade de Educação Física e Fisioterapia / Universidade Federal de Uberlândia - MG

Profa. Dra. ANA ELISA ZULIANI STROPPA MARGUES (Participação Presencial)
Departamento de Fisioterapia e Terapia Ocupacional / UNESP - Faculdade de Filosofia e Ciências de Marília - SP

Rio Claro, 03 de março de 2023

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me sustentado até aqui, colocado tantas pessoas importantes nessa caminhada e me ajudado a realizar este trabalho.

Aos meus pais e família que sempre me incentivaram e não me deixaram desistir. Sempre me apoiaram em minhas decisões e me ajudaram a seguir em frente.

Ao meu orientador prof. Dr. Marcelo Tavella Navega e à minha coorientadora prof. Dra. Ângela Kazue Morita, por terem me dado o suporte necessário para que eu conduzisse este trabalho, por todo conhecimento transmitido e aprendizado que me proporcionaram. Por me orientarem e serem também meus amigos nesta caminhada.

À FFC que concedeu espaço para que esta pesquisa fosse desenvolvida.

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

RESUMO

Estudos mostraram que sujeitos com dor patelofemoral (DPF) apresentam fraqueza dos músculos do joelho e quadril e apontaram que o torque muscular pode ser influenciado pela intensidade da dor. Acreditamos que além do torque, o trabalho e a potência muscular também possam sofrer essa influência, no entanto, pouco se sabe sobre isso. Ademais, podem ser encontradas variáveis baropodométricas e estabilométricas alteradas nesses indivíduos. Estudos que correlacionam essas variáveis à intensidade da dor e ao torque apresentam limitações e são escassos. Nesse contexto, o presente estudo possui como objetivos verificar a influência da intensidade da dor sobre o desempenho muscular (torque, trabalho e potência) dos extensores de joelho, abdutores e extensores de quadril em mulheres com DPF e avaliar as variáveis baropodométricas e estabilométricas durante o agachamento unipodal e correlacioná-las ao nível de dor, capacidade funcional e torques musculares, bem como, correlacionar os torques a dor e função. Foram avaliadas 22 mulheres com DPF e 21 assintomáticas. A coleta de dados foi realizada em dois encontros. No primeiro dia foram registrados os dados antropométricos e mensurada a intensidade de dor. Posteriormente, o torque, trabalho e potência muscular concêntricos do joelho e quadril foram mensurados através do dinamômetro isocinético. No segundo dia de coleta, foi realizado o protocolo de sobrecarga para exacerbação da dor (agachamento unipodal) executado com a voluntária sobre o baropodômetro e registro da Escala Visual Analógica (EVA) durante o teste, seguido da avaliação do torque, trabalho e potência muscular novamente. As voluntárias com DPF apresentaram aumento da EVA após protocolo de sobrecarga ($p=,000$; $\eta_p^2=,367$); menor torque ($p=,000$; $\eta_p^2=,292$), trabalho ($p=,020$; $\eta_p^2=,125$) e potência ($p=,033$; $\eta_p^2=,106$) dos extensores de joelho com relação ao grupo controle; menor torque ($p=,029$; $\eta_p^2=,110$) dos extensores de quadril. Houve efeito significativo da interação entre grupo e momento sobre o trabalho ($p=,032$, $\eta_p^2=,108$) e a potência ($p=,02$, $\eta_p^2=,125$) para as medidas dos extensores de quadril. A análise de correlação mostrou que o aumento da EVA durante o agachamento unipodal está correlacionado a diminuição do torque dos extensores de joelho ($p=,005$; $r= -,572$) e quadril ($p=,031$; $r= -,461$), ao aumento da pressão anteromedial ($p=,022$; $r=,486$), da velocidade de oscilação anteroposterior ($p=,022$; $r=,487$) e deslocamento total do centro de pressão ($p=,033$; $r=,456$) e a diminuição da pressão pósteromedial ($p=,024$; $r=-,479$). Houve também correlação entre a redução do torque extensor de joelho com o aumento da velocidade de oscilação anteroposterior ($p=,002$; $r=-,621$) e do deslocamento total do centro de pressão ($p=,022$; $r=-,486$), bem como a correlação da redução do torque extensor de quadril com o aumento das mesmas variáveis ($p=,003$; $r=-,597$ e $p=,030$; $r=-,463$ respectivamente). No GC, o aumento do torque dos extensores de joelho teve correlação com a redução da pressão anterior ($p=,029$; $r=-,475$) e aumento da pressão posterior ($p=,029$; $r=,475$). Conclui-se que mulheres com DPF, após um protocolo de sobrecarga para exacerbação da dor, não apresentaram uma redução do desempenho muscular do joelho e quadril quando comparadas a mulheres assintomáticas, no entanto, na análise de correlação, a intensidade de dor teve relação com o torque muscular extensor do joelho e quadril. Os resultados também indicam que quanto maior o torque muscular, menor será a instabilidade postural anteroposterior, maior será a pressão plantar posterior e menor será a intensidade da dor.

Palavras-chave: dor patelofemoral; força; pressão; pé.

ABSTRACT

Studies have shown that subjects with patellofemoral pain (PFP) have weakness in the knee and hip muscles and have indicated that muscle torque can be influenced by pain intensity. We believe that in addition to torque, work and muscle power can also be influenced by this, however, little is known about this. Furthermore, altered baropodometric and stabilometric variables can be found in these individuals. Studies that correlate these variables with pain intensity and torque have limitations and are scarce. In this context, the present study aims to verify the influence of pain intensity on muscle performance (torque, work and power) of knee extensors, hip abductors and extensors in women with PFP and to evaluate baropodometric and stabilometric variables during exercise. single leg squat and correlate them to the level of pain, functional capacity and muscle torques, as well as correlate the torques to pain and function. Twenty-two women with PFP and 21 asymptomatic women were evaluated. Data collection was carried out in two meetings. On the first day, anthropometric data were recorded and pain intensity was measured. Subsequently, the torque, work and concentric muscle power of the knee and hip were measured using an isokinetic dynamometer. On the second day of collection, the overload protocol for pain exacerbation (single-legged squat) was carried out with the volunteer on the baropodometer and the Visual Analog Scale (VAS) was recorded during the test, followed by the evaluation of torque, work and muscle power again. Volunteers with PFP showed an increase in the VAS after the overload protocol ($p=.000$; $\eta^2=.367$); lower torque ($p=.000$; $\eta^2=.292$), work ($p=.020$; $\eta^2=.125$) and power ($p=.033$; $\eta^2=.106$) of the knee extensors in relation to the control group; lower torque ($p=.029$; $\eta^2=.110$) of the hip extensors. There was a significant effect of the interaction between group and moment on work ($p=.032$, $\eta^2=.108$) and power ($p=.02$, $\eta^2=.125$) for hip extensor measurements. The correlation analysis showed that the increase in the VAS during the single leg squat is correlated with the decrease in the torque of the knee extensors ($p=.005$; $r=-.572$) and hip ($p=.031$; $r=-.461$), increased anteromedial pressure ($p=.022$; $r=.486$), anteroposterior oscillation velocity ($p=.022$; $r=.487$) and total displacement of the center of pressure ($p=.033$; $r=.456$) and decreased posteromedial pressure ($p=.024$; $r=-.479$). There was also a correlation between the reduction of the knee extensor torque with the increase in the anteroposterior oscillation velocity ($p=.002$; $r=-.621$) and the total displacement of the center of pressure ($p=.022$; $r=-.486$), as well as the correlation between the reduction in hip extensor torque and the increase in the same variables ($p=.003$; $r=-.597$ and $p=.030$; $r=-.463$, respectively). In the CG, the increase in knee extensor torque was correlated with a reduction in anterior pressure ($p=.029$; $r=-.475$) and an increase in posterior pressure ($p=.029$; $r=.475$). It is concluded that women with PFP, after an overload protocol for pain exacerbation, did not present a reduction in knee and hip muscle performance when compared to asymptomatic women, however, in the correlation analysis, pain intensity was related to knee and hip extensor muscle torque. The results also indicate that the greater the muscle torque, the lower the anteroposterior postural instability, the greater the posterior plantar pressure and the lower the pain intensity.

Keywords: patellofemoral pain; force; pressure; foot.

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. OBJETIVOS.....	17
3. MÉTODO.....	17
4. RESULTADOS	25
5. DISCUSSÃO.....	34
6. CONCLUSÃO.....	41
REFERÊNCIAS.....	42
APÊNDICE A - FICHA DE AVALIAÇÃO	48
ANEXO A - PARECER DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA	49
ANEXO B – ESCALA DE DOR ANTERIOR NO JOELHO (EDAJ).....	52

1. Introdução

A dor patelofemoral (DPF) é caracterizada por uma dor difusa e intermitente (GROSSI; FELÍCIO; LEOCÁDIO, 2008) na região anterior do joelho durante atividades funcionais que sobrecarregam a articulação patelofemoral, como agachar, saltar, subir e descer escadas, sentar e levantar-se (CROSSLEY et al., 2016). A prevalência anual da DPF na população em geral adulta é de 22,7%, sendo que, mulheres têm duas vezes mais probabilidade (29,2%) de apresentar a DPF do que homens (15,5%) (SMITH et al., 2018). Além disso, acomete principalmente indivíduos mais jovens e ativos fisicamente (NAKAGAWA et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2014; POWERS et al., 2012). A etiologia desta síndrome é complexa, multifatorial e ainda permanece incerta (LACK et al., 2018; BAZETT-JONES et al., 2017; POWERS et al., 2017).

O Consenso de DPF aponta para dois modelos de origem da dor. O modelo patomecânico pressupõe que a sobrecarga da articulação patelofemoral seja causada por uma redução da área de contato patelofemoral e/ou pelo aumento da força de reação patelofemoral, que resultam no aumento da pressão de contato patelofemoral, afetando assim, as estruturas nociceptoras (POWERS et al., 2017). Fatores locais, distais e proximais, como o aumento da eversão do retropé, rotação interna da tibia, rotação interna e adução do quadril, desequilíbrios musculares no quadril e joelho, são citados em estudos progressos como precursores da DPF (BAZETT-JONES et al., 2017; POWERS et al., 2017). Além disso, é citado o modelo biopsicossocial, onde indivíduos com DPF apresentam alteração de aspectos relacionados à dor, como hiperalgesia mecânica generalizada, modulação da dor, variáveis estabilométricas e propriocepção prejudicados e cinesiofobia (POWERS et al., 2017).

No consenso de DPF realizado em 2017 (POWERS et al., 2017), foi apontado que pessoas com DPF apresentam déficits de força na extensão do quadril, abdução e rotação externa. Estudos indicam um déficit significativo da força isométrica da musculatura abduutora e extensora do quadril em mulheres com DPF quando comparadas a mulheres saudáveis (MORADI et al., 2014; NUNES et al., 2019) bem como a fraqueza do quadríceps também foi associada à DPF (ALSALAH et al., 2021; NEAL et al., 2019).

Além disso outros resultados apontam que o desempenho nos testes de força muscular é influenciado pela intensidade da dor, ou seja, há uma relação direta entre a exacerbação da dor no joelho e a redução imediata da força muscular dos membros

inferiores (BAZETT-JONES et al., 2013, 2017; BRIANI et al., 2018). No entanto, achados controversos foram relatados quanto a força isométrica máxima do quadríceps após aumento da dor em indivíduos com DPF. GREUEL et al. (2019) apesar de terem constatado aumento da inibição muscular artrogênica do quadríceps, não encontraram modificação do pico de força isométrica, concêntrica e excêntrica do quadríceps após aumento da dor no joelho, causado por um protocolo de autoindução da dor em indivíduos de ambos os sexos.

É importante ressaltar que alguns dos estudos apresentados (BAZETT-JONES et al., 2013, 2017), não obtiveram um aumento clinicamente significativo na dor, ou seja, maior que 1,74 pontos como descrito por FARRAR et al., (2001). Além disso, o efeito residual causado por execução de dois protocolos no mesmo dia (indução da dor e analgesia) (BAZETT-JONES et al., 2017), a indução artificial da dor (RICE et al., 2015), e a amostra composta por ambos os sexos (BAZETT-JONES et al., 2013, 2017; GREUEL et al., 2019; RICE et al., 2015) podem influenciar nos resultados obtidos.

Além disso, segundo a revisão bibliográfica realizada, nenhum estudo anterior comparou a potência e trabalho muscular antes e após um protocolo de sobrecarga para exacerbação da dor. Dado a contribuição dos músculos do joelho e quadril no desempenho da função dos membros inferiores (BRIANI et al., 2018) e visto que, déficits funcionais foram correlacionados à redução da força, potência e resistência do quadril (NUNES et al., 2019), acredita-se que a variação da intensidade da dor pode influenciar o desempenho muscular e conseqüentemente interferir na capacidade funcional. Diante disso, acreditamos que analisar essas variáveis (potência e trabalho) também seja importante para colaborar com novas estratégias de tratamento para esses pacientes.

No consenso sobre DPF realizado em 2017, também foi apontado que podem ser encontradas pressões plantares alteradas em indivíduos com DPF durante atividades dinâmicas (POWERS et al., 2017). O baropodometro é uma plataforma de pressão capaz de registrar a distribuição das pressões plantares e variáveis estabilométricas tanto em postura estática como dinâmica, fornecendo uma análise das cargas plantares, pico de pressão, percepção de anormalidades entre outras, tendo alto valor diagnóstico (BAUMFELD et al., 2017).

Aumento da pressão medial no antepé durante o agachamento unipodal (RATHLEFF et al., 2014) e marcha (ZHANG et al., 2017; CHOW; CHEN; WANG, 2018) e aumento da velocidade de deslocamento anteroposterior do centro de

pressão durante o agachamento unipodal (GWYNNE, 2020) foram algumas variáveis encontradas em indivíduos com DPF. Outro estudo observou uma diminuição da pressão medial do antepé e menor índice de arco plantar durante a marcha, sugerindo um arco plantar mais alto em mulheres com DPF comparado a mulheres sem DPF (WILLSON; ELLIS; KERNOZEK, 2015).

Até o presente momento, foram encontrados poucos estudos (CITAKER et al., 2011; CARVALHO et al., 2016) que correlacionassem as variáveis baropodométricas e estabilométricas a dor e aos torques musculares do joelho e quadril em mulheres com DPF. CITAKER et al., (2011) observaram que quanto menor a força do quadríceps e maior a força dos isquiotibiais, maior é o equilíbrio estático unipodal. No entanto, deve ser levado em consideração que este estudo não incluiu um grupo controle saudável para pareamento, foram apenas comparados os lados sintomático e assintomático de indivíduos com DPF.

LEE; SOUZA; POWERS, (2012) não realizaram um estudo de correlação, no entanto, identificaram que mulheres com DPF e desempenho reduzido do músculo abductor do quadril, ao realizar a tarefa de descida de degrau, apresentaram um aumento do deslocamento médio latero medial do centro de pressão indicando assim maior oscilação postural latero medial. CARVALHO et al., (2016), verificaram que o deslocamento e velocidade anteroposterior e velocidade total do centro de pressão durante a subida de degraus, tiveram uma correlação positiva com a força isométrica dos extensores de quadril. Estudos que utilizem uma medida muscular isocinética podem representar melhor as atividades funcionais.

Acreditamos que os músculos do joelho e quadril, tenham uma importância significativa sobre os planos sagital e frontal, visto que, uma redução na capacidade muscular dessas articulações pode levar à instabilidade postural (CITAKER et al., 2011; LEE; SOUZA; POWERS 2012; CARVALHO et al., 2016). Diante dos achados apresentados e algumas de suas limitações, bem como a escassez de estudos envolvendo variáveis baropodométricas e estabilométricas e suas correlações com a dor e torque muscular, estudos que busquem esclarecer essa relação podem colaborar com o tratamento dessa população.

A fraqueza dos músculos póstero-laterais do quadril, apesar de não ser considerada por muitos autores como um fator etiológico para DPF, quando tratada por meio do fortalecimento muscular em conjunto com os extensores do joelho, traz resultados superiores para diminuição da dor e da função em pacientes com DPF

(COLLINS et al., 2018). Ao considerar que: 1. a DPF manifesta-se durante a prática de atividades que exigem maior demanda dos membros inferiores, muitas vezes desencadeada com a ação excêntrica; 2. o desencadeamento da dor influencia o desempenho funcional dos membros inferiores; 3. a força muscular dos membros inferiores influencia a evolução deste sintoma; 4. alterações de variáveis estabilométricas e de pressão plantar influenciam o nível de dor em indivíduos com DPF; estudos que tentam compreender a interação entre a intensidade da dor e desempenho muscular são importantes para colaborar com o tratamento de grupos de sujeitos com diferentes níveis de dor.

Diante de alguns resultados conflitantes aqui apresentados e suas limitações, procuramos em nosso estudo alcançar algumas vertentes a fim de observar o desempenho muscular de indivíduos com DPF após um aumento da intensidade da dor, bem como analisar as variáveis baropodométricas e estabilométricas.

1.1. Influência da dor sobre a capacidade muscular

BAZETT-JONES et al. (2013) tiveram como objetivo investigar os efeitos de uma corrida exaustiva na força e mecânica do tronco e membros inferiores em pacientes com e sem DPF. Após o protocolo de exaustão de corrida em esteira, observaram um aumento da dor no joelho acompanhada de redução da força isométrica máxima dos abdutores e rotadores laterais do quadril no grupo de corredoras com DPF. A dor, avaliada por meio da Escala Visual Analógica (EVA), inicial era de $2,8 \pm 2,4$ centímetros e tornou-se $3,88 \pm 2,4$ centímetros após o protocolo de sobrecarga. O GC manteve os níveis de força muscular inalterados após o protocolo de exaustão.

Outro estudo (BAZETT-JONES et al., 2017) teve como objetivo investigar os efeitos agudos do aumento e diminuição da dor na força do quadril e tronco e mecânica dos membros inferiores em pacientes com DPF. Após um protocolo de séries de agachamentos unipodais foi verificada redução da força isométrica máxima dos extensores do quadril de homens e mulheres fisicamente ativos e com DPF. Previamente ao protocolo, a dor média era cerca de $3,1 \pm 1$ centímetros durante as corridas em esteira e em solo; após o protocolo, a dor passou para $4,38 \pm 2,4$ centímetros na esteira e $4,09 \pm 2,44$ centímetros no solo. Este mesmo grupo também executou, no mesmo dia e em ordem aleatória, o protocolo de analgesia por meio do TENS, que reduziu a dor e não modificou o nível de força muscular dos extensores do

quadril. Desta forma, a algia no joelho parece afetar a força muscular proximal do membro inferior.

Briani et al., (2018) investigaram a função do quadríceps de mulheres com DPF antes e depois de um protocolo de carga projetado para agravar os sintomas. A dor foi exacerbada após o protocolo de subir e descer escadas, por cinco vezes e quantificada por meio da Escala Visual Analógica (EVA), cujo escore inicial era de $1,3 \pm 2,1$ e tornou-se $3,4 \pm 2,0$. O aumento da dor no joelho teve uma correlação moderada à redução da força isométrica máxima dos extensores do joelho. No GC, estas variáveis se mantiveram semelhantes entre as condições pré e pós-protocolo de sobrecarga.

Outro estudo (GREUEL et al., 2019) teve como objetivo investigar o efeito da dor na função do quadríceps e na biomecânica dos membros inferiores em indivíduos (homens e mulheres) com DPF. A dor foi autoinduzida pelos participantes antes da chegada ao ambiente de coletas, por meio de exercícios de afundo e agachamento, até atingirem um nível de dor considerado agudo. A dor avaliada pela Numeric Pain Rating Scale era de $1,29 \pm 1,95$ e tornou-se $3,88 \pm 1,92$. Não foi encontrado modificação do pico de força isométrica, concêntrica e excêntrica do quadríceps após aumento da dor no joelho, apesar de constatado aumento da inibição muscular artrogênica do quadríceps. Possivelmente, o fato dos participantes terem realizado a atividade de sobrecarga pelo menos 5 horas antes de sua reavaliação para evitar fadiga, assim como, a amostra ser constituída por sujeitos altamente ativos e de ambos os sexos, poderia ter influenciado no desempenho dos testes de força muscular.

Rice et al., (2019), investigaram os efeitos da dor aguda experimental na articulação do joelho na geração de força máxima e na taxa de desenvolvimento de força do músculo quadríceps durante ativações musculares isométrica, concêntrica e excêntrica. A indução da dor experimental foi provocada pela injeção de solução salina no coxim adiposo infrapatelar em indivíduos saudáveis. Os indivíduos recrutados não relataram dor na articulação do joelho no início dos procedimentos, porém, após a indução da dor, a classificação numérica média da dor máxima foi de $5,8 \pm 1,9$. Verificou-se uma redução do torque articular máximo e da taxa de desenvolvimento de força do joelho nas contrações isométrica e isocinética. É interessante ressaltar que as contrações voluntárias máximas foram coletadas na linha de base, durante a

dor experimental e pós-dor; e que o impacto da dor na taxa de desenvolvimento de força foi significativamente diferente entre os períodos examinados.

Nunes et al., (2019) recrutaram em seu estudo indivíduos fisicamente ativos que constituíram os grupos GDPF e GC , afim de observar o desempenho funcional em diversas atividades e avaliar a relação entre a função objetiva e a capacidade muscular do quadril. A EVA registrada pelos participantes foi de $6,5 \pm 1,8$ pontos. Foi verificado que o GDPF apresentou déficits no desempenho funcional. Os indivíduos com DPF foram 15% mais lentos durante a subida de escadas, realizaram 12% menos repetições ao se levantarem de uma cadeira em apoio unipodal e apresentaram uma distância de salto para frente 20% menor do que o GC. Uma menor força isométrica e dinâmica de abdução de quadril foi correlacionada a menos repetições de descida do degrau e saltos para frente mais curtos. A menor força de extensão dinâmica do quadril foi correlacionada com menos repetições de se levantar da cadeira e descer do degrau. Além disso, foi observado também a correlação de déficits em atividades funcionais com menor força e potência do quadril.

Neste sentido, a intensidade da dor, em alguns momentos, parece influenciar o desempenho muscular tanto local como proximal ao joelho.

1.2. Relação das variáveis baropodométricas sobre a DPF

CITAKER et al., (2011) avaliaram o equilíbrio estático unipodal e mensuraram a força muscular de isquiotibiais e quadríceps, dos lados sintomático e assintomático de mulheres com DPF, a fim de correlaciona-los. O pico de torque foi mensurado por um dinamômetro isocinético e o equilíbrio através de uma pontuação baseada no tempo de teste e na distância de deslocamento do centro da plataforma que foram fornecidos pelo dispositivo. O equilíbrio e a força dos isquiotibiais e quadríceps, foram significativamente menores no membro sintomático. Além disso, o estudo mostrou que quanto menor a força do quadríceps e maior a força dos isquiotibiais, maior é o equilíbrio estático unipodal. Uma das limitações deste estudo, foi a ausência de um grupo controle saudável para que houvesse a comparação com o GDPF.

LEE; SOUZA; POWERS, (2012) avaliaram 20 mulheres com DPF e 19 assintomáticas e compararam a estabilidade postural através uma plataforma de força durante o *step down test* e mesuraram a força isométrica dos abdutores de quadril por meio de um dinamômetro isocinético. O deslocamento médio latero medial do centro de pressão foi significativamente maior no GDPF, ou seja, as mulheres com DPF

exibiram um aumento da oscilação postural latero medial. Além disso, o torque de abdução do quadril foi significativamente menor no GDPF quando comparado ao GC.

Um estudo transversal (RATHLEFF et al., 2014) comparou 23 adultos jovens com DPF e 20 adultos jovens sem dor, da mesma idade e sexo. O objetivo foi comparar as forças plantares medial e lateral do antepé desses grupos durante o *drop jump* e o agachamento unipodal. A distribuição da pressão plantar foi coletada por meio de palmilhas enquanto os indivíduos estavam usando sapatos padrão. Foi observado que indivíduos com DPF apresentaram forças orientadas mais medialmente sob o antepé durante ambas as tarefas quando comparados a indivíduos sem dor.

Alguns autores (WILLSON; ELLIS; KERNOZEK, 2015) tiveram como objetivo comparar a distribuição da pressão plantar em mulheres com e sem DPF durante a marcha através de uma plataforma de pressão. Foram medidas três tentativas da fase de apoio do pé durante a marcha na plataforma. Foi verificado neste estudo que mulheres com DPF apresentaram um menor índice de arco sugerindo um arco medial mais alto. O índice de arco foi calculado a partir dos dados da plataforma de pressão, dividindo-se a área de contato da região do mediopé pela área de contato de todo o pé, exceto os dedos. Além disso, foi observado uma diminuição da carga medial do antepé e do contato do médio pé, preconizando uma diminuição da pronação plantar durante a marcha em mulheres com DPF em relação a mulheres sem DPF.

CARVALHO et al., (2016), compararam a estabilidade postural dinâmica e a força muscular nos quadris e joelhos de mulheres com e sem DPF. A plataforma de força foi utilizada para avaliação da estabilidade postural e um dinamômetro portátil para avaliação da força isométrica. A amplitude de deslocamento total e látero medial do centro de pressão bem como sua velocidade latero medial, foram maiores no GDPF comparados ao GC durante a subida de degraus. Verificaram também que o deslocamento e velocidade ântero posterior e velocidade total do centro de pressão tiveram uma correlação positiva com a força isométrica dos extensores de quadril.

Zhang et al., (2017) tiveram como objetivo comparar as pressões plantares em mulheres idosas com e sem osteoartrite de joelho durante a marcha. Utilizaram palmilhas com sensores como forma de registro da pressão plantar durante a caminhada. Como resultado foi verificado no grupo com dor um aumento do pico de pressão e da força plantar máxima no mediopé e na primeira articulação metatarsofalangiana, bem como força plantar máxima elevada na segunda

metatarsofalangiana, indicando maior impacto do solo durante a caminhada quando comparado ao GC.

Outros autores (CHOW; CHEN; WANG, 2018) analisaram as características de pressão plantar durante a postura estática e dinâmica de 80 velocistas de elite e 90 corredores recreativos e correlacionou tais variáveis a DPF. Com relação a avaliação da dor, por meio de um auto relato, foi observado que 40% destes indivíduos apresentavam dor na articulação do joelho. Os resultados verificaram que velocistas de elite possuíam maior dor no joelho; além disso seus valores de índice de arco eram mais baixos do que em corredores recreativos, ou seja, possuíam um arco plantar alto na postura estática. A distribuição da pressão plantar estática nesses indivíduos foi maior no antepé e retropé e menor em mediopé, enquanto durante a fase de postura média na caminhada a distribuição da pressão plantar se apresentou maior na região do antepé, porém menor no mediopé e retropé.

Outro estudo (TAN et al., 2020) teve como objetivo determinar se as características do pé e tornozelo, em indivíduos com osteoartrite femoropatelar, estão associadas aos seus sintomas e função do joelho. Um índice mais alto de arco (indicativo de um pé pronado) e maior mobilidade do mediopé, tiveram uma pequena associação significativa com o início precoce da dor no joelho durante tarefas com carga da articulação femoropatelar. Além disso, a menor amplitude de movimento de dorsiflexão do tornozelo com suporte de peso, teve uma associação significativa com uma maior dor média no joelho ($p < 0,001$), maior dor máxima na subida e descida de escada ($p = 0,028$) e maior incapacidade.

GWYNNE, (2020) teve como objetivo avaliar o centro de pressão plantar durante um agachamento unipodal em indivíduos com DPF e comparar a indivíduos não lesionados para determinar padrões de carga do pé. Foram recrutados indivíduos ativos, 30 com DPF (18 mulheres e 12 homens) e 30 saudáveis (15 mulheres e 15 homens). O centro de pressão plantar foi avaliado através de uma plataforma, durante um agachamento unipodal alcançando 60° de flexão de joelho. Nos indivíduos com DPF, foi observado um aumento da velocidade de deslocamento anteroposterior do centro de pressão, e um deslocamento mais lateralizado do centro de pressão quando comparados com indivíduos saudáveis, indicando possivelmente, uma menor pronação do pé e uma posição mais supinada durante atividades de carga em indivíduos com DP. O aumento da velocidade de deslocamento anteroposterior do centro de pressão resultante de um maior momento de flexão plantar, pode ser uma

estratégia biomecânica utilizada para melhor absorção de forças de reação do solo, diminuindo a sobrecarga na articulação do joelho.

Além de serem escassos, os estudos envolvendo a baropodometria apresentam resultados conflitantes. Sendo assim, pesquisas que buscam compreender as variáveis baropométricas e sua correlação com a intensidade da dor e torque são importantes para maior clareza e colaborar com o tratamento de indivíduos com DPF.

6. Conclusão

Os achados do presente estudo mostraram que mulheres com DPF, após um protocolo de sobrecarga para exacerbação da dor, não apresentaram uma redução do desempenho muscular dos extensores de joelho e abdutores do quadril quando comparadas a mulheres assintomáticas. Entretanto, para os extensores de quadril houve um aumento do trabalho e manutenção da potência muscular no GDPF, enquanto o GC apresentou redução dos valores de ambas variáveis. É importante ressaltar que, apesar do aumento da dor não reduzir os parâmetros de desempenho muscular, o estudo de correlação mostrou que há relação entre o nível de dor e força muscular. Os resultados também indicam que quanto maior o torque muscular, menor será a instabilidade postural anteroposterior, maior será a pressão plantar posterior e menor será a intensidade da dor.

REFERÊNCIAS

ALBA-MARTÍN, P. et al. Effectiveness of therapeutic physical exercise in the treatment of patellofemoral pain syndrome: A systematic review. **Journal of Physical Therapy Science**, v. 27, n. 7, p. 2387–2390, 2015.

ALIBERTI, S. et al. Immediate effects of a distal gait modification during stair descent in individuals with patellofemoral pain. **Physiotherapy Theory and Practice**, v. 35, n. 12, p. 1243–1249, 2019.

ALSALEH, S. A. et al. Clinical Biomechanics Local neuromuscular characteristics associated with patellofemoral pain : A systematic review and meta-analysis. **Clinical Biomechanics**, v. 90, n. October, p. 105509, 2021.

AQUINO, V. DA S. et al. Tradução e adaptação cultural para a língua portuguesa do questionário Scoring of Patellofemoral Disorders: estudo preliminar. **Acta Ortop Bras**, v. 19, n. 5, p. 273–279, 2011.

BALDON, R. D. M. et al. Effect of functional stabilization training on lower limb biomechanics in women. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 44, n. 1, p. 135–145, 2012.

BARRIOS, J. A. et al. Three-dimensional hip and knee kinematics during walking, running, and single-limb drop landing in females with and without genu valgum. **Clinical Biomechanics**, v. 31, p. 7–11, 2016.

BARTON, C. J. et al. A proximal progressive resistance training program targeting strength and power is feasible in people with patellofemoral pain. **Physical Therapy in Sport**, v. 38, p. 59–65, 2019.

BAUMFELD, D. et al. Reliability of Baropodometry on the Evaluation of Plantar Load Distribution: A Transversal Study. **BioMed Research International**, v. 2017, 2017.

BAZETT-JONES, D. M. et al. Effect of Patellofemoral Pain on Strength and Mechanics after an Exhaustive Run. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 45, n. 7, p. 1331–1339, jul. 2013.

BAZETT-JONES, D. M. et al. Acute responses of strength and running mechanics to

increasing and decreasing pain in patients with patellofemoral pain. **Journal of Athletic Training**, v. 52, n. 5, p. 411–421, 2017.

BRIANI, R. V. et al. Quadriceps neuromuscular function in women with patellofemoral pain: Influences of the type of the task and the level of pain. **PLOS ONE**, v. 13, n. 10, p. e0205553, 10 out. 2018.

CARVALHO, C. et al. Impaired muscle capacity of the hip and knee in individuals with isolated patellofemoral osteoarthritis: a cross-sectional study. **Ther Adv Chronic Dis**, v. 12, n. 6, p. 1–15, 2021.

CARVALHO E SILVA, A. P. DE M. C. et al. Dynamic postural stability and muscle strength in patellofemoral pain: Is there a correlation? **Knee**, v. 23, n. 4, p. 616–621, 2016.

CHOW, T. H.; CHEN, Y. S.; WANG, J. C. Characteristics of Plantar Pressures and Related Pain Profiles in Elite Sprinters and Recreational Runners. **Journal of the American Podiatric Medical Association**, v. 108, n. 1, p. 33–44, 2018.

CITAKER, S. et al. Static Balance in Patients With Patellofemoral Pain Syndrome. **Sports Health: A Multidisciplinary Approach**, v. 3, n. 6, p. 524–527, 4 nov. 2011.

COLLINS, N. J. et al. 2018 Consensus statement on exercise therapy and physical interventions (orthoses, taping and manual therapy) to treat patellofemoral pain: Recommendations from the 5th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Gold Coast, Australia, 2017. **British Journal of Sports Medicine**, v. 52, n. 18, p. 1170–1178, 2018.

CROSSLEY, K. M. et al. Analysis of Outcome Measures for Persons With Patellofemoral Pain : Which Are Reliable and Valid ? **Arch Phys Med Rehabil**, v. 85, n. 03, p. 815–822, 2004.

CROSSLEY, K. M. 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. **British Journal of Sports Medicine**, v. 50, n. 14, p. 839–

843, 2016.

DE MARCHE BALDON, R. et al. Effects of functional stabilization training on pain, function, and lower extremity biomechanics in women with patellofemoral pain: A randomized clinical trial. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 44, n. 4, p. 240–251, 2014.

DE OLIVEIRA SILVA, D. et al. Q-angle static or dynamic measurements, which is the best choice for patellofemoral pain? **Clinical Biomechanics**, v. 30, n. 10, p. 1083–1087, 2015.

DUCATTI, M. H. M. et al. Physical Therapy in Sport 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. **Physical Therapy in Sport**, v. 50, p. 166–172, 2021.

FARRAR, J. T. et al. Clinical importance of changes in chronic pain intensity measured on an 11-point numerical pain rating scale. **Pain**, v. 94, p. 149–158, 2001.

GREUEL, H. et al. How does acute pain influence biomechanics and quadriceps function in individuals with patellofemoral pain? **The Knee**, v. 26, n. 2, p. 330–338, 2019.

GRIBBLE, P. A.; HERTEL, J. Effect of Lower-Extremity Muscle Fatigue on Postural Control. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 85, p. 589–592, 2004.

GROSSI, D. B.; FELÍCIO, L. R.; LEOCÁDIO, L. P. Análise do tempo de resposta reflexa dos músculos estabilizadores patelares em indivíduos com síndrome da dor patelofemural. **Rev Bras Fisioter**, v. 12, n. 1, p. 26–30, 2008.

GWYNNE, C. R. Alterations in Center of Pressure During Single-Limb Loading in Individuals with Patellofemoral Pain. **Journal of the American Podiatric Medical Association**, v. 110, n. 2, p. 1–7, 1 mar. 2020.

HAGHIGHAT, F. et al. Trunk, pelvis, and knee kinematics during running in females with and without patellofemoral pain. **Gait and Posture**, v. 89, n. October 2020, p. 80–85, 2021.

LACK, S. et al. Physical Therapy in Sport How to manage patellofemoral pain e Understanding the multifactorial nature and treatment options. **Physical Therapy in Sport**, v. 32, p. 155–166, 2018.

LEE, S.; SOUZA, R. B.; POWERS, C. M. Gait & Posture The influence of hip abductor muscle performance on dynamic postural stability in females with patellofemoral pain. **Gait & Posture**, v. 36, n. 3, p. 425–429, 2012.

MORADI, Z. et al. Strength of hip muscle groups in sedentary women with patellofemoral pain syndrome. **Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation**, v. 27, p. 299–306, 2014.

NAKAGAWA, T. H. et al. Trunk, Pelvis, Hip, and Knee Kinematics, Hip Strength, and Gluteal Muscle Activation During a Single-Leg Squat in Males and Females With and Without Patellofemoral Pain Syndrome. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 42, n. 6, p. 491–501, jun. 2012.

NEAL, B. S. et al. Risk factors for patellofemoral pain: a systematic review and meta-analysis. **British Journal of Sports Medicine**, v. 53, n. 5, p. 270–281, mar. 2019.

NEAMATALLAH, Z.; HERRINGTON, L.; JONES, R. An investigation into the role of gluteal muscle strength and EMG activity in controlling HIP and knee motion during landing tasks. **Physical Therapy in Sport**, v. 43, p. 230–235, 2020.

NUNES, G. S. et al. Clinically measured hip muscle capacity deficits in people with patellofemoral pain. **Physical Therapy in Sport**, v. 35, p. 69–74, 2019a.

NUNES, G. S.; OLIVEIRA, D. DE; CROSSLEY, K. M. People with patellofemoral pain have impaired functional performance , that is correlated to hip muscle capacity. **Physical Therapy in Sport**, v. 40, p. 85–90, 2019.

OLIVEIRA, L. V. DE et al. Análise da força muscular dos estabilizadores do quadril e joelho em indivíduos com Síndrome da Dor Femoropatelar. **Fisioter Pesq**, v. 21, n. 4, p. 327–332, 2014.

PADUA, D. A.; BELL, D. R.; CLARK, M. A. Neuromuscular characteristics of individuals displaying excessive medial knee displacement. **Journal of Athletic**

Training, v. 47, n. 5, p. 525–536, 2012.

POWERS, C. M. The Influence of Abnormal Hip Mechanics on Knee Injury: A Biomechanical Perspective. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 40, n. 2, p. 42–51, 2010.

POWERS, C. M. et al. Patellofemoral Pain: Proximal, Distal, and Local Factors 2nd International Research Retreat. **J Orthop Sports Phys Ther**, v. 42, n. 6, p. 1–55, 2012.

POWERS, C. M. et al. 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. **British Journal of Sports Medicine**, v. 51, n. 24, p. 1713–1723, 2017.

RATHLEFF, M. S. et al. Increased medial foot loading during drop jump in subjects with patellofemoral pain. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 22, n. 10, p. 2301–2307, 2014.

RICE, D. A. et al. Experimental knee pain impairs submaximal force steadiness in isometric, eccentric, and concentric muscle actions. **Arthritis Research and Therapy**, v. 17, n. 1, p. 1–6, 2015.

RICE, D. A. et al. Experimental knee pain impairs joint torque and rate of force development in isometric and isokinetic muscle activation. **European Journal of Applied Physiology**, v. 119, n. 9, p. 2065–2073, 2019.

SILVA, D. DE O. et al. Kinesiophobia, but not strength is associated with altered movement in women with patellofemoral pain. **Gait and Posture**, v. 68, p. 1–5, 2019.

TAN, J. M. et al. Associations of foot and ankle characteristics with knee symptoms and function in individuals with patellofemoral osteoarthritis. **Journal of Foot and Ankle Research**, v. 13, n. 1, p. 1–10, 2020.

VAGNER, M. et al. Isokinetic strength of rotators, flexors and hip extensors is strongly related to front kick dynamics in military professionals. **Journal of Human Kinetics**, v. 68, n. 1, p. 145–155, 2019.

WILLSON, J. D.; ELLIS, E. D.; KERNOZEK, T. W. Plantar loading characteristics during walking in females with and without patellofemoral pain. **Journal of the American Podiatric Medical Association**, v. 105, n. 1, p. 1–7, 2015.

ZAJAC-GAWLAK, I. et al. Physical activity, body composition and general health status of physically active students of the University of the Third Age (U3A). **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v. 64, p. 66–74, 2016.

ZHANG, Z. et al. Characteristics of plantar loads during walking in patients with knee osteoarthritis. **Medical Science Monitor**, v. 23, p. 5714–5719, 2017.