

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA UFTM/UFU**

NATÁLIA CAMIN SILVA

**EFEITOS DO TREINO NEUROMUSCULAR E FORTALECIMENTO DA
MUSCULATURA DO TRONCO E MEMBRO INFERIOR EM MULHERES COM
DISFUNÇÃO FEMOROPATELAR: UM ENSAIO CLÍNICO CONTROLADO,
RANDOMIZADO E CEGO**

**UBERLÂNDIA
2020**

NATÁLIA CAMIN SILVA

**EFEITOS DO TREINO NEUROMUSCULAR E FORTALECIMENTO DA
MUSCULATURA DO TRONCO E MEMBRO INFERIOR EM MULHERES COM
DISFUNÇÃO FEMOROPATELAR: UM ENSAIO CLÍNICO CONTROLADO,
RANDOMIZADO E CEGO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Fisioterapia da Universidade Federal de Uberlândia
e Universidade Federal do Triângulo Mineiro
(UFU/UFTM), como requisito para a obtenção do Título
de Mestre em Fisioterapia.

Linha de Pesquisa: Processo de Avaliação e Intervenção
Fisioterapêutica do Sistema Musculoesquelético

Orientadora: Profa. Dra. Lilian Ramiro Felicio

**UBERLÂNDIA
2020**

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU com
dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

S586	Silva, Natália Camin, 1994-
2020	Efeitos do treino neuromuscular e fortalecimento da musculatura do tronco e membro inferior em mulheres com Disfunção Femoropatelar: Um ensaio clínico controlado, randomizado e cego [recurso eletrônico] / Natália Camin Silva. -2020.
<p>Orientador: Lilian Ramiro Felicio. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Fisioterapia. Modo de acesso: Internet. Disponível em: http://doi.org/10.14393/ufu.di.2019.2556 Inclui bibliografia. Inclui ilustrações.</p>	
<p>1. Fisioterapia. I. Felicio, Lilian Ramiro ,1978-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em Fisioterapia. III. Título.</p>	
CDU: 615.8	

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

Rua Benjamim Constant, 1286 - Bairro Aparecida, Uberlândia-MG, CEP 38400-678

Telefone: (34) 3218-2928 - www.faefi.ufu.br/ppgfisio - secretaria.ppgfisio@faefi.ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Fisioterapia				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, área 21/CAPES, PPGFISIO				
Data:	28/04/2020	Hora de início:	14:00	Hora de encerramento:	17:15
Matrícula do Discente:	11812FST005				
Nome do Discente:	Natália Camin Silva				
Título do Trabalho:	Efeitos do Treino Neuromuscular e Fortalecimento da Musculatura do Tronco e Membro Inferior em Mulheres com Dor Femoropatelar: Um Ensaio Clínico Controlado, Randomizado e Cego				
Área de concentração:	Avaliação e intervenção em fisioterapia				
Linha de pesquisa:	Processo de avaliação e intervenção fisioterapêutica do sistema musculoesquelético				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Avaliação e tratamento fisioterapêuticos nas alterações musculoesqueléticas				

Reuniu-se de forma remota através do MConf RNP, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Fisioterapia, assim composta: Professores Doutores: Débora Bevílaqua-Grossi (USP); Rodrigo de Marche Baldon (Clínica Orthus); Lilian Ramiro Felicio (PPGFISIO/UFU), orientadora da candidata.

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dr(a). Lilian Ramiro Felicio, apresentou a Comissão Examinadora e a candidata, agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(as) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovado(a).

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Rodrigo de Marche Baldon, Usuário Externo**, em 28/04/2020, às 17:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Débora Bevílqua-Grossi, Usuário Externo**, em 28/04/2020, às 17:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Lilian Ramiro Felicio, Professor(a) do Magistério Superior**, em 28/04/2020, às 17:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2001076** e o código CRC **299395A5**.

Aos meus avós, Maria Rafael, Sebastião (in memoriam), Suzana e José Pedro. Vocês são seres de valores, que representam o mais alto escalão de referência familiar. E, principalmente, de amor, humildade e cuidado.

Aos meus pais Paula e Edson, que são baluarte e fortaleza.

Aos meus irmãos, Ana Isabella, João Gabriel e Ana Cristina, que mesmo longe, estamos muito perto.

Amo vocês.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus e Suas incontáveis bênçãos concedidas desde o fôlego de vida.

Aos meus Pais, que trabalharam e abdicaram muitas coisas para que eu pudesse me tornar a mulher que sou e, para que me oferecessem todas as oportunidades possíveis às suas mãos humanas. Até mesmo, acordar as 4:00 horas da manhã para fazer minha marmita ou, assistir de primeira mão, “trocentas” vezes, cada aula e trabalho que havia preparado para ministrar e apresentar – tudo isso, só para me deixar menos nervosa e mais confiante. Funcionou, em partes (rsrs). Vocês são **T U D O** para mim!

À minha família. Madrinhas e Padrinhos. Tias e Tios. Primas e Primos. Cunha e Cunhado. Todos vocês foram, e são suportes. E, muitas vezes, minha válvula de escape. E, em especial, agradeço meu primo Breno, que me emprestou seu humilde e fresco quarto para que eu pudesse fazer uma reunião por videoconferência e, principalmente, apresentar minha Defesa, que também foi por videoconferência.

Ao meu Mozão, que tentou me tranquilizar frente a cada surto. A frase mais falada era “Vai dar certo! No final sempre dá certo!”. Isso não era 100% suficiente para abrandar minhas manifestações somáticas da ansiedade, mas de certa forma, saber que ele estava ali, comigo, apaziguava meu coração. E..não é que deu certo? (Assim espero rsrs).

Aos meus amigos. Em especial, “Família dos Pretinhos” e as “Bugadas” por todo o amparo. Vocês são “pau pra toda obra” (risos). Ademais, à Cibele, por fazer as artes dos pôsteres de divulgação e retocar meus slides sempre que eu pedia com jeitinho (rsrs).

Aos meus parceiros de projeto: Morisa, Manoela e Castro. Este trabalho seria impossível sem o suor e comprometimento de vocês, de segunda à sexta (às vezes sábado, às vezes domingo), chegando super cedo na UFU e indo embora super tarde. Eu sei que não foi fácil conciliar as atividades da pesquisa (coletas, atendimentos, tabulação de dados) com as obrigações de estágios, emprego e até mesmo, ficar mais 6 semestres conectada com a UFU apesar de já ter se formado. “Só quem viveu sabe”. Suzana, apesar de ter trabalhado conosco, você foi a isca para iniciar a chama de interesse na Morisa, e também merece um agradecimento especial neste trabalho.

Às pacientes do projeto que foram voluntárias para a execução desta pesquisa. Sem vocês, todo o meu esforço seria nulo. Ter a oportunidade de conhecer e conviver com vocês por 3 meses – ou mais rs – foi uma experiência única, com vários tipos de sentimentos (risos).

Aos professores das Universidades Federais de Uberlândia (UFU) e Triângulo Mineiro (UFTM). Em especial, à Profa. Dra. Júlia Maria que me acompanhou mais de perto nesses últimos meses; e à minha orientadora Profa. Dra. Lilian Ramiro, por cada suporte, correção e amparo. Obrigada por depositarem grandes expectativas e confiança em mim. Na maioria das vezes, isso foi muito assustador; mas serviu de combustível para alcançar os meus objetivos. Vocês são inspirações no âmbito profissional e docente.

Profa. Dra. Lilian (vulgo Flor), você teve uma importância (direta) tão grande neste trabalho, que seria injusto não escrever um parágrafo sobre nossa história. Assim como eu, você sabe que nossa trajetória é mais antiga do que todos imaginam, e esta começou há aproximadamente 5 anos, quando uma porta bateu na minha cara. Que bom que aquela porta se fechou, e a sua abriu (ainda que nos “45 segundos do segundo tempo” rsrs). O projeto que era para ser um TCC, se transformou em um Mestrado. NADA é por acaso. Deus nos uniu no momento certo, e eu sei que você também pensa desta forma. Obrigada por encarar este enorme desafio de um Ensaio Clínico Randomizado Controlado. Foi uma honra ser pioneiras, juntas, nesse tipo de estudo. Foi muito gostoso crescer por meio de você, com você, e, o mais importante, lado a lado.

Ao Prof. Dr. Marcos Kishi (vulgo “meu fã”), o qual tenho um imenso carinho desde a minha graduação. É importante trazer à tona que quando ele era coordenador, além de me acalmar, me encorajou a trocar o tema do meu TCC em pleno fim de 7º período pra realizar um sonho que estava guardado em mim desde o 3º período da faculdade (época em que comecei a ter dor no joelho e pensei “Quero entender mais. Quero trabalhar com isso! Preciso ajudar outras pessoas!”). Foi um momento especial e decisório na minha carreira.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação e do Laboratório de Avaliação em Biomecânica e Neurociências – LABiN. Foi uma honra me desenvolver intelectualmente, adquirindo conhecimento e senso crítico com vocês.

Aos alunos da graduação, que contribuíram substancialmente para a minha formação como docente, durante cada aula ministrada. Saibam que a troca de conhecimento foi mútua. E foi uma honra – mesmo que por pouco tempo e de forma provisória – fazer parte do corpo de docentes que contribuiu com o crescimento de vocês. Tenho um imenso apreço por cada aluno e turma, em especial, à 16ª a qual tive meu primeiro contato. Tudo foi muito marcante.

Aos parceiros de local de trabalho. Aos seguranças, auxiliares de limpeza do Campus e funcionários da DIASE. Sim. Estes trabalharam em harmonia, para que as minhas atividades acadêmicas fossem executadas da melhor maneira possível.

Aos integrantes das minhas bancas de qualificação e de defesa, Profa. Dra. Débora Bevílaqua-Grossi e Profa. Dra. Vanessa Santos Pereira Baldon e Dr. Rodrigo de Marche Baldon, por cada consideração valiosa realizada ao meu trabalho.

À todos que de alguma forma, cruzaram o meu caminho de forma pessoal, acadêmica ou profissional e mandaram vibrações positivas e/ou orou ao Celeste.

À Universidade Federal de Uberlândia.

E finalmente, e não menos importante, à CAPES pela bolsa de estudos e apoio ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia UFU/UFTM.

Tudo e todo esse processo foi gratificante, embora, houvesse incontáveis barreiras. O importante é que eu venci cada uma delas, e nunca estive sozinha.

Obrigada!

– Mas e se eu cair?
– Sim, mas e se você voar?

(Autor Desconhecido)

RESUMO

A Dor Femoropatelar (DFP) é uma condição musculoesquelética comum, caracterizada pela dor na região da patela, que é exacerbada durante atividades que aumentam a sobrecarga na articulação. Acomete frequentemente mulheres jovens, e sua etiologia é multifatorial e pouco compreendida. A intervenção é prioritariamente conservadora, e tem sido focada na correção dos déficits que esta população frequentemente apresenta, como fraqueza muscular e pobre controle motor. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos adicionais do treino neuromuscular em um tratamento conservador de fortalecimento da musculatura do tronco, quadril e joelho na dor, função e cinemática do tronco, pelve e membros inferiores em mulheres com DFP. Este é um ensaio clínico controlado randomizado cego. Setenta e uma mulheres ativas foram recrutadas e distribuídas aleatoriamente em dois grupos. Ambos foram submetidos a um protocolo de intervenção de 12 semanas: o Grupo de Fortalecimento (GF) realizou exercícios de fortalecimento para os músculos do tronco, quadril e joelho; enquanto o Grupo de Treinamento Neuromuscular (GTNM) recebeu o mesmo tratamento, com inclusão de exercícios de treinamento neuromuscular na 4^a semana. Os desfechos primários foram intensidade da dor (Visual Analogue Scale: no último mês, agachamento 90° e *step* de 26 cm durante 1 minuto), capacidade funcional (*Anterior Knee Pain Scale* e *Activities of Daily Living Scale*) e cinemática 2D do tronco, pelve e membro inferior durante o agachamento unilateral. Os desfechos secundários foram força muscular isométrica do membro inferior, e o nível de satisfação. Os efeitos de tratamento foram calculados usando ANOVA two-way medidas repetidas, seguida de post-hoc de Bonferroni. Todos os desfechos foram avaliados após 12 semanas de tratamento. Ambos grupos melhoraram de forma clínica e significativa a intensidade da dor e função ao fim de 12 semanas de intervenção. Mas não houve diferença significativa entre os grupos em todos os desfechos. Logo, concluímos que a adição do treino neuromuscular não produz melhorias superiores na dor, função, cinemática e força muscular quando comparado ao grupo que realizou fortalecimento isolado.

Palavras-chave: Dor femoropatelar. Fortalecimento muscular. Treino Sensório Motor. Cinemática. Quadril e joelho.

ABSTRACT

Patellofemoral Pain (DFP) is a common musculoskeletal condition, characterized by pain in the patella region, which is exacerbated during activities that increase joint overload. It often affects young women, and its etiology is multifactorial and poorly understood. The intervention is primarily conservative, and has been focused on correcting the deficits that this population often presents, such as muscle weakness and poor motor control. The aim of this study was to evaluate the additional effects of neuromuscular training in a conservative treatment to strengthen the trunk, hip and knee muscles in the pain, function and kinematics of the trunk, pelvis and lower limbs in women with DFP. This is a blind randomized controlled clinical trial. Seventy-one active women were recruited and randomly distributed into two groups. Both were submitted to a 12-week intervention protocol: Strengthening Group (SG) performed strengthening exercises for the trunk, hip and knee muscles; while Neuromuscular Training Group (NMTG) received the same treatment, including neuromuscular training exercises in the 4th week. The primary outcomes were pain intensity (Visual Analogue Scale: in the last month, squat 90° and 26 cm step for 1 minute), functional capacity (Anterior Knee Pain Scale and Activities of Daily Living Scale) and 2D kinematics of the trunk, pelvis and lower limb during unilateral squat. The secondary outcome was isometric muscle strength of the lower limb, and the level of satisfaction. Treatment effects were calculated using ANOVA two-way repeated measures, and then Bonferroni's post-hoc. All outcomes were assessed after 12 weeks of treatment. Both groups improved clinically and significantly the intensity of pain and function after 12 weeks of intervention. But there was no significant difference between groups in all outcomes. Therefore, we conclude that the addition of neuromuscular training does not produce superior improvements in pain, function, kinematics and muscle strength when compared to the group that performed isolated strengthening.

Keywords: Patellofemoral pain. Muscle Strength. Sensory Motor Training. Kinematics. Hip and Knee.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fluxograma do Estudo.....	69
--------------------------------------	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Questionário qualitativo do nível de satisfação do paciente.....	70
Tabela 2 – Características antropométricas e aspectos de dor.....	70
Tabela 2 – Medidas de resultado primário.....	71
Tabela 4 – Medidas de resultado secundário.....	72

LISTA DE SIGLAS

ADM	Amplitude de Movimento
APPF	Ângulo de Projeção do Plano Frontal
APPFj	Ângulo de Projeção do Plano Frontal do Joelho
APPFp	Ângulo de Projeção do Plano Frontal da Pelve
APPFt	Ângulo de Projeção do Plano Frontal do Tronco
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
DFP	Dor Femoropatelar
DFt	Dorsiflexão do tornozelo
DMCI	Diferença mínima Clinicamente Importante
EAVD	Escala de Atividade de Vida Diária (<i>Activities of Daily Living Scale</i>)
ECR	Ensaio Clínico Randomizado
EDAJ	Escala para Dor Anterior do Joelho (<i>Anterior Knee Pain Scale</i> ou Kujala)
EIASi	Espinha Ilíaca Antero Superior ipsilateral
ES	<i>Effect Size</i> (Tamanho de Efeito)
EVA	Escala Visual Analógica
EVN	Escala Visual Numérica
FIQ	<i>Functional Index Questionnaire</i>
Ft	Flexão de Tronco
Fq	Flexão de Quadril
Fj	Flexão de Joelho
GF	Grupo de Fortalecimento
GTNM	Grupo de Treinamento Neuromuscular
IC	Intervalo de Confiança
ICC	Índice de Correlação Intraclasse
IMC	Índice de Massa Corporal
IPAQ	Questionário Internacional de Atividade Física
JOSPT	<i>Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy</i>
KOOS-PF	<i>Knee and Osteoarthritis Outcome Score Patellofemoral</i>
LaBiN	Laboratório de Avaliação em Biomecânica e Neurociências
LEFS	<i>Lower Extremity Functional Scale</i>
MMD	Mudança Mínima Detectável
OA	Osteoartrite

OAPF	Osteoartrite Patelofemoral
REBEC	Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos
SHT	<i>Single Hop Test</i>
SLL	<i>Single Leg Landing</i>
SLS	<i>Single Leg Squat</i>
SLTHT	<i>Single Leg Triple Hop Test</i>
SNC	Sistema Nervoso Central
TCLE	Termo de Consentimento Livre Esclarecido
VMO	Vasto medial obliquo

SUMÁRIO

1. REVISÃO DA LITERATURA.....	18
1.1. DISFUNÇÃO FEMOROPATELAR.....	18
1.1.1. Epidemiologia.....	19
1.1.2. Etiologia.....	19
1.2. AVALIAÇÃO FISIOTERAPÉUTICA.....	21
1.3. CONTROLE MOTOR.....	24
1.3.1. Aprendizado motor.....	24
1.3.2. Treino neuromuscular.....	25
1.4. TRATAMENTO.....	26
REFERÊNCIAS.....	29
2. ARTIGO.....	43
2.1. ARTIGO COMPLETO.....	44
2.1.1. Introdução.....	48
2.1.2. Métodos.....	49
2.1.2.1. <i>Desenho do Estudo</i>	49
2.1.2.2. <i>Participantes</i>	50
2.1.2.3. <i>Intervenção/Controle</i>	51
2.1.2.4. <i>Desfechos</i>	52
2.1.2.4.1. Dor.....	52
2.1.2.4.2. Função.....	53
2.1.2.4.3. Cinemática.....	53
2.1.2.4.4. Força Muscular.....	55
2.1.2.4.5. Nível de Satisfação.....	55
2.1.3. Análise de Dados.....	55
2.1.4. Resultados.....	56
2.1.4.1. <i>Desfechos Primários</i>	57
2.1.4.2. <i>Desfechos Secundários</i>	58
2.1.5. Discussão.....	59
2.1.6. Conclusão.....	62
REFERÊNCIAS.....	63
APÊNDICE – Artigo Protocolo.....	73
ANEXOS A e B – Escala de Atividade de Vida Diária e Kujala.....	84

1. REVISÃO DA LITERATURA

1.1. DISFUNÇÃO FEMOROPATELAR

De acordo com o “*4th International Patellofemoral Pain Research*”(2016)¹, “Dor Femoropatelar” (DFP) é a terminologia mais adequada para a disfunção musculoesquelética que será abordada neste trabalho.

A DFP é uma alteração musculoesquelética comum no joelho, caracterizada pela dor difusa e intermitente na região anterior, posterior e/ou ao redor da patela, sendo esta intensificada durante atividades que aumentam as forças compressivas na articulação femoropatelar, como: correr, saltar, subir e descer escadas, agachamentos profundos e permanecer sentado por muito tempo^{1,2}. Frequentemente, os sinais e sintomas relatados envolvem, crepitação, dor à palpação medial e/ou lateral da patela e o derrame articular¹.

Outrossim, a dor ocasionada pela DFP pode levar a limitações funcionais, e estas podem ser tão relevantes a ponto de se tornar uma restrição na participação social e na prática de atividade física^{1,3,4} e, muitas vezes, também interferem nas práticas esportivas^{1,3}. É importante ressaltar que esta redução ou a interrupção na realização de atividade física ou esporte em decorrência da dor, pode talvez, levar ao ganho de peso e consequentemente acrescentar mais sobrecarga à articulação do joelho, o que pode resultar em aumento ou perpetuação do quadro doloroso e, assim sendo, desencorajar ainda mais a prática da atividade física⁵.

Segundo Hart et al. (2016)⁶, adultos com DFP apresentam maior índice de massa corporal (IMC) em comparação com indivíduos saudáveis⁶, sendo este, um fator que contribui para o desenvolvimento da osteoartrite (OA) de joelho^{7,8}. E, embora ainda não exista estudos que tenham analisado prospectivamente indivíduos com DFP até o desenvolvimento da osteoartrite patelofemoral (OAPF), acredita-se que a DFP seja um dos precursores da OAPF^{1,9,10}. No entanto, estudos longitudinais prospectivos são necessários para confirmar esta relação.

A DFP não é mais considerada uma condição autolimitante¹¹. Pois, em se tratar do prognóstico a longo prazo, cerca de 94% dos pacientes apresentaram sintomatologia de dor até 4 anos após seu início insidioso¹² e, destes indivíduos, 78% ainda relataram sintomas significativos até 20 anos após primeiro episódio¹³.

E, segundo Lankhorst et al. (2016)¹⁴, 57% dos indivíduos com DFP relataram resultado desfavorável 1 ano após a reabilitação, e destes, 74,1% ainda relataram resultados desfavoráveis após 5-8 anos. Ademais, estes autores¹⁴ observaram que uma maior duração da dor (>12 meses)

e menor pontuação na Escala para Dor Anterior do Joelho (EDAJ ou Kujala)¹⁵, são fatores preditores de mau prognóstico da DFP, e estes indicam pior intensidade da dor e severidade dos sintomas a longo prazo(14). Logo, de certa forma, a qualidade de vida desta população encontra-se reduzida¹⁶.

1.1.1. EPIDEMIOLOGIA

Apesar da existência de poucos estudos epidemiológicos nesta condição, sabe-se que a incidência da DFP é alta¹⁷, e afeta 1 indivíduo a cada 10 na população geral¹⁸. Sua prevalência corresponde a quase 23% em adultos¹⁷.

A DFP acomete frequentemente a população em geral, indivíduos sedentários, fisicamente ativos e com altos níveis de atividade física^{17,19}, sendo mais comum em adultos jovens com idade entre 18 e 35 anos¹⁹. E, em relação ao gênero, mulheres são duas vezes mais afetadas do que homens^{17,20}.

1.1.2. ETIOLOGIA

Embora a DFP seja uma condição frequente na população, sua etiologia é complexa e pouco definida visto a escassez de estudos prospectivos e heterogeneidade das populações investigadas¹⁸. Grande parte da literatura com pacientes de DFP, são retrospectivos, dessa forma, estes não trazem informação quanto aos fatores causais²¹.

Apesar da escassez da literatura prospectiva, sabe-se que sua etiologia é multifatorial^{11,22,23,24,25}. Sendo que, os fatores mais aceitos relacionados a este acometimento são classificados como proximal, local e distal ao joelho^{22,23}.

Os fatores proximais são os relacionados com a musculatura do tronco e quadril; enquanto os fatores locais, são os relacionados com a articulação do joelho e os tecidos ao redor desta articulação; já os fatores distais, à articulação do pé e tornozelo²². E, de forma geral, esses fatores englobam tanto condições biomecânicas quanto funções musculares que estão associados ao aumento do estresse à articulação femoropatelar^{1,25}.

A presença de déficits na força e controle neuromuscular do tronco e quadril podem afetar a cinemática do membro inferior e prejudicar a estabilidade dinâmica do joelho^{26,27} podendo atuar como fator de risco para desenvolver lesões musculoesqueléticas de membros

inferiores^{26,27,28} incluindo DFP. Estudos indicam que indivíduos com DFP apresentam força e controle neuromuscular do tronco alterados^{29,30,31,32,33}.

Ainda em relação a fatores proximais, revisões sistemáticas com meta-análise de estudos prospectivos^{18,34}, sugerem que há evidências de nível moderado^{18,34} a forte³⁴, que a fraqueza isométrica dos músculos posterolaterais (abdutores, rotadores laterais e extensores do quadril) não são fatores de risco para o DFP^{18,34}. Entretanto, é importante ressaltar que os estudos analisados, por ambas revisões sistemáticas, foram feitos em populações extremamente ativas, sendo atletas femininas com idade entre 14 a 18 anos^{35,36}; e corredoras recreacionais adultas³⁷, ou seja, em uma população bem específica. E, além disso, eles não fizeram análise associativa entre fraqueza do quadril com outros fatores para observar se aumentava a chance de desenvolver DFP.

Rathleff et al. (2014)³⁴ constataram que a redução da força destes músculos só se manifestou após o surgimento da disfunção, o que está de acordo com estudos que indicam que os pacientes com DFP apresentam fraqueza e déficit do controle motor dos músculos posterolaterais, quando comparado a indivíduos saudáveis^{38,39,40}.

Outro aspecto a ser ressaltado, relacionado as alterações nas regiões proximais, é o valgo dinâmico excessivo^{31,41,42,43,44,45,46}, o que produziria um aumento na ação de forças laterais sobre a patela e consequentemente, uma sobrecarga anormal desta articulação^{47,48}, o que torna o valgo dinâmico um fator de risco local para a contribuição/perpetuação da DFP em corredores^{49,50} e mulheres adolescentes atletas de basquete pré temporada⁵¹. E, segundo Nakagawa et al. (2013)⁵², o valgo dinâmico do joelho, a adução máxima e a rotação interna do quadril agem como preditores de dor na articulação patelofemoral e interferem na funcionalidade no joelho em indivíduos com DFP.

Ainda em relação aos fatores locais, a fraqueza do músculo quadríceps, é um forte fator de risco para desenvolver DFP^{18,53}. Estudos apontam que o torque⁵⁴, volume total⁵⁴ e área de secção transversa do quadríceps^{54,55} encontram-se reduzidos em mulheres com DFP em comparação com seu membro contralateral assintomático⁵⁴ e mulheres saudáveis⁵⁵. Além disso, Witvrouw et al. (2000)⁵⁶ observaram que a flexibilidade reduzida do quadríceps se configura um fator de risco da DFP. Entretanto, estudos prospectivos adicionais que avaliem a associação entre rigidez muscular e o desenvolvimento da DFP são necessários para entender melhor este aspecto^{21,25}.

Levando em consideração os fatores distais, a eversão excessiva do retropé (articulação subtalar), induz a rotação interna da tibia⁵⁷ e do fêmur^{57,58}, que associadas, poderiam colaborar

para o aumento do valgo dinâmico^{25,57,58}, especialmente em atividades excêntricas para o músculo quadríceps. Sendo então, a pronação subtalar excessiva, um fator de risco para o desenvolvimento ou agravamento da DFP^{59,60}, quando associado a outros fatores etiológicos⁶⁰. Ademais, a redução da amplitude de movimento (ADM) de dorsiflexão do tornozelo parece estar associada ao aumento do valgo dinâmico do joelho^{61,62}. Isso acontece porque a presença de limitação na ADM de dorsiflexão restringe a translação anterior da tibia sobre o pé fixo durante atividades dinâmicas, o que desencadeia movimentos compensatórios nos planos frontal ou transverso^{61,62}. Contudo, mais pesquisas são necessárias para verificar se esta condição se caracteriza em um preditor de valgo dinâmico do joelho, ou um fator de risco para desenvolver DFP⁶¹.

É importante destacar que, aproximadamente 52% das mulheres com DFP apresentam pelo menos duas alterações cinemáticas (proximal + local; local + distal; ou proximal + distal)⁶³, e 48% apresentam três alterações cinemáticas (proximal + local + distal) de membro inferior⁶³. Além disso, o número de alterações cinemáticas presentes se correlaciona fortemente com a dor ($r = 0,78$) e função ($r = -0,79$)⁶³. Isso significa que, quanto mais alterações cinemáticas o indivíduo possuir, maior será a intensidade da sua dor e pior seria o seu desempenho funcional⁶³.

E, além disso, Selfe et al. (2016)⁶⁴ observaram que a fraqueza do quadríceps e do quadril estavam presentes, respectivamente, em 98,4% e 88,2% dos pacientes com DFP; a pronação do pé em 33,9%, e 27,6% apresentavam encurtamento muscular do membro inferior (reto femoral e/ou isquiotibiais)⁶⁴.

Em conclusão, indivíduos com DFP apresentam alterações nas regiões proximais, locais e distais do membro inferior, isoladas ou de forma combinada. E é de suma importância que a intervenção foque a correção destas disfunções. Sendo assim, a avaliação fisioterapêutica deve nortear a conduta do fisioterapeuta.

1.2. AVALIAÇÃO FISIOTERAPÊUTICA

A avaliação fisioterapêutica é essencial para realizar o diagnóstico diferencial da DFP^{1,65} e identificar as disfunções presentes nesta população, sendo o exame clínico, a parte fundamental^{1,65}. Em relação ao exame clínico fisioterapêutico, não existe teste ou grupo de testes clínicos capazes de diagnosticar a DFP⁶⁶. Todavia, as Diretrizes para a Prática Clínica da DFP¹¹, recomendam que o diagnóstico deva ser realizado utilizando os seguintes critérios: (1)

presença de dor anterior/retro/peripatelar; (2) reprodução de dor anterior/retro/peripatelar durante o agachamento, subida/descida de escadas ou demais atividades funcionais que sobrecarregam a articulação do joelho; (3) exclusão de todas as outras condições que podem ocasionar dor no joelho, dos quais, tendinopatia patelar, subluxação/luxação patelar, Osgood-Schlatter, dentre outras condições.

Porém, tendo em vista sua etiologia multifatorial e que diversas alterações poderiam estar presentes, tem-se uma ampla variedade de instrumentos e aspectos a serem abordados.

A utilização de instrumentos de medidas apropriados é imprescindível para a detecção dos déficits, para auxiliar o clínico na tomada de decisões corretas, e auxiliar na supervisão eficaz da resposta do paciente ao tratamento. E dessa forma, estes instrumentos também devem ser capazes de identificar a melhora e/ou piora da condição do paciente no decorrer do tratamento^{67,68}. Vários instrumentos de medida têm sido utilizados em estudos de intervenção em pacientes com DFP, e abrange de forma geral, a realização da avaliação da força muscular, aplicação de escalas de dor, questionários e testes funcionais^{69,70,71,72}.

O dinamômetro isométrico manual (marca *Lafayette Instrument Company*) é um instrumento amplamente usado para mensurar a força muscular^{41,69,73,74}. Este apresenta validade, além de possuir boa a excelente confiabilidade intra e inter-examinadores^{74,75}. Os valores de referência em newtons (N) da força muscular dos extensores de joelho e abdutores de quadril em mulheres saudáveis com 20-29 anos são de $467.3 \pm 88.8\text{N}$ e $193.5 \pm 37.6\text{N}$ ⁷⁶. Enquanto os valores de referência da força muscular dos abdutores, adutores, rotadores laterais, roladores internos, flexores e extensores de quadril nesta mesma população, são 16.85%, 16.89%, 17.09%, 23.82%, 38.54% e 27.04%⁷⁷ respectivamente. Esses valores expressos em porcentagem correspondem à média de força isométrica em relação ao peso corporal, calculado pela seguinte fórmula:

$$\frac{\text{média da força isométrica (N)}}{\text{peso corporal (m * g)}} * 100$$

Escala Visual Analógica (EVA) e Escala Visual Numérica (EVN) são escalas que avaliam a intensidade da dor, e estas têm se demonstrado responsivas, sensíveis e válidas na população com DFP^{67,78,79}. Já se encontram traduzidas e adaptadas para a população brasileira com DFP⁷⁹. A diferença mínima clinicamente importante (DMCI) do EVA e EVN equivale, respectivamente, à redução de pelo menos 2 cm, e 1 ponto na escala^{67,80}. Ambas escalas

apresentam uso de baixo custo, fácil compreensão, fácil aplicabilidade e demandam pouco tempo para sua administração.

Em se tratar da avaliação funcional, esta é importante para determinar o impacto da lesão nas atividades da vida diária, de lazer ou desportiva do paciente, e podem ser avaliados por meio de questionários e até mesmo por reprodução de movimentos de queixa ou de gestual esportivo. Estes testes avaliam a função do membro inferior sob condições que reproduzam/imitam as demandas funcionais reais⁸¹, e podem indicar o grau de comprometimento funcional e de eficiência do tratamento proposto.

A Escala de Atividade de Vida Diária (EAVD)⁸² (ANEXO A) e a Escala para Dor Anterior do Joelho (EDAJ)¹⁵ (ANEXO B) são instrumentos de autorrelato comumente utilizados para avaliação do nível de sintomas e/ou incapacidade funcional de indivíduos com DFP frente a atividades de vida diária. Estes questionários são específicos para os pacientes com DFP^{15,82}. Já se encontram traduzidos e adaptados culturalmente para a nação brasileira, e ambos são considerados medidas confiáveis, responsivas e válidas para a população com DFP^{79,83,84}. A pontuação das escalas variam de 0 a 100, sendo que, quanto maior o score, maior será o nível de função com menores níveis de dor. Em relação a diferença mínima clinicamente importante (DMCI) do EAVD equivale ao aumento de pelo menos 7 pontos na pontuação do questionário⁸⁵; a DMCI do EDAJ tem sido relatada em 8 a 10 pontos⁶⁷ e sua mudança mínima detectável (MMD) corresponde a 13 pontos⁸⁶, logo, para ser considerado uma mudança real e clinicamente importante, considera-se valores superiores a 13 pontos. Outros questionários, como o *Knee and Osteoarthritis Outcome Score Patellofemoral (KOOS-PF)*^{87,88,89}, *Functional Index Questionnaire (FIQ)*^{90,91}, *Lower Extremity Functional Scale (LEFS)*^{70,71,72} também são utilizados pela literatura em indivíduos com DFP.

Os testes funcionais específicos para DFP devem abranger estresse femoropatelar em diferentes graus de flexão do joelho, já que são posições desencadeadoras e agravantes comuns da dor e, exigem controle neuromuscular⁹². O desempenho dos indivíduos nestes testes poderá acrescentar informações sobre força muscular, resistência, equilíbrio e propriocepção, bem como o padrão cinemático⁸¹. O *Single Leg Squat* é um teste funcional frequentemente empregado nesta população, e este é capaz de avaliar e detectar tanto as alterações cinemáticas que estes indivíduos apresentam, quanto a melhoria clínica na qualidade do movimento após o tratamento^{45,46,72}. Outros testes funcionais amplamente utilizados são: *Single Hop Test*^{70,71}, *Single Leg Triple Hop Test (SLTHT)*^{43,44,72}, *Single Leg Landing (SLL)*⁴⁵ e *Step Down Test*^{93,94,95}.

1.3. CONTROLE MOTOR

Para falar sobre o tratamento, bem como o treino neuromuscular, é necessário conhecer e entender melhor alguns conceitos. Conforme Shumway-Cook e Woollacott (2010, p. 4)⁹⁶, “O controle motor, é definido como a habilidade de regular ou direcionar os mecanismos essenciais do movimento”. Ou seja, o controle motor abrange aspectos de organização do sistema nervoso central (SNC) referente a ativação da musculatura para movimentar corretamente as articulações; bem como o controle e coordenação do movimento⁹⁶.

Levando isto em consideração, Shumway-Cook e Woollacott (2010, p. 45)⁹⁶ relatam que “o movimento emerge da interação de três fatores: o indivíduo, a tarefa e o meio ambiente” – dentre os fatores do próprio indivíduo, encontram-se os sistemas somatossensoriais⁹⁶, motores⁹⁶, cognitivos⁹⁶, visuais⁹⁷ e vestibulares⁹⁷. E, é importante salientar que, as ações motoras harmonizadas e adaptadas, demandam de informações intactas e bem integradas de todos os sistemas citados anteriormente, incluindo a informação sensorial derivada da propriocepção⁹⁷.

Ademais, podemos dizer que as exigências da tarefa e o meio ambiente, no qual o indivíduo está realizando suas atividades funcionais, poderão regular/moldar o movimento a ser realizado pelo indivíduo, e o inverso também acontece⁹⁶.

1.3.1. Aprendizado Motor

Conforme Shumway-Cook e Woollacott (2010, p. 22)⁹⁶, “o aprendizado motor é a aquisição e/ou modificação do movimento”. Além disso, estes mesmos autores dizem que o aprendizado motor é uma mudança relativamente permanente no comportamento motor, conforme as experiências anteriores, ocorrida em virtude de prática, e inferida por meio de desempenho⁹⁶.

Existem várias teorias que explicam como funciona o aprendizado motor. Mas de forma geral, esse processo de aprendizado resulta da prática ou da experiência, além da interação entre o indivíduo, a tarefa e meio ambiente⁹⁶.

O Sistema Nervoso Central (SNC) possui um programa motor generalizado. Este programa motor possui as regras “para criar padrões espacial e temporal de atividade muscular necessária para executar um determinado movimento” (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010, p. 29)⁹⁶. Em outras palavras, esse programa possui regras básicas para

a execução de movimentos; e desta forma, sabe exatamente quais músculos ativar e quando ativá-los para movimentar determinadas articulações e executar uma determinada tarefa. Sendo assim, a cada nova tarefa realizada, ou a cada movimento realizado em diferentes ambientes, direções ou condições, novas informações são agregadas neste programa motor para refinar tais regras. Baseado nesta teoria, “o aprendizado consiste em um processo contínuo de atualização e reconvoação dos esquemas com cada movimento que é realizado” (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010, p. 30)⁹⁶.

Além disso, durante a prática de uma tarefa, o sistema nervoso central procura constantemente, “estratégias ideais para resolver a tarefa, considerando as suas restrições” e/ou dificuldades, com o objetivo de “selecionar os movimentos ideais ou mais eficientes para a tarefa” (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010, p. 31)⁹⁶.

Os estímulos sensoriais do movimento exercem papel importante, tanto para o controle do movimento, quanto para o processo de aprendizado motor⁹⁶. O feedback sensorial do movimento envia informações para o sistema nervoso, que faz detecções e correções do movimento incorreto, a todo o instante⁹⁶. A partir disso, a prática contínua de determinada tarefa, irá modular a precisão do movimento de forma gradativa. Isso significa que, quanto mais a tarefa for praticada, mais preciso ficará o movimento, e melhor será o aprendizado motor⁹⁶.

Em condições de dor (aguda ou crônica), edema e trauma⁹⁷, os estímulos sensoriais – provenientes da propriocepção, podem estar alterados e comprometidos, à níveis central e periférico do SNC. Desta forma, podem prejudicar o *feedback, feedforward* e o controle motor⁹⁷.

Portanto, levando em consideração o quadro clínico dos indivíduos com DFP, condutas voltadas para a propriocepção e controle motor são importantes para a reabilitação destes pacientes.

1.3.2. Treino neuromuscular

Embora todo e qualquer exercício ativo – seja ele, em cadeia cinética aberta ou fechada – estimule os proprioceptores, cada tipo de exercício pode promover diferentes adaptações fisiológicas e físicas⁹⁸.

O treino neuromuscular – também conhecido como treino sensório-motor, é uma técnica baseada em exercícios focados no controle motor, pois engloba exercícios que exigem maior força, coordenação e equilíbrio, e de certa forma, é o mais adequado para o aperfeiçoamento desta condição. O controle neuromuscular, nada mais é que, a resposta eferente (motora) à

informação sensorial⁹⁹. Sendo assim, esta resposta motora precisa ser controlada e coordenada.

Este treino possui 3 estágios⁹⁹, com graus de complexidade crescente, em variadas condições de ambiente⁹⁹, sendo que os exercícios precisam, preferencialmente, reproduzir as demandas funcionais e/ou esportivas de cada indivíduo a ser reabilitado¹⁰⁰. Desta forma, é necessário que tais exercícios sejam capazes de desafiar o equilíbrio, tal qual a estabilidade estática e principalmente dinâmica.

O primeiro estágio, é denominado “Estabilização Estática”⁹⁹. Nesta fase, o movimento articular é mínimo e a contração é predominantemente isométrica⁹⁹. O segundo estágio, é denominado de “Estabilização de Transição”⁹⁹. Nesta fase, a atividade muscular isométrica é substituída por contrações dinâmicas ao longo de toda a amplitude de movimento funcional disponível, por meio de exercícios de baixo impacto. Enquanto no terceiro estágio, nomeado “Estabilização Dinâmica”⁹⁹, os exercícios são de alto impacto e balística, no qual se baseiam em ciclos de alongamento-encurtamento, como os exercícios pliométricos.

O grau de complexidade dos exercícios pode ser progredido de diferentes formas¹⁰⁰, alterando, dos quais: o tipo de apoio (bipodal para unipodal), o tipo de solo/superfície (estável para instável), a velocidade (lenta para rápida), a força necessária (pouca força para muita força), alterando a presença da informação visual (olhos fechados) e/ou acrescentando algum estímulo externo¹⁰⁰. Sendo assim, diferentes estímulos com desafios diferentes ampliam a capacidade do paciente em melhorar o controle motor, levando ao aprendizado processual⁹⁶. Ou seja, o movimento se torna automático, como um hábito, sem necessidade de consciência ou atenção⁹⁶.

1.4. TRATAMENTO

Em função da complexidade dos fatores etiológicos da DFP, seu tratamento também é complexo, sendo que a literatura ressalta diversas intervenções, desde cirúrgicas a conservadoras, sendo esta última, a melhor indicação²¹.

As intervenções conservadoras, devem ser multimodais, comumente compostas por educação do paciente, intervenções ativas e passivas^{11,24,101} e, o tratamento deve ser focado para corrigir os déficits de força, controle motor e cinemática desta população.

Por um tempo acreditou-se que a intervenção baseada no fortalecimento isolado do quadríceps, com especial atenção ao vasto medial oblíquo (VMO), seria capaz de reduzir a dor e melhorar a função^{102,103,104,105,106}. Entretanto, Syme et al. (2009)¹⁰⁶ apontaram que o exercício

com foco no VMO não produz nenhuma melhora adicional sobre o exercício geral do quadríceps.

Mascal et al. (2003)¹⁰⁷, em uma série de casos, foram os primeiros autores a analisar os efeitos do fortalecimento do tronco e quadril. Ao aplicar o protocolo durante 14 semanas em duas mulheres com DFP que apresentavam fraqueza dos músculos do quadril e cinemática alterada do quadril e joelho, os autores observaram que ambas demonstraram, após a intervenção, maior força de quadríceps e posterolaterais do quadril além da melhora na cinemática, reduzindo o valgo dinâmico. Esses resultados proveram uma base prévia para a relevância do fortalecimento do tronco e quadril nesses indivíduos.

A partir disso, vários estudos investigaram a influência do fortalecimento proximal (tronco^{70,108} e/ou quadril^{70,71,72,108,109,110}) em indivíduos com DFP, e identificaram que, os protocolos de exercício que enfatizavam o fortalecimento dos músculos do quadril e joelho, geraram melhorias superiores na dor e função em comparação com exercícios que focaram apenas o fortalecimento da musculatura do joelho^{109,110,111,112}. E esses resultados foram mantidos por 3^{109,112}, 6 e 12 meses após a intervenção^{70,110,112}.

O feedback visual e verbal tem sido implementado aos protocolos de tratamento conservador da DFP. Estudos indicam que tais feedbacks, quando realizados em tempo real para o treinamento da marcha em corredores recreacionais por um período de 4 semanas, conseguiu reduzir significativamente o pico de adução femoral^{113,114} e queda pélvica¹¹⁰ na fase de apoio durante a corrida. Além disso, houve melhora significativa e clinicamente relevante na dor^{113, 114} e função¹¹⁴. Isto realça a importância da presença do feedback verbal e visual durante a execução dos exercícios.

A integração do treino neuromuscular no tratamento destes pacientes tem sido pouco estudado^{72,73,107} e não há evidências consideráveis sobre os efeitos desta intervenção em indivíduos com DFP, mas se configura uma necessidade, frente ao quadro clínico destes indivíduos. Apenas um ensaio clínico⁷³ foi encontrado, sendo que os autores avaliaram o efeito adicional do treino neuromuscular ao protocolo de fortalecimento (quadril e joelho), e constataram que não existe melhora significativa na dor, função, cinemática e força muscular do membro inferior. Entretanto, estes resultados podem ter sido influenciados pelo pequeno tamanho da amostra, curto período de intervenção e treino de controle motor pouco desafiador^{73,95}. Em vista disso, o papel adicional do treino neuromuscular ao protocolo de fortalecimento ainda permanece obscuro e faz-se necessário a realização de mais estudos que analisem seus efeitos como componente adicional ao protocolo de fortalecimento.

Dessa forma, é importante entendermos qual o melhor protocolo de tratamento, para esta população.

REFERÊNCIAS

1. 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 measures. **British Journal of Sports Medicine**, [S. l.], v. 50, n. 14, p. 839-843, mai. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096384>. Disponível em: <https://bjsm.bmjjournals.com/content/50/14/839>. Acesso em: jan 2019.
2. WITVROUW, E. *et al.* Patellofemoral pain: Consensus treatment from the 3rd International Patellofemoral Pain Research Retreat held in Vancouver, September 2013. **British Journal of Sports Medicine**, [S. l.], v. 48, n. 6, p. 411-414, jan. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093450>. Disponível em: <https://bjsm.bmjjournals.com/content/48/6/411.short>. Acesso em: jan. 2019.
3. RATHLEFF, M. S. *et al.* Is knee pain during adolescence a self-limiting condition? Prognosis of patellofemoral pain and other types of knee pain. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 44, n. 5, p. 1165-1171, jan. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1177/0363546515622456>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0363546515622456>. Acesso em: jan. 2019.
4. GLAVIANO, N. R.; BAELLOW, A.; SALIBA, S. Physical activity levels in individuals with and without patellofemoral pain. **Physical Therapy in Sport**, v. 27, p. 12-16, set. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2017.07.002>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1466853X17301530>. Acesso em: fev. 2019.
5. CROSSLEY, K. M.; CALLAGHAN, M. J.; VAN LINSCHOTEN, R. Patellofemoral pain. **British Journal of Sports Medicine**, v. 50, n. 4, p. 247-250, jan. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-h3939rep>. Disponível em: <https://bjsm.bmjjournals.com/content/50/4/247.abstract>. Acesso em: março. 2019.
6. HART, H. F. *et al.* Is body mass index associated with patellofemoral pain and patellofemoral osteoarthritis? A systematic review and meta-regression and analysis. **British Journal of Sports Medicine**, v. 51, n. 10, p. 781-790, maio. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096768>. Disponível em: <https://bjsm.bmjjournals.com/content/51/10/781.short>. Acesso em: maio. 2019.
7. MISRA, D. *et al.* Risk of knee osteoarthritis with obesity, sarcopenic obesity, and sarcopenia. **Arthritis & Rheumatology**, v. 71, n. 2, p. 232-237, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1002/art.40692> Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6374038/#R1>. Acesso em: março 2020
8. SILVERWOOD, V. *et al.* Current evidence on risk factors for knee osteoarthritis in older adults: a systematic review and meta-analysis. **Osteoarthritis and Cartilage**, v. 23, n. 4, p. 507-515, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joca.2014.11.019>. Disponível em: [https://www.oarsijournal.com/article/S1063-4584\(14\)01342-9/fulltext](https://www.oarsijournal.com/article/S1063-4584(14)01342-9/fulltext). Acesso em: março 2020.

9. THOMAS, M. J. *et al.* Anterior knee pain in younger adults as a precursor to subsequent patellofemoral osteoarthritis: a systematic review. **BMC Musculoskeletal Disorders**. v. 11, n. 1, p. 201, set. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1186/1471-2474-11-201>. Disponível em: <https://bmcmusculoskeletdisord.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2474-11-201>. Acesso em: maio. 2019.
10. CROSSLEY, K. M. Is patellofemoral osteoarthritis a common sequela of patellofemoral pain? **British Journal of Sports Medicine**. v. 48, n.6, p. 409–410, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093445>. Disponível em: <https://bjsm.bmjjournals.com/content/48/6/409.short>. Acesso em: fev. 2019.
11. WILLY, R. W. et al. Patellofemoral pain: Clinical practice guidelines linked to the international classification of functioning, disability and health from the Academy of Orthopaedic Physical Therapy of the American Physical Therapy Association. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**. v. 49, n. 9, p. CPG1-CPG95, set. 2019. DOI: <https://doi.org/10.2519/jospt.2019.0302>. Disponível em: <https://www.jospt.org/doi/full/10.2519/jospt.2019.0302>. Acesso em: set. 2019.
12. SANDOW, M. J.; GOODFELLOW, J. W. The natural history of anterior knee pain in adolescents. **The Journal of Bone Joint Surgery**. v. 67, n. 1, p. 36-38, 1985. DOI: <https://doi.org/10.1302/0301-620X.67B1.3968140>. Diponível em: [https://doi.org/10.1016/S0022-3468\(86\)80490-0](https://doi.org/10.1016/S0022-3468(86)80490-0). Acesso em: set. 2019.
13. NIMON, G. *et al.* Natural history of anterior knee pain: a 14-to 20-year follow-up of nonoperative management. **Journal of Pediatric Orthopaedics**. v. 18, n. 1, p. 118-122, fev. 1998. DOI: <https://doi.org/10.1097/01241398-199801000-00021>. Disponível em: https://journals.lww.com/pedorthopaedics/Abstract/1998/01000/Natural_History_of_Anterior_Knee_Pain_A_14_to.21.aspx. Acesso em: mar. 2019.
14. LANKHORST, N. E. et al. Factors that predict a poor outcome 5–8 years after the diagnosis of patellofemoral pain: a multicentre observational analysis. **British Journal of Sports Medicine**, v. 50, n. 14, p. 881-886, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094664>. Disponível em: <https://bjsm.bmjjournals.com/content/50/14/881>. Acesso em: dez. 2019.
15. KUJALA, U. M. et al. Scoring of patellofemoral disorders. **Arthroscopy**. v. 9, n. 2, p. 159-163, abril. 1993. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0749-8063\(05\)80366-4](https://doi.org/10.1016/S0749-8063(05)80366-4). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0749806305803664>. Acesso em: fev. 2019.
16. COBURN, S. L. *et al.* Quality of life in individuals with patellofemoral pain: a systematic review including meta-analysis. **Physical Therapy in Sport**. v. 33, p. 96-108, set. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.06.006>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1466853X18301925>. Acesso em: jan. 2019.
17. SMITH, B.E. *et al.* Incidence and prevalence of patellofemoral pain: A systematic review and meta-analysis. **PLoS One**. v. 13, n. 1, p. e0190892, jan. 2018. DOI:

- <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190892>. Disponível em:
<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0190892>. Acesso em: mar. 2019.
18. 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, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098890>. Disponível em: <https://bjsm.bmjjournals.com/content/53/5/270.abstract>. Acesso em: jan. 2019.
 19. ROUSH, J. R.; BAY, R. C. Prevalence of anterior knee pain in 18-35 year-old females. **International Journal of Sports Physical Therapy**. v. 7, n. 4, p.396–401, ago. 2012. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3414071/>. Acesso em: mai. 2019.
 20. BOLING, M. et al. Gender differences in the incidence and prevalence of patellofemoral pain syndrome. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**. v. 20, n. 5, p. 725-730, set. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.00996.x>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1600-0838.2009.00996.x>. Acesso em: jan. 2019.
 21. BOLGLA, L. A. *et al.* National Athletic Trainers' Association Position Statement: Management of Individuals With Patellofemoral Pain. **Journal of Athletic Training**. v. 53, n. 9, p. 820-836, set. 2018. DOI: <https://doi.org/10.4085/1062-6050-231-15>. Disponível em: <https://www.natajournals.org/doi/full/10.4085/1062-6050-231-15>. Acesso em: abril. 2019.
 22. DAVIS, I. S.; POWERS, C. M. Patellofemoral pain syndrome: proximal, distal and local factors: An international research retreat. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**. v. 40, n. 3, p. A1-A48, 2010. DOI: <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.0302>. Disponível em: <https://www.jospt.org/doi/full/10.2519/jospt.2010.0302>. Acesso em: abril. 2019.
 23. POWERS, C. M. *et al.* Patellofemoral Pain: Proximal, Distal, and Local Factors 2nd International Research Retreat. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**. v. 42, n. 6, p. A1-A54, 2012. DOI: <https://doi.org/10.2519/jospt.2012.0301>. Disponível em: <https://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2012.0301>. Acesso em: jan. 2019.
 24. LACK, S. *et al.* How to manage patellofemoral pain – Understanding the multifactorial nature and treatment options. **Physical Therapy in Sport**, v. 32, p. 155-166, jul. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.04.010>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1466853X17306740>. Acesso em: abril. 2019.
 25. 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. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098717>. Disponível em: <https://bjsm.bmjjournals.com/content/51/24/1713.abstract>. Acesso em: mar. 2019.

26. ZAZULAK, B. T. *et al.* Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk: prospective biomechanical-epidemiologic study. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 35, n. 7, p. 1123-1130, jul. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1177/0363546507301585>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0363546507301585>. Acesso em: fev. 2019.
27. DE BLAISER, C. *et al.* Is core stability a risk factor for lower extremity injuries in an athletic population? A systematic review. **Physical Therapy in Sport**, v. 30, p. 48-56, mar. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2017.08.076>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1466853X17304418>. Acesso em: mai. 2019.
28. EMAMI, M. *et al.* Association between trunk muscles characteristics with lower limb injuries: A systematic review. **Physical Therapy in Sport**. v. 32, p. 301-307, jul. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.04.013>. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1466853X17306958?via%3Di_hub. Acesso em: fev. 2019.
29. MOTEALLEH, A. *et al.* Trunk postural control during unstable sitting differs between patients with patellofemoral pain syndrome and healthy people: A cross-sectional study. **The Knee**. v. 26, n. 1, p. 26-32, jan. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.knee.2018.10.002>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096801601830886X>. Acesso em: jan. 2019.
30. COWAN, S. M.; CROSSLEY, K. M.; BENNELL, K. L. Altered hip and trunk muscle function in individuals with patellofemoral pain. **British Journal of Sports Medicine**. v. 43, n. 8, p. 584-588, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjsm.2008.053553>. Disponível em: <https://bjsm.bmjjournals.com/content/43/8/584.short>. Acesso em: mar. 2019
31. NAKAGAWA, T. H.; MACIEL, C. D.; SERRÃO, F. V. Trunk biomechanics and its association with hip and knee kinematics in patients with and without patellofemoral pain. **Manual Therapy**, v. 20, n. 1, p. 189-193, fev. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.math.2014.08.013>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1356689X14001799>. Acesso em: mai. 2019.
32. BRIANI, R. V. *et al.* Lower Trunk Muscle Thickness Is Associated With Pain in Women With Patellofemoral Pain. **Journal of Ultrasound in Medicine**, fev. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1002/jum.14973>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jum.14973>. Acesso em: jan. 2019.
33. WILLSON, J.D.; DAVIS, I. S. Lower extremity strength and mechanics during jumping in women with patellofemoral pain. **Journal of Sport Rehabilitation**. v. 18, n. 1, p. 76-90, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1123/jsr.18.1.76>. Disponível em: <https://journals.human kinetics.com/view/journals/jsr/18/1/article-p76.xml>. Acesso em: mar. 2019.
34. RATHLEFF, M. S. *et al.* Is hip strength a risk factor for patellofemoral pain? A systematic review and meta-analysis. **British Journal of Sports Medicine**, v. 48, n.

- 14, p. 1088-1088, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2013-093305>. Disponível em: <https://bjsm.bmjjournals.com/content/48/14/1088.short>. Acesso em: fev. 2019.
35. HERBST, K. A. *et al.* Hip strength is greater in athletes who subsequently develop patellofemoral pain. **The American Journal of Sports Medicine**. v. 43, n. 11, p. 2747-2752, nov. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1177/0363546515599628>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26330570-hip-strength-is-greater-in-athletes-who-subsequently-develop-patellofemoral-pain/>. Acesso em: set. 2019..
36. BOLGLA, L. A. *et al.* Hip strength and hip and knee kinematics during stair descent in females with and without patellofemoral pain syndrome. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**. v. 38, n. 1, p. 12-18, 2008. DOI: <https://doi.org/10.2519/jospt.2008.2462>. Disponível em: <https://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2008.2462>. Acesso em: fev. 2019.
37. THIJS, Y. *et al.* Is hip muscle weakness a predisposing factor for patellofemoral pain in female novice runners? A prospective study. **The American Journal of Sports Medicine**. v. 39, n. 9, p. 1877-1882, set. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1177/0363546511407617>. Disponível em: https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0363546511407617?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%3dpubmed. Acesso em: set. 2019.
38. MAGALHÃES, E. *et al.* Isometric strength ratios of the hip musculature in females with patellofemoral pain: a comparison to pain free controls. **Journal of Strength Conditioning Research**. v. 27, n. 8, p. 2165-2170, ago. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318279793d>. Disponível em: https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2013/08000/Isometric_Strength_Ratios_of_the_Hip_Musculature.16.aspx. Acesso em: mai. 2019.
39. BARTON, C. J. *et al.* Gluteal muscle activity and patellofemoral pain syndrome: a systematic review. **British Journal of Sports Medicine**. v. 47, n. 4, p. 207-214, set. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-090953>. Disponível em: <https://bjsm.bmjjournals.com/content/47/4/207.short>. Acesso em: dez. 2019.
40. VAN CANT, J. *et al.* Hip muscle strength and endurance in females with patellofemoral pain: a systematic review with meta-analysis. **International Journal of Sports Physical Therapy**. v. 9, n. 5, p. 564, out. 2014. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4196322/>. Acesso em: dez. 2019.
41. 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, 2012. DOI: <https://doi.org/10.2519/jospt.2012.3987>. Disponível em: <https://www.jospt.org/doi/full/10.2519/jospt.2012.3987>. Acesso em: mai. 2019.
42. DIERKS, T. A. *et al.* Proximal and distal influences on hip and knee kinematics in runners with patellofemoral pain during a prolonged run. **Journal of Orthopaedic Sports Physical Therapy**. v. 38, n. 8, p. 448-456, 2008. DOI:

- <https://doi.org/10.2519/jospt.2008.2490>. Disponível em:
<https://www.jospt.org/doi/abs/10.2519/jospt.2008.2490>. Acesso em: jan. 2019.
43. DOS REIS, A. C. *et al.* Kinematic and kinetic analysis of the single-leg triple hop test in women with and without patellofemoral pain. **Journal of Orthopaedic Sports Physical Therapy**. v. 45, n. 10, p. 799-807, 2015. DOI: <https://doi.org/10.2519/jospt.2015.5011>. Disponível em:
<https://www.jospt.org/doi/full/10.2519/jospt.2015.5011>. Acesso em: mar. 2019.
44. BLEY, A. S. *et al.* Propulsion phase of the single leg triple hop test in women with patellofemoral pain syndrome: a biomechanical study. **PloS One**. 2014, v. 9, n. 5, p. e97606, mai. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0097606>. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0097606>. Acesso em: mar. 2019.
45. HERRINGTON, L. Knee valgus angle during single leg squat and landing in patellofemoral pain patients and controls. **The Knee**. v. 21, n. 2, p. 514-517, mar. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.knee.2013.11.011> Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096801601300238X>. Acesso em: fev. 2019.
46. SALISICH, G. B.; GRACI, V.; MAXAM, D. E. The effects of movement pattern modification on lower extremity kinematics and pain in women with patellofemoral pain. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**. v. 42, n. 12, p. 1017-1024, 2012. DOI: <https://doi.org/10.2519/jospt.2012.4231>. Disponível em:
<https://www.jospt.org/doi/full/10.2519/jospt.2012.4231>. Acesso em: mai. 2019.
47. POWERS, C. M. The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: a theoretical perspective. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**. v. 33, n. 11, p. 639-646, 2003. DOI: <https://doi.org/10.2519/jospt.2003.33.11.639>. Disponível em:
<https://www.jospt.org/doi/abs/10.2519/jospt.2003.33.11.639>. Acesso em: jan. 2019.
48. 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. DOI: <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3337>. Disponível em:
<https://www.jospt.org/doi/full/10.2519/jospt.2010.3337>. Acesso em: abril. 2019.
49. HOLDEN, S. *et al.* Two-Dimensional Knee Valgus Displacement as a Predictor of Patellofemoral Pain in Adolescent Females. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**. v. 27, n. 2, p. 88-194, dez. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1111/sms.12633>. Disponível em:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/sms.12633>. Acesso em: abril. 2019.
50. NOEHREN, B.; HAMILL, J.; DAVIS, I. Prospective evidence for a hip etiology in patellofemoral pain. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v. 45, n. 6, p. 1120-1124, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31828249d2>. Disponível em:
https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/2013/06000/Prospective_Evidence_for_a_Hip_Etiology_in.14.aspx. Acesso em: mai. 2020

51. MYER, G. D. *et al.* High knee abduction moments are common risk factors for patellofemoral pain (PFP) and anterior cruciate ligament (ACL) injury in girls: is PFP itself a predictor for subsequent ACL injury? **British Journal of Sports Medicine**. v. 49, n. 2, p. 118-122, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2013-092536>. Disponível em: <https://bjsm.bmjjournals.com/content/49/2/118.short>. Acesso em: mai. 2020.
52. NAKAGAWA, T. H. *et al.* Hip and knee kinematics are associated with pain and self-reported functional status in males and females with patellofemoral pain. **International Journal of Sports Medicine**. v. 34, n. 11, p. 997-1002, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0033-1334966>. Disponível em: <https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/html/10.1055/s-0033-1334966>. Acesso em: mai 2018.
53. LANKHORST, N. E.; BIERMA-ZEINSTRA, S. M.; VAN MIDDELKOOP, M. Risk factors for patellofemoral pain syndrome: a systematic review. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**. v 42, p. 81–A12, 2012. DOI: <https://doi.org/10.2519/jospt.2012.3803>. Disponível em: <https://www.jospt.org/doi/full/10.2519/jospt.2012.3803>. Acesso em: jan. 2019.
54. KAYA, D. *et al.* Women with patellofemoral pain syndrome have quadriceps femoris volume and strength deficiency. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**. v. 9, n. 2. p. 242-247, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00167-010-1290-2>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00167-010-1290-2>. Acesso em: mar. 2019.
55. PATTYN, E. *et al.* Vastus medialis obliquus atrophy: does it exist in patellofemoral pain syndrome? **The American journal of sports medicine**. v. 39, n. 7, p. 1450-1455, abril. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1177/0363546511401183>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0363546511401183>. Acesso em: mar. 2019.
56. WITVROW, E. *et al.* Intrinsic risk factors for the development of anterior knee pain in an athletic population. A two year prospective study. **The American Journal of Sports Medicine**. v. 28, n. 4, p. 480–489, jul. 2000. DOI: <https://doi.org/10.1177/03635465000280040701>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/03635465000280040701>. Acesso em: mai. 2019.
57. BARTON, C. J. *et al.* The relationship between rearfoot, tibial and hip kinematics in individuals with patellofemoral pain syndrome. **Clinical biomechanics**. v. 27, n. 7, p. 702-705, ago. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2012.02.007>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026800331200040X>. Acesso em: jan. 2019.
58. FERREIRA, A. S. *et al.* Which is the best predictor of excessive hip internal rotation in women with patellofemoral pain: Rearfoot eversion or hip muscle strength? Exploring subgroups. **Gait & posture**. v. 62, p. 366-371, mai. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.03.037>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0966636218302601>. Acesso em: abril. 2019.

59. BOLING, M. C. *et al.* A prospective investigation of biomechanical risk factors for patellofemoral pain syndrome: the Joint Undertaking to Monitor and Prevent ACL Injury (JUMP-ACL) cohort. **The American Journal of Sports Medicine**. v. 37, n. 11, p. 2108-2116, set. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1177/0363546509337934>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0363546509337934>. Acesso em: abril. 2019.
60. NEAL, B. S. *et al.* Foot posture as a risk factor for lower limb overuse injury: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Foot and Ankle Research**. v. 7, n. 1, p. 55, dez. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13047-014-0055-4>. Disponível em: <https://jfootankleres.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13047-014-0055-4>. Acesso em: mar. 2019.
61. LOPES, Y. *et al.* The association of ankle dorsiflexion range of motion and dynamic knee valgus: A systematic review with meta-analysis. **Physical Therapy in Sport**. v. 31, p. e4, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2017.07.003>. Disponível em: <https://read.qxmd.com/read/28974358/the-association-of-ankle-dorsiflexion-and-dynamic-knee-valgus-a-systematic-review-and-meta-analysis>. Acesso em: mai. 2019.
62. WYNDOW, N. *et al.* The relationship of foot and ankle mobility to the frontal plane projection angle in asymptomatic adults. **Journal of Foot and Ankle Research**. v. 9, n. 1, p. 3, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13047-016-0134-9>. Disponível em: <https://jfootankleres.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13047-016-0134-9>. Acesso em: mar. 2019.
63. FERRARI, 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**. v. 60, p. 268-272, fev. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.07.034>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0966636217307373>. Acesso em: jan. 2019.
64. SELFE, J. *et al.* Are there three main subgroups within the patellofemoral pain population? A detailed characterisation study of 127 patients to help develop targeted intervention (TIPPs). **British Journal of Sports Medicine**. v. 50, n. 14, p. 873-880, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094792>. Disponível em: <https://bjsm.bmjjournals.com/content/50/14/873.short>. Acesso em: fev. 2019.
65. GAITONDE, D. Y.; ERICKSEN, A.; ROBBINS, R. C. Patellofemoral Pain Syndrome. **American Family Physician**. v. 99, n. 2, p. 88-94, jan. 2019. Disponível em: <https://www.aafp.org/afp/2019/0115/p88.html>. Acesso em: mar. 2019.
66. NUNES, G. *et al.* Clinical test for diagnosis of patellofemoral pain syndrome: Systematic review with meta-analysis. **Physical Therapy in Sport**. v. 14, n. 1, p. 54-59, fev. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2012.11.003>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1466853X12001186>. Acesso em: fev. 2019.
67. CROSSLEY, K. M. *et al.* Analysis of outcome measures for persons with patellofemoral pain: which are reliable and valid? **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 85, n. 5, p. 815-822, mai. 2004. DOI:

- [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(03\)00613-0](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(03)00613-0). Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003999303006130>. Acesso em: fev. 2019.
68. WITVROUW, E. *et al.* Patellofemoral pain: consensus statement from the 3rd International Patellofemoral Pain Research Retreat held in Vancouver, September 2013. **British Journal of Sports Medicine**. v. 48, n. 6, p. 411-414, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093450>. Disponível em:
<https://bjsm.bmj.com/content/48/6/411.short>. Acesso em: jan. 2019.
69. MAGALHÃES, E. *et al.* A comparison of hip strength between sedentary females with and without patellofemoral pain syndrome. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**. v. 40, n. 10, p. 641-647, 2010. DOI: <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3120>. Disponível em:
<https://www.jospt.org/doi/full/10.2519/jospt.2010.3120>. Acesso em: abril. 2019.
70. FUKUDA, T. Y. *et al.* Hip posterolateral musculature strengthening in sedentary women with patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled clinical trial with 1-year follow-up. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**. v. 42, n. 10, p. 823-830, 2012. DOI: <https://doi.org/10.2519/jospt.2012.4184>. Disponível em:
<https://www.jospt.org/doi/full/10.2519/jospt.2012.4184>. Acesso em: fev. 2019.
71. FUKUDA, T. Y. *et al.* Short-term effects of hip abductors and lateral rotators strengthening in females with patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled clinical trial. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**. v. 40, n. 11, p. 736-742, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.2010.3246>. Disponível em:
<https://www.jospt.org/doi/full/10.2519/jospt.2010.3246>. Acesso em: fev. 2019.
72. BALDON, R. D. M. *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 & Sports Physical Therapy**. v. 44, n. 4, p. 240-A8, 2014. DOI: <https://doi.org/10.2519/jospt.2014.4940>. Disponível em:
<https://www.jospt.org/doi/full/10.2519/jospt.2014.4940>. Acesso em: mai. 2019.
73. DOS ANJOS RABELO, N. D. *et al.* Adding motor control training to muscle strengthening did not substantially improve the effects on clinical or kinematic outcomes in women with patellofemoral pain: a randomised controlled trial. **Gait & Posture**. v. 58, p. 280-286, out. 2017. DOI:
<https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.08.018>. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0966636217308536>. Acesso em: abril. 2019
74. HÉBERT, L. J. *et al.* Isometric Muscle Strength in Youth Assessed by Hand-held Dynamometry: A Feasibility, Reliability, and Validity Study A Feasibility, Reliability, and Validity Study. **Pediatric Physical Therapy**. v. 23, n. 3, p. 289-299, out. 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/PEP.0b013e318227ccff>. Disponível em:
https://journals.lww.com/pedpt/FullText/2011/23030/Isometric_Muscle_Strength_in_Youth_Assessed_by.18.aspx. Acesso em: jun. 2019.
75. ROBINSON, R. L.; NEE, R.J. Analysis of hip strength in females seeking physical therapy treatment for unilateral patellofemoral pain syndrome. **Journal of**

- Orthopaedic & Sports Physical Therapy.** v. 37, n. 5, p. 232-238, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.2007.2439>. Disponível em: <https://www.jospt.org/doi/abs/10.2519/jospt.2007.2439>. Acesso em: mar. 2019.
76. BOHANNON, R. W. Reference values for extremity muscle strength obtained by hand-held dynamometry from adults aged 20 to 79 years. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.** v. 78, n. 1, p. 26-32, 1997. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(97\)90005-8](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(97)90005-8). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003999397900058>. Acesso em: mar. 2020.
77. ALVARENGA, G. *et al.* Normative isometric hip muscle force values assessed by a manual dynamometer. **Acta Ortopedica Brasileira.** v. 27, n. 2, p. 124-128, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-785220192702202596>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-78522019000200124&script=sci_arttext. Acesso em: mar. 2020.
78. CHESWORTH, B. M. *et al.* Validation of Outcome Measures in Patients With Patellofemoral Syndrome 1. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy.** v. 10, n. 8, p. 302-308, 1989. DOI: <https://doi.org/10.2519/jospt.1989.10.8.302>. Disponível em: <https://www.jospt.org/doi/abs/10.2519/jospt.1989.10.8.302>. Acesso em: jan. 2019.
79. DA CUNHA, R. A. *et al.* Translation, cross-cultural adaptation, and clinimetric testing of instruments used to assess patients with patellofemoral pain syndrome in the Brazilian population. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy.** v. 43, n. 5, p. 332-339, 2013. DOI: <https://doi.org/10.2519/jospt.2013.4228>. Disponível em: <https://www.jospt.org/doi/full/10.2519/jospt.2013.4228>. Acesso em: fev. 2019.
80. 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, n. 2, p. 149-158, nov. 2001. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0304-3959\(01\)00349-9](https://doi.org/10.1016/S0304-3959(01)00349-9). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304395901003499>. Acesso em: mai. 2019.
81. LOUDON, J. K. *et al.* Intrarater reliability of functional performance tests for subjects with patellofemoral pain syndrome. **Journal of Athletic Training.** v. 37, n. 3, p. 256-261, set. 2002. DOI: <https://doi.org/10.2106/00004623-199808000-00006>. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC164353/>. Acesso em: abril. 2019.
82. IRRGANG, J. J. *et al.* Development of a patient-reported measure of function of the knee. **The Journal of Bone Joint Surgery.** v. 80, n. 8, p. 1132-45, ago. 1998. Disponível em: https://journals.lww.com/jbjsjournal/Abstract/1998/08000/Development_of_a_Patient_Reported_Measure_of.6.aspx. Acesso em: mar. 2019.
83. NIGRI, P. Z. *et al.* Tradução, validação e adaptação cultural da escala de atividade de vida diária. **Acta Ortopédica Brasileira.** v. 15, n. 2, p. 101-104, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-78522007000200009>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1413-78522007000200009&lng=en&nrm=iso&tlang=pt. Acesso em: jan. 2019.

84. ESCULIER, J. F.; ROY, J. S.; BOUYER, L. J. Psychometric evidence of self-reported questionnaires for patellofemoral pain syndrome: a systematic review. **Disability and Rehabilitation.** v. 35, n. 26, p. 2181-2190, abril. 2013. DOI: <https://doi.org/10.3109/09638288.2013.774061>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3109/09638288.2013.774061>. Acesso em: fev. 2019.
85. PIVA, S. R. *et al.* Responsiveness of the activities of daily living scale of the knee outcome survey and numeric pain rating scale in patients with patellofemoral pain. **Journal of Rehabilitation Medicine.** v. 41, n. 3, p. 129-135, fev. 2009. DOI: <https://doi.org/10.2340/16501977-0295>. Disponível em: <https://www.ingentaconnect.com/content/mjl/sreh/2009/00000041/00000003/art00004>. Acesso em: mai. 2019
86. WATSON, C. J. *et al.* Reliability and responsiveness of the lower extremity functional scale and the anterior knee pain scale in patients with anterior knee pain. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy.** v. 35, n. 3, p. 136-146, 2005. DOI: <https://doi.org/10.2519/jospt.2005.35.3.136>. Disponível em: <https://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2005.35.3.136>. Acesso em: ago. 2019.
87. SINCLAIR, J. *et al.* Effects of a 4-week intervention using semi-custom insoles on perceived pain and patellofemoral loading in targeted subgroups of recreational runners with patellofemoral pain. **Physical Therapy in Sport.** v. 34, p. 21-27, nov. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.08.006>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1466853X18303171?via%3Dhub>. Acesso em: dez. 2019.
88. 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, jul. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.04.010>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1466853X19301336?via%3Dhub>. Acesso em: dez. 2019.
89. NUNES, G. S. *et al.* People with patellofemoral pain have impaired functional performance, that is correlated to hip muscle capacity. **Physical Therapy in Sport.** v. 40, p. 85-90, nov. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.08.010>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1466853X19302809?via%3Dhub>. Acesso em: dez. 2019.
90. ØSTERÅS, B. *et al.* Tom Arild. Long-term effects of medical exercise therapy in patients with patellofemoral pain syndrome: results from a single-blinded randomized controlled trial with 12 months follow-up. **Physiotherapy.** v. 99, n. 4, p. 311-316, dez. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.physio.2013.04.001>. Disponível em: [https://www.physiotherapyjournal.com/article/S0031-9406\(13\)00030-8/fulltext](https://www.physiotherapyjournal.com/article/S0031-9406(13)00030-8/fulltext). Acesso em: dez. 2019.
91. ØSTERÅS, B. *et al.* Dose-response effects of medical exercise therapy in patients with patellofemoral pain syndrome: a randomised controlled clinical trial. **Physiotherapy.** v. 99, n. 2, p. 126-131, jun. 2013. DOI:

- <https://doi.org/10.1016/j.physio.2012.05.009>. Disponível em:
[https://www.physiotherapyjournal.com/article/S0031-9406\(12\)00057-0/pdf](https://www.physiotherapyjournal.com/article/S0031-9406(12)00057-0/pdf). Acesso em: dez. 2019.
92. RISBERG, M. A.; EKELAND, A. Assessment of functional tests after anterior cruciate ligament surgery. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**. v. 19, n. 4, p. 212-217, 1994. DOI: <https://doi.org/10.2519/jospt.1994.19.4.212>. Disponível em: <https://www.jospt.org/doi/abs/10.2519/jospt.1994.19.4.212>. Acesso em: abril. 2019.
93. SOUZA, R. B.; POWERS, C. M. Differences in hip kinematics, muscle strength, and muscle activation between subjects with and without patellofemoral pain. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**. v. 39, n. 1, p. 12-19, jan. 2009. DOI: <https://doi.org/10.2519/jospt.2009.2885>. Disponível em: <https://www.jospt.org/doi/abs/10.2519/jospt.2009.2885>. Acesso em: dez. 2019.
94. MOTEALLEH, A. *et al.* Effects of Core Neuromuscular Training on Pain, Balance, and Functional Performance in Women With Patellofemoral Pain Syndrome: A Clinical Trial. **Journal of Chiropractic Medicine**. v. 18, n. 1, p. 9-18, mar. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2018.07.006>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1556370717301955>. Acesso em: dez. 201.
95. DOS ANJOS RABELO, N. D. *et al.* Neuromuscular training and muscle strengthening in patients with patellofemoral pain syndrome: a protocol of randomized controlled trial. **BMC Musculoskeletal Disorders**. v. 15, n. 1, p. 157, mai. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1186/1471-2474-15-157>. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4036089/>. Acesso em: mai. 2019.
96. SHUMWAY-COOK, A. WOOLLACOTT, M. H. **Controle motor: Teoria e aplicações práticas**. Trad. Martha Cecily Blauth Chaim. 3th ed. Barueri, SP: Manole, 2010.
97. RÖIJEZON, U.; CLARK, N. C.; TRELEAVEN, J. Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 1: Basic science and principles of assessment and clinical interventions. **Manual therapy**. v. 20, n. 3, p. 368-377, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.math.2015.01.008>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1356689X15000107?via%3Dhub>. Acesso em: março 2020.
98. CLARK, N. C.; RÖIJEZON, U.; TRELEAVEN, J. Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 2: Clinical assessment and intervention. **Manual therapy**, v. 20, n. 3, p. 378-387, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.math.2015.01.009>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1356689X15000119>. Acesso em: março 2020.
99. PRENTICE, W. E.; VOIGHT, M. L. **Técnicas em Reabilitação Musculoesquelética**. Trad. Terezinha Oppido e Maria Alice Quartim Barbosa de Araújo. 1. ed. Porto Alegre: Artmed; 2003.

100. BONFIM, T. R. Treino Sensoriomotor - Fundamentos. In: RICCARDO OCLEPPO. **DocSity: Estudos e resumos para universitários e vestibulandos.** Poço de Caldas, 2019. Disponível em: <https://www.docscopy.com/pt/treino-sensoriomotor-fundamentos/5119664/>.
101. BARTON, C. J. *et al.* The ‘Best Practice Guide to Conservative Management of Patellofemoral Pain’: incorporating level 1 evidence with expert clinical reasoning. **British Journal of Sports Medicine.** v. 49, n. 14, p. 923-934, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093637>. Disponível em: <https://bjsm.bmjjournals.com/content/49/14/923.short>. Acesso em: jun. 2019.
102. BILY, W. Training program and additional electric muscle stimulation for patellofemoral pain syndrome: a pilot study. **Archives Physical Medicine and Rehabilitation.** v. 89, n. 7, p. 1230–1236, jul. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2007.10.048>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003999308002116>. Acesso em: jun. 2019.
103. BENNELL, K. *et al.* Effects of vastus medialis oblique retraining versus general quadriceps strengthening on vasti onset. **Medicine and science in sports and exercise.** v. 42, n. 5, p. 856–864, mai. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181c12771>. Disponível em: <https://europepmc.org/abstract/med/19997004>. Acesso em: fev. 2019.
104. WITVROUW, E. *et al.* Open versus closed kinetic chain exercises in patellofemoral pain: a 5-year prospective randomized study. **The American Journal of Sports Medicine.** v. 32, n. 5, p. 1122–1130, jul. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1177/0363546503262187>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0363546503262187>. Acesso em: mai. 2019.
105. CHIU, J. K. *et al.* The effects of quadriceps strengthening on pain, function, and patellofemoral joint contact area in persons with patellofemoral pain. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation.** v. 91, n. 2, p. 98–106, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1097/PHM.0b013e318228c505>. Disponível em: https://journals.lww.com/ajpmr/Abstract/2012/02000/The_Effects_of_Quadriceps_Strengthening_on_Pain,2.aspx. Acesso em: jun. 2019.
106. SYME, G. *et al.* Disability in patients with chronic patellofemoral pain syndrome: a randomised controlled trial of VMO selective training versus general quadriceps strengthening. **Manual Therapy.** v. 14, n. 3, p. 252–263, jun. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.math.2008.02.007>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1356689X08000532>. Acesso em: abril. 2019.
107. MASCAL, C. L.; LANDEL, R.; POWERS, C. Management of patellofemoral pain targeting hip, pelvis, and trunk muscle function: 2 case reports. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy.** v. 33, n. 11, p. 647-660, 2003. DOI: <https://doi.org/10.2519/jospt.2003.33.11.647>. Disponível em: <https://www.jospt.org/doi/abs/10.2519/jospt.2003.33.11.647>. Acesso em: mai. 2019.

108. EARL, J. E.; HOCH, A. Z. A proximal strengthening program improves pain, function, and biomechanics in women with patellofemoral pain syndrome. **The American Journal of Sports Medicine**. v. 39, n. 1, p. 154-163, out. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1177/0363546510379967>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0363546510379967>. Acesso em: fev. 2019.
109. NAKAGAWA, T. H. *et al.* The effect of additional strengthening of hip abductor and lateral rotator muscles in patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled pilot study. **Clinical Rehabilitation**. v. 22, n. 12, p. 1051–1060, dez. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1177/0269215508095357>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0269215508095357>. Acesso em: jan. 2019.
110. KHAYAMBASHI, K. *et al.* Posterolateral hip muscle strengthening versus quadriceps strengthening for patellofemoral pain: a comparative control trial. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**. v. 95, n. 5, p. 900-907, mai. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2013.12.022>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003999314000070>. Acesso em: mar. 2019.
111. NASCIMENTO, L. R. *et al.* Hip and knee strengthening is more effective than knee strengthening alone for reducing pain and improving activity in individuals with patellofemoral pain: a systematic review with meta-analysis. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**. v. 48, n. 1, p. 19-31, 2018. DOI: <https://doi.org/10.2519/jospt.2018.7365>. Disponível em: <https://www.jospt.org/doi/full/10.2519/jospt.2018.7365>. Acesso em: jun. 2019.
112. LACK, S. *et al.* Proximal muscle rehabilitation is effective for patellofemoral pain: a systematic review with meta-analysis. **British Journal of Sports Medicine**. v. 49, n. 21, p. 1365-1376, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094723>. Disponível em: <https://bjsm.bmj.com/content/49/21/1365.short>. Acesso em: jan. 2019.
113. NOEHREN, B.; SCHOLZ, J.; DAVIS, I. The effect of real-time gait retraining on hip kinematics, pain and function in subjects with patellofemoral pain syndrome. **British journal of sports medicine**. v. 45, n. 9, p. 691-696, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjsm.2009.069112>. Disponível em: <https://bjsm.bmj.com/content/45/9/691.short>. Acesso em: mar. 2019.
114. WILLY, R. W.; SCHOLZ, J. P.; DAVIS, I. S. Mirror gait retraining for the treatment of patellofemoral pain in female runners. **Clinical Biomechanics**. v. 27, n. 10, p. 1045-1051, dez. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2012.07.011>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0268003312001593>. Acesso em: fev. 2019.

2. ARTIGO

Trata-se de um ensaio clínico controlado, randomizado, cego. O estudo está registrado no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (ReBEC) sob o número de identificador primário: RBR-8c7267. E o protocolo deste ensaio clínico encontra-se publicado no formato de um artigo, na revista *Trials*, (DOI: 10.1186/s13063-019-3650-7) (APÊNDICE). O presente artigo está nas normas da revista *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* (JOSPT), o qual pretendemos submetê-lo.

Efeito do treino neuromuscular e fortalecimento da musculatura do tronco e membro inferior em mulheres com Dor Femoropatelar: Um ensaio clínico controlado, randomizado, cego

Natália Camin Silva¹, Matheus de Castro Silva¹, Morisa Garcia Guimarães², Manoela Beatriz de Oliveira Nascimento², Nayara Yamada Tamburús³ e Lilian Ramiro Felicio⁴

¹PT; Programa de Mestrado em Fisioterapia, Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil;

²PT; Graduação em Fisioterapia, Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil;

³PT, PhD, Professora Visitante, Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil;

⁴PT, PhD, Professora Adjunta; Programa de Mestrado em Fisioterapia, Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil;

Fontes de financiamento: Mrs. Silva recebeu auxílio de bolsa estudantil através da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Brasil. Código Financeiro 1799120. Este auxílio não estava envolvido em nenhum aspecto deste estudo (desenho, implementação, análise e interpretação de dados). E nem influenciou a publicação dos dados decorrentes deste estudo.

Conflito de interesses: Os autores declaram não ter interesses conflitantes.

Número de aprovação do Comitê de Ética Regional: CAAE 57621316.0.0000.5152

Registro Clínico: ensaiosclinicos.gov.br RBR-8c7267

Autor Correspondente:

Dra. Lilian Ramiro Felicio. Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Rua Benjamin Constant, 1286 - Nossa Sra. Aparecida, CEP: 38400-678, Uberlândia, MG, Brasil. E-mail address: lilianrf@ufu.br

Contagem de palavras do manuscrito: 3000, 1 figura, 4 tabelas

Efeito do treino neuromuscular e fortalecimento da musculatura do tronco e membro inferior em mulheres com Dor Femoropatelar: Um ensaio clínico controlado, randomizado, cego

A primeira autora deste estudo recebeu bolsa de auxílio estudantil através da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Essa fonte de auxílio não estava envolvida em nenhum aspecto deste estudo (desenho, implementação, análise e interpretação de dados). E nem influenciou a publicação dos dados decorrentes deste estudo. Os autores declararam não ter interesses conflitantes.

1 **Resumo**

2 **Desenho do estudo:** Ensaio clínico controlado randomizado cego, terapia

3 **Introdução:** A Dor Femoropatelar (DFP) é uma condição de caráter intermitente, que acomete

4 diferentes tipos de populações e sua etiologia é multifatorial. O tratamento conservador deve focar

5 na correção dos déficits de força e pobre controle motor que estes indivíduos apresentam.

6 **Objetivos:** Avaliar os efeitos adicionais do treino neuromuscular ao protocolo de fortalecimento

7 da musculatura do tronco, quadril e joelho na dor, função e cinemática do tronco, pelve e membros

8 inferiores em mulheres com DFP

9 **Métodos:** Setenta e uma mulheres ativas foram randomizadas em dois grupos de intervenção,

10 submetidas à um protocolo de intervenção de 12 semanas. O Grupo de Fortalecimento (GF)

11 realizou exercícios de fortalecimento para os músculos do tronco, quadril e joelho; enquanto o

12 Grupo de Treinamento Neuromuscular (GTNM) realizou os mesmos exercícios além de receber

13 treinamento neuromuscular a partir da 4^a semana. Os desfechos primários foram intensidade da

14 dor, função e medidas cinemáticas. Desfechos secundários foram força e nível de satisfação do

15 paciente. Todos os desfechos foram avaliados após 12 semanas de tratamento.

16 **Resultados:** Não houve diferença significativa entre os grupos em todos os desfechos. Mas ambos

17 grupos melhoraram de forma clínica e significativa a intensidade da dor e função ao fim de 12

18 semanas de intervenção.

19 **Conclusão:** O acréscimo do treino neuromuscular não adiciona nos desfechos relacionados a dor,

20 função e cinemática quando comparado ao grupo que realizou fortalecimento isolado.

21 **Nível de evidência:** terapia, nível 1b. Registrado em 15 Set 2017 no ensaiosclinicos.gov.br (RBR-

22 8c7267)

23 **Palavras-chave:** Dor femoropatelar. Fortalecimento muscular. Treino Sensório Motor.

24 Cinemática. Quadril e joelho.

25 **Agradecimentos**

26 Os autores gostariam de agradecer à Universidade Federal de Uberlândia (UFU) pelo fornecimento
27 das instalações de avaliação e tratamento utilizadas no presente estudo. Além de agradecer a
28 CAPES pelo auxílio de bolsa estudantil à primeira autora deste estudo, bem como o apoio ao
29 Programa de Pós-Graduação.

30 2.1.1. Introdução

31 A Dor Femoropatelar (DFP) é uma condição de dor intermitente, não auto-limitante⁶⁰.
32 Corresponde de 1,5% a 7,3% das condições ortopédicas dos pacientes que procuram atendimento
33 médico²⁴. Acomete desde sedentários à atletas^{49,53} e é duas vezes mais comum em mulheres^{5,53}.
34 Ademais, acredita-se que a DFP seja um fator de risco para desenvolver osteoartrite femoropatelar
35 (OAFP)^{12,13,55}. Sua etiologia é multifatorial^{15,32,44,45,60}, e geralmente está relacionado a condições
36 que aumentam a sobrecarga da articulação femoropatelar^{12,45,60}. Tais fatores de risco envolvem
37 fatores proximais, locais e distais à articulação do joelho^{15,33,44,45}. Sabe-se que a população com
38 DFP, apresenta alteração do controle motor e fraqueza da musculatura do tronco^{6,10,37,38},
39 posterolaterais do quadril^{2,10,33,34,40,45,46,47,54,56,59}, e quadríceps^{29,42}. Além disso, muitos pacientes
40 com DFP apresentam aumento do valgo dinâmico durante a fase excêntrica de atividades em
41 cadeia cinética fechada, como: salto^{4,18}, aterrissagem²⁷, descida de escada³⁹, agachamento
42 unipodal^{27,38,40}, quando comparados à indivíduos saudáveis^{4,18,27,38,39,40}.

43 Portanto, em vista do quadro clínico que estes indivíduos apresentam, o tratamento
44 conservador deve ser focado na correção dos déficits citados. O fortalecimento associado da
45 musculatura do quadril e joelho, tem sido considerado o melhor protocolo⁶⁰, pois produzem efeitos
46 superiores na melhora da dor e função quando comparado ao protocolo isolado de fortalecimento
47 do joelho^{23,31,41}.

48 O aprendizado motor é “a aquisição e/ou modificação do movimento”⁵¹, e esta habilidade
49 é dependente dos estímulos sensoriais⁵¹ e prática contínua de determinada tarefa⁵¹. Sendo assim,
50 um protocolo que inclua treino neuromuscular baseado na repetição e em diferentes tipos de
51 superfícies, talvez possa tornar o alinhamento dinâmico correto em um mecanismo motor
52 inconsciente e automático. Desta forma, pode vir a contribuir de forma complementar à melhoria

53 do quadro clínico de indivíduos com DFP. Porém poucos estudos analisaram os efeitos adicionais
54 do treino neuromuscular ao protocolo de fortalecimento da musculatura do tronco, quadril e
55 joelho^{1,35,17}. Ao nosso conhecimento, apenas um ECR¹⁷ teve como objetivo analisar os efeitos de
56 ambos protocolos, mas não houve diferença significativa na dor, função e cinemática do membro
57 inferior entre o protocolo de fortalecimento padrão versus protocolo com adição de exercícios
58 neuromusculares. Porém, devemos levar em consideração que a amostra pequena, o curto período
59 de tratamento e exercícios neuromusculares pouco desafiadores, poderiam justificar tais
60 resultados. Assim sendo, faz-se necessário estudos para avaliar o efeito adicional desta intervenção
61 em indivíduos com DFP.

62 Logo, o objetivo deste estudo foi analisar os efeitos adicionais do treinamento
63 neuromuscular ao protocolo de fortalecimento dos músculos do tronco, quadril e joelho em relação
64 a dor, função e cinemática do tronco e membro inferior em indivíduos com DFP.

65 2.1.2. Métodos

66 2.1.2.1. *Desenho de estudo*

67 Ensaio Clínico Randomizado (ECR), com dois grupos paralelos, duplo-cego: avaliador e
68 paciente⁵². Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, e prospectivamente registrado no
69 ensaiosclinicos.gov.br (RBR-8c7267). A pesquisa foi realizada no Laboratório de Avaliação em
70 Biomecânica e Neurociências (LABiN) da Universidade Federal de Uberlândia, Brasil.

71 O recrutamento ocorreu entre Janeiro de 2018 a Setembro de 2019. Todos os participantes
72 que concordaram em participar, assinaram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE),
73 e seus direitos foram protegidos. Após o recrutamento, os participantes foram randomizados em
74 dois grupos de intervenção (alocação fixa do tipo simples), usando envelopes opacos, selados e
75 numerados sequencialmente⁵². A randomização foi realizada utilizando a função RAND do

76 Microsoft Excel para Windows. Em seguida, todos os participantes foram submetidos à uma
77 avaliação fisioterapêutica para verificar se preenchiam os critérios de inclusão. Então, foram
78 submetidos ao protocolo de intervenção referente ao grupo em que foi randomizado e, ao fim das
79 12 semanas de intervenção, cada participante foi novamente reavaliado⁵².

80 O pesquisador que realizou a randomização não estava envolvido com as etapas de
81 recrutamento, avaliação fisioterapêutica e intervenção das participantes. O avaliador não estava
82 envolvido com a intervenção. Os fisioterapeutas que supervisionaram a intervenção não estavam
83 envolvidos com a coleta de dados. As participantes desconheciam as diferenças entre os grupos de
84 intervenção. Os pesquisadores responsáveis pela avaliação e intervenção estavam cegos para a
85 alocação do tratamento. E, devido à natureza das intervenções, não foi possível cegar os
86 fisioterapeutas que realizaram o tratamento.

87 *2.1.2.2. Participantes*

88 O cálculo amostral foi realizado por meio da diferença da média e do erro de desvio padrão
89 (com base em todos os desfechos primários desta pesquisa) de estudos semelhantes na literatura.
90 Foi considerado um nível alfa de 0,05 e poder estatístico de 80%. Portanto, o tamanho de amostra
91 necessário, foi de 45 participantes por grupo.

92 Todos os participantes foram recrutados por meio de divulgações realizadas em redes
93 sociais, entrevistas na rádio e televisão local, e cartazes fixados na Universidade Federal de
94 Uberlândia.

95 Foram incluídas mulheres com 18-30 anos que apresentavam dor anterior ou retropatelar
96 no joelho (Escala Visual Analógica [EVA] ≥ 3)¹ que esteve presente por pelo menos os últimos
97 três meses, durante duas ou mais das seguintes atividades: correr, caminhar, saltar, subir e/ou
98 descer escadas, permanecer sentado por um longo período de tempo, agachar, durante a extensão

99 isométrica do joelho com 60º de flexão e/ou durante a palpação da faceta medial ou lateral da
100 patela¹; que fossem fisicamente ativas regulares e realizassem qualquer tipo de atividade física até
101 duas vezes por semana e/ou irregularmente ativos de acordo com o Questionário Internacional de
102 Atividade Física (IPAQ)³⁶.

103 Os critérios de exclusão correspondiam à: tratamento fisioterapêutico prévio nos últimos 6
104 meses; história de cirurgia no joelho, luxação patelar ou qualquer outra alteração específica ou
105 condição inflamatória do joelho, além de lesões no tornozelo ou quadril; dor lombar; dor nas
106 articulações sacroilíacas; gravidez; e presença de quaisquer alterações que comprometiam a
107 compreensão do procedimento e afetassem os testes fisioterapêuticos e/ou o tratamento⁵².

108 *2.1.2.3. Intervenção/Controle*

109 As participantes foram aleatorizadas em dois grupos: 1. Grupo de Fortalecimento (GF) e
110 2. Grupo de Treinamento Neuromuscular (GTNM). Após a randomização, as participantes
111 receberam 12 semanas de intervenção, sendo 2 sessões por semana, totalizando 24 sessões, com
112 duração de 60-80 minutos por sessão. Cada sessão consistiu em 10 minutos de aquecimento
113 seguido de exercícios do protocolo previamente publicado⁵².

114 Os integrantes do GF foram submetidos à exercícios de fortalecimento da musculatura do
115 tronco, quadril e joelho; enquanto o GTNM foi submetido ao mesmo protocolo de fortalecimento
116 do grupo 1, com a adição de exercícios neuromusculares em superfícies estáveis e instáveis a partir
117 da 4^a semana⁵². Ambos grupos foram instruídos quanto ao alinhamento inadequado do movimento
118 do membro inferior, e receberam feedback visual e verbal para a correção deste alinhamento
119 durante os exercícios.

120 Cada participante realizou a sessão individualmente, supervisionado pelo mesmo
121 fisioterapeuta, do início ao final da 12^a semana. Sendo três fisioterapeutas treinados e capacitados

122 para realizarem o tratamento (dois fisioterapeutas responsáveis pelo GF, e um pelo GTNM).

123 A carga inicial do treinamento de força foi baseada em 70% de 1 RM – repetição máxima.

124 A carga dos exercícios foi progredida semanalmente, a partir da 3^a semana de intervenção, desde

125 que respeitasse alguns critérios: 1) presença de amplitude total de movimento com EVA 0-1; 2)

126 realizar o mesmo exercício sem compensações. Esses critérios foram estabelecidos com base no

127 protocolo descrito por Baldon et al¹. E, os exercícios realizados com elástico possuíam uma

128 progressão semanal pré-definida. Na presença de dor ≥ 5 EVA, a sessão foi interrompida e medidas

129 analgésicas foram realizadas. As figuras, bem como as descrições, angulações e progressões do

130 protocolo de exercícios realizados por cada grupo de intervenção, encontra-se detalhado no

131 protocolo publicado⁵².

132 O intervalo entre uma sessão e outra, era de no mínimo 48 horas. As participantes foram

133 orientadas a não realizar qualquer tipo de tratamento para a dor no joelho além desta pesquisa, e a

134 manter suas atividades de vida diária sem realizar exercícios resistidos de membro inferior fora

135 das sessões deste estudo.

136 *2.1.2.4. Desfechos*

137 Os desfechos primários foram intensidade da dor, capacidade funcional e cinemática do

138 tronco, pelve e membro inferior. Enquanto os desfechos secundários foram a força da musculatura

139 posterolateral do quadril e joelho, além do nível de satisfação do participante em relação ao

140 tratamento recebido. Todos os desfechos foram mensurados após o tratamento de 12 semanas.

141 Embora a avaliação tenha sido realizada bilateralmente, consideramos para a análise

142 estatística, o membro inferior de maior dor (se o participante apresentasse dor bilateral).

143 2.1.2.4.1. Dor

144 A dor foi mensurada por meio da Escala Visual Analógica (EVA)^{7,11} que varia de 0 a 10,

145 sendo que 10 corresponde à dor extrema. A diferença mínima clinicamente importante (DMCI)
146 corresponde à redução de 2cm¹¹. A dor foi avaliada em dois momentos: 1) dor no último mês
147 (coletado na linha de base); 2) antes e após a realização de duas atividades funcionais:
148 agachamento bilateral a 90° (por 1 min) e subida/descida em um step em 26 cm (por 1 min), que
149 foram avaliados na linha de base e após intervenção.

150 2.1.2.4.2. Função

151 Foram utilizados dois questionários autoaplicáveis: Escala de Atividade de Vida Diária
152 (EAVD)^{21,28,43} e a Escala de Dor Anterior do Joelho (EDAJ)^{14,21,30}, no qual as DMCI equivalem
153 ao aumento de pelo menos 7⁴³ e 13^{11,57} pontos, respectivamente. Tais instrumentos mensuram o
154 grau de limitação funcional nas atividades de vida diária de pacientes com DFP^{14,21,28,43}. A
155 pontuação de ambos questionários variam de 0 a 100, sendo que 0 indica maior comprometimento
156 funcional em relação à dor, e 100 corresponde a nenhum comprometimento funcional.

157 2.1.2.4.3. Cinemática

158 A cinemática 2-D (planos frontal e sagital) do tronco, pelve e membro inferior foi avaliada
159 durante a tarefa de agachamento unipodal. Dez marcadores autoadesivos foram posicionados em
160 pontos anatômicos específicos como determinado no protocolo deste estudo⁵². E então, após a
161 calibração estática do sistema, o participante foi posicionado em apoio unipodal com o membro a
162 ser testado, perna contralateral com joelho fletido a 90° e braços posicionados na cintura. Em
163 seguida, o participante foi orientado a realizar um agachamento profundo (angulação mínima de
164 60°) sem que o pé contralateral tocasse o solo. O teste foi repetido caso algum requisito do teste
165 não fosse cumprido.

166 Após a familiarização, os participantes realizaram 3 repetições do agachamento unipodal
167 de forma consecutivas. Sendo considerado para a análise, a média dos ângulos analisados.

168 Os ângulos analisados foram: valgo do joelho (mensurado pelo ângulo de projeção do plano
169 frontal do joelho - APPFj), inclinação pélvica (APPFp), flexão lateral do tronco (APPFt), flexão
170 de tronco (Ft), flexão de quadril (Fq), flexão do joelho (Fj) e dorsiflexão do tornozelo (DFt).

171 O APPFj foi gerado pelo ângulo de interseção entre uma linha da espinha ilíaca ântero
172 superior ipsilateral (EIASI) ao ponto médio da patela e ponto médio da patela ao ponto médio entre
173 maléolos da tíbia⁵⁸, com valores positivos > 10° indicando valgo^{25,60}. O APPFp foi obtido com
174 uma linha da EIASI à EIAS contralateral, referenciado à horizontal, com valores positivos
175 indicando queda pélvica contralateral⁵⁸. O APPFt foi gerado com uma linha partindo do centro do
176 esterno ao ponto médio entre EIAS, referenciado à vertical, com valores positivos indicando
177 inclinação ipsilateral do tronco⁵⁸. A Ft foi obtida pelo ponto médio do tronco ao ponto médio das
178 EIAS anterior e posterior, referenciado a uma linha vertical perpendicular ao solo. A Fq foi
179 determinada pela interseção entre o ponto médio do tronco ao trocânter maior e do trocânter maior
180 ao epicôndilo lateral femoral¹⁶. A Fj foi gerada pela inserção entre o trocânter maior ao epicôndilo
181 lateral do fêmur e epicôndilo lateral do fêmur a maléolo lateral da tíbia¹⁶. A DFt foi obtida pela
182 interseção entre o epicôndilo lateral do fêmur ao maléolo lateral da tíbia e maléolo lateral à cabeça
183 do 5° metatarso¹⁶.

184 Já que a maioria das voluntárias não conseguiu realizar o agachamento profundo (superior
185 a 60° de flexão de joelho), padronizamos que todos os ângulos acima seriam capturados no
186 momento em que correspondia ao ponto de 60° de flexão do joelho. Sendo determinado
187 visualmente, avançando lentamente, quadro por quadro no vídeo.

188 A análise de confiabilidade inraexaminador foi feito da seguinte forma: randomizou-se 10
189 participantes de forma aleatória. Em seguida, o examinador analisou os vídeos 2-D e calculou
190 isoladamente a cinemetria de cada ângulo em cada sujeito. Sete dias depois, essas análises foram

191 repetidas. Houve excelente confiabilidade intraexaminador (ICC: 0,84 a 0,99 IC 95%).

192 2.1.2.4.4. Força muscular

193 A força isométrica dos músculos quadríceps, abdutores, rotadores laterais e extensores do
194 quadril foram mensurados utilizando o dinamômetro isométrico manual *Lafayette Instrument*
195 *Company*, pois demonstrou boa a excelente confiabilidade inter²⁶ e intraexaminador^{26,48} [ICC 0,75
196 a 0,88; ICC 0,81 – 0,97 respectivamente], nestes grupos musculares em populações de diferentes
197 faixas etárias. O uso de cintas estabilizadoras foi adotado e o posicionamento do participante para
198 a avaliação de cada grupo muscular se encontra detalhado no protocolo deste estudo⁵². O
199 examinador fez um treinamento de 60 horas para familiarizar com o instrumento e os testes.

200 Após a familiarização, as participantes foram orientadas a realizar 3 contrações isométricas
201 voluntárias máximas de cada grupo muscular, com duração de 5 segundos. Sendo adotado um
202 minuto de descanso entre cada medição. Além disso, foi oferecido estímulo verbal durante o teste:
203 “Força Força Força..”.

204 Para análise dos dados, foi considerado a média do teste de cada grupo muscular.

205 2.1.2.4.5. Nível de Satisfação

206 Foi aplicado um questionário qualitativo elaborado exclusivamente pelo investigador do
207 estudo. Tal questionário é composto por duas questões de múltipla escolha (**TABELA 1**), cujo
208 objetivo foi analisar a satisfação do participante frente ao tratamento recebido e sua condição atual.

209 *Tabela 1 aqui*

210 2.1.3. Análise de dados

211 Foi feito análise por intenção de tratar²⁰ por meio da imputação de dados faltantes usando
212 o método *multiple imputation*. Além disso, foi realizada análise por protocolo somente para as
213 voluntárias com dados completos.

214 Para a verificação da normalidade dos dados e a homogeneidade de variância, foram
215 utilizados os testes *Shapiro Wilk* e *Levene*, respectivamente. O pressuposto da esfericidade foi
216 avaliado pelo teste de *Mauchly* e em caso de violação, foi utilizada a correção de *Greenhouse-*
217 *Geisser*. As características da amostra na linha de base (idade, altura, massa corporal, lado com
218 pior dor, dor no último mês e dor no momento atual), foram comparadas entre os grupos a partir
219 do teste *t-student*.

220 O efeito do tratamento foi avaliado pelo teste ANOVA two-way para medidas repetidas,
221 seguida de *pos-hoc* de Boferroni), para verificar a diferença entre os grupos (GF e GTNM) e tempo
222 (linha de base e pós intervenção) para as variáveis de dor, função, cinemática e dinamometria,
223 separadamente. Quando foi observada interação significativa grupo x tempo, os efeitos principais
224 não foram considerados e as comparações múltiplas foram realizadas. Na ausência de interação
225 significativa, os efeitos principais de grupo e tempo foram apresentados.

226 A relevância clínica foi estimada pelo cálculo dos tamanhos de efeito (ES) por meio do
227 método Cohen'd⁹, sendo classificados como ES pequeno (0.00-0.49), ES médio (0.50-0.79) ou
228 grande (> 0.80)⁹.

229 Para todos os testes, o nível de significância considerado foi de $p \leq 0.05$.

230 2.1.4. Resultados

231 Após a avaliação de 383 mulheres, setenta e uma participantes se encaixaram nos critérios
232 de inclusão e foram randomizadas em dois grupos de intervenção, sendo 35 no Grupo de
233 Fortalecimento (GF) e 36 no grupo de Treinamento Neuromuscular (GTNM). O fluxo destas
234 participantes encontra-se representado na **FIGURA 1**. Houve 8,5% de perda de seguimento, sendo
235 4 pacientes do GF e 2 do GTNM (**FIGURA 1**).

236 Como não houve diferença estatística nas análises por protocolo e por intenção de tratar,

237 apenas os resultados estatísticos da análise por intenção de tratar são apresentados neste trabalho.
238 As características antropométricas e aspectos de dor das participantes encontram-se na
239 **TABELA 2**. Os dados da linha de base estão apresentados na primeira coluna das **TABELAS 3** e
240 **4**. Não foi observado diferença estatística significativa entre os grupos.

241 *Figura 1 aqui*

242 *Tabela 2 aqui*

243 *2.1.4.1. Desfechos Primários*

244 *2.1.4.1.1. Dor*

245 Não houve diferenças significativas entre os grupos em se tratar da interação entre grupo e
246 tempo (**TABELA 3**). Enquanto o efeito principal de tempo aponta diferença no quadro de dor de
247 ambos grupos, após 12 semanas de intervenção, sendo a redução clinicamente relevante, ou seja,
248 superior a DMCI de 2 cm na EVA¹¹ (**TABELA 3**). Além disso, foi encontrado efeito principal de
249 grupo para a variável de dor após teste funcional do step. Assim, independente da condição pré ou
250 pós intervenção, o GF apresentou maior escala de dor em relação ao GTNM.

251 *2.1.4.1.2. Função*

252 Não foram observadas interação significativa entre grupo e tempo em nenhuma variável
253 entre os grupos (**TABELA 3**). Mas ambos grupos apresentaram efeito principal de tempo, exibindo
254 maior nível de função pós tratamento (**TABELA 3**), superiores à DMCI de 7⁴³ e 13^{11,57} pontos
255 para EAVD e EDAJ, respectivamente.

256 *2.1.4.1.3. Cinemática*

257 Na **TABELA 3**, estão apresentadas as variáveis cinemáticas de tronco e joelho. Foi
258 observada interação significativa entre grupo e tempo somente para a variável inclinação pélvica.

259 A análise de comparação múltipla revelou que, após a intervenção, o GF apresentou redução
 260 significativa na inclinação pélvica.

261 Foi encontrado efeito principal de tempo para as seguintes variáveis: flexão e inclinação de
 262 tronco, flexão de quadril e joelho, valgo de joelho e dorsiflexão. Assim, independente do grupo, a
 263 flexão e inclinação de tronco, flexão de joelho, valgo e dorsiflexão reduziram após ambas
 264 intervenções quando comparados aos valores obtidos na linha de base. Enquanto a flexão de
 265 quadril apresentou aumento após intervenção em ambos grupos.

266 *Tabela 3 aqui*

267 2.1.4.2. *Desfechos Secundários*

268 2.1.4.2.1. Força muscular

269 Entre os grupos, não houve interação significativa (**TABELA 4**). Contudo, o efeito
 270 principal de tempo mostra que todos os músculos avaliados neste estudo apresentaram melhor
 271 força muscular, em ambos grupos, ao final da 12^a semana de intervenção (**TABELA 4**).

272 *Tabela 4 aqui*

273 2.1.4.2.2. Nível de satisfação

274 As participantes relataram a satisfação em relação ao tratamento como ótimo (77,1% GF;
 275 86% GTNM), muito bom (8,6% GF; 8,3% GTNM) e regular (2,8% GF). Em se tratar à satisfação
 276 frente à redução da dor, 80% (GF) e 88,9%(GTNM) relataram que suas expectativas foram
 277 atendidas, 2,9% (GF) não foram atendidas e 11,4%(GTNM) foram atendidas de forma parcial.

278 *Tabela 4 aqui*

279 2.1.5. Discussão

280 Partindo do pressuposto de que pacientes com DFP apresentam alterações de força e
281 controle motor do tronco^{6,37,38,59}, quadril^{2,33,40,47,50,59} e joelho^{29,42}, hipotetizamos que um programa
282 de reabilitação baseado em fortalecimento e treino neuromuscular poderia proporcionar uma
283 melhora adicional na dor, função e cinemática destes indivíduos. No entanto, os resultados deste
284 estudo mostraram que não houve diferença entre os grupos, e ambos tratamentos foram igualmente
285 eficazes, já que apresentaram melhora clínica nos principais desfechos.

286 Ao nosso conhecimento, apenas um ECR¹⁷ comparou um protocolo de fortalecimento de
287 quadril e joelho associado ao treinamento neuromuscular versus um programa isolado de
288 fortalecimento destes músculos. Apesar de não terem incluído o fortalecimento do tronco¹⁷ nas
289 intervenções, seus resultados foram semelhantes e consistentes ao deste estudo.

290 Embora ambos grupos tenham exibido melhoras significativas na força dos estabilizadores
291 do quadril e joelho, as únicas alterações cinemáticas observadas não foram clinicamente
292 relevantes, mas ambos grupos mostraram redução da dor e aumento da capacidade funcional. Isto
293 indica que existem outros fatores além da força que interferem neste desfecho, como o controle
294 neuromuscular⁶⁰.

295 De acordo com as Diretrizes de Práticas Clínicas de Dor Femoropatelar⁶⁰, para o indivíduo
296 com DFP ser classificado com déficits de coordenação de movimento e se beneficiar com o
297 protocolo neuromuscular, este precisa apresentar valgo dinâmico excessivo ou déficits de controle
298 motor durante uma tarefa dinâmica. Ainda que não exista valores de referência de valgo
299 dinâmico⁶⁰, Harris-Hayes et al²⁵ considerando análise 2-D e o ângulo de projeção do plano frontal
300 do joelho (APPF), classificaram o desalinhamento do membro inferior no plano frontal da seguinte
301 forma: valgo do joelho (movimento superior a +10°), varo do joelho (superior a -10°) e nenhuma

302 alteração (inferior a -10° ou +10°) durante o agachamento unipodal. Frente a isso, as pacientes
303 deste estudo apresentaram desde nenhuma alteração à “valgo leve” ($5,76\pm7,42$ GF; $6,58\pm6,47$) na
304 linha de base. Entretanto, cabe ressaltar a grande variabilidade desta medida cinemática. Sendo
305 assim, o treino neuromuscular não levou a grandes alterações na cinemetria do membro inferior.
306 E, portanto, isso pode indicar que talvez exista um subgrupo específico que responda melhor à
307 intervenções baseadas em treino neuromuscular.

308 Selfe et al⁵⁰, sugeriram a existência de três subgrupos (“forte”; “fraco e encurtado”; “fraco
309 e pronado”) de pacientes com DFP que podem ser identificados e classificados a partir de seis
310 avaliações clínicas de baixo custo e fácil acesso. No entanto, estes autores não consideraram os
311 déficits de controle motor em suas avaliações clínicas. Considerando a importância desses déficits,
312 Willy et al⁶⁰, incorporaram esta condição às suas subcategorias. Pensando nisto, estudos futuros
313 precisam criar protocolos de tratamento específicos para cada subgrupo e avaliar a validação destas
314 intervenções nestas subcategorias, principalmente, pensando no componente neuromuscular.

315 Outro fato importante, é que as pacientes deste estudo eram ativas e realizavam diversas
316 modalidades, sendo que a grande maioria realizava atividades físicas que exigiam pouca demanda
317 e sobrecarga do controle motor (como caminhada), e os resultados deste estudo só podem ser
318 extrapolados para indivíduos com as mesmas características. E pode ser que populações que
319 realizem atividades com maiores sobrecargas motoras, possam vir apresentar melhores resultados
320 frente ao tratamento com componente neuromuscular.

321 Contudo, é essencial salientar que, independentemente do tipo de tratamento recebido, a
322 intensidade da dor e a função melhoraram de forma estatística e clinicamente relevante, sendo que
323 a melhora média foi maior que a DMCI para dor (2cm EVA)^{11,22} e função (7 pontos EAVD e 13
324 pontos EDAJ)^{11,43,57} e esta melhora clinicamente relevante também pode ser comprovada pelo

325 nível de satisfação das pacientes. Estes desfechos são centrados no paciente e refletem de forma
326 direta seus sintomas e queixas principais. Além disso, ao reconsiderar o cálculo amostral usando
327 apenas a DMCI da variável dor, seriam necessárias 30 participantes por grupo. Desta forma, nosso
328 tamanho amostral possui poder suficiente para afirmar os efeitos observados nesta variável.
329 Ademais, dos pacientes que compareciam com dor logo no início da sessão, cerca de 81% do GF
330 e 70% do GTNM apresentaram ausência de dor no início da sessão a partir da 8^a semana.

331 Ao nosso conhecimento, o presente estudo foi o segundo ensaio clínico randomizado que
332 buscou analisar os efeitos de um protocolo de fortalecimento do tronco quadril e joelho combinado
333 ao treino neuromuscular em pacientes com DFP¹. Mas foi o primeiro estudo que comparou os
334 efeitos deste programa de exercícios ao protocolo isolado de fortalecimento destes mesmos
335 músculos. Além disso, os exercícios do nosso protocolo neuromuscular foram mais desafiadores,
336 dinâmicos e de maior duração quando comparado ao de Rabelo et al¹⁷, que só realizaram a
337 intervenção durante 4 semanas, e a maioria dos exercícios neuromusculares de apoio unipodal
338 eram estáticos e além disso, a angulação máxima dos exercícios eram até 30° de flexão de joelho.
339 Já sabemos que em 60° de flexão do joelho, ocorre maior ativação dos componentes musculares
340 do quadriceps e ainda se tem proteção da articulação femoropatelar³. E, de forma geral, os
341 exercícios realizados por ambos grupos deste estudo, são amplamente utilizados em programas de
342 fortalecimento em pacientes com DFP^{1,17,19}.

343 Mas este estudo apresenta como limitação, a ausência de follow-up.

344 Outro ponto a ser indicado, seria a possibilidade em trabalhos futuros, utilizar a
345 classificação de subcategorias proposta pela Diretrizes de Práticas Clínicas da DFP⁶⁰, o que
346 poderia promover resultados diferentes a quem for submetido ao protocolo neuromuscular.

347 2.1.6. Conclusão

348 A adição do treino neuromuscular ao programa de fortalecimento da musculatura do tronco,
349 quadril e joelho não promoveu melhoras superiores na intensidade da dor, capacidade funcional e
350 cinemática, quando comparado ao protocolo isolado de fortalecimento destes mesmos músculos.

351 2.1.7. Pontos chave

352 Resultados: A dor e função melhoraram de forma substancial e clínica após 12 semanas de
353 tratamento, independentemente do tipo de intervenção recebida. E essa melhora clínica também
354 pode ser justificada pela satisfação dos pacientes em relação ao tratamento recebido e expectativas
355 quanto a redução da dor que foram atendidas. Mas o treino neuromuscular não foi mais eficaz que
356 o protocolo isolado de fortalecimento, em termos de dor, função e cinemática.

357 Achados: Este estudo mostra que, em mulheres ativas com DFP, que estão expostas à menor
358 demanda muscular no dia a dia, ambos tratamentos foram igualmente efetivos.

359 Precauções: Todas as participantes deste estudo foram mulheres ativas regulares e irregulares entre
360 18 e 30 anos, e portanto, não podemos extrapolar esses resultados para populações diferentes.

361 Detalhes do Estudo

362 Registro Clínico: ensaiosclinicos.gov.br RBR-8c7267

363 Aprovação de ética e consentimento para participar

364 Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Uberlândia
365 (CEP-UFU), sob número de protocolo CAAE: 57621316.0.0000.5152. O formulário de
366 consentimento (escrito) para participar deste estudo foi obtido de todos os participantes, e seus
367 direitos foram protegidos.

368 Compartilhamento de dados e material

369 Os dados relevantes estão inclusos no artigo. Mas o conjunto de dados gerados e/ou analisados

370 durante este estudo serão disponibilizados pelo autor correspondente mediante solicitação.

371 Contribuição dos autores

372 NCS e LRF desenvolveram o conceito e o design do protocolo. LRF realizou a
373 randomização e alocação aleatória dos voluntários para os grupos. NCS, MGG, MCS e MBON
374 participaram da execução do protocolo do projeto, sendo MCS o avaliador cego e demais três
375 autores aplicaram as intervenções. MCS tabulou os dados da avaliação. LRF realizou o cálculo
376 estatístico. NCS analisou e interpretou os dados, além de elaborar o manuscrito com as
377 contribuições críticas da LRF. Todos os autores leram e aprovaram a versão final do manuscrito.

378 **Referências**

- 379 1. Baldon RDM, Serrão FV, Silva, RS, Piva SR. Effects of functional stabilization training on pain,
380 function, and lower extremity biomechanics in women with patellofemoral pain: a randomized
381 clinical trial. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2014; 44:240-A8.
382 <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.2014.4940>
- 383 2. Barton CJ, Lack S, Malliaras P, Morrissey D. Gluteal muscle activity and patellofemoral pain
384 syndrome: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2013; 47:207-214.
385 <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-090953>
- 386 3. Bevilaqua-Grossi D, Felicio LR, Simões R, Coqueiro KRR, Monteiro-Pedro V. Avaliação
387 eletromiográfica dos músculos estabilizadores da patela durante exercício isométrico de
388 agachamento em indivíduos com síndrome da dor femoropatelar. *Rev Bras Med Esporte.*
389 2005;11:159-163. <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922005000300001>
- 390 4. Bley AS, Correa JCF, dos Reis AM, Rabelo NDA, Marchetti PH, Lucareli PRG. Propulsion
391 phase of the single leg triple hop test in women with patellofemoral pain syndrome: a
392 biomechanical study. *PLoS One.* 2014; 9:e97606. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0097606>
- 393 5. Boling M, Padua D, Marshall S, Guskiewicz K, Pyne S, Beutler A. Gender differences in the
394 incidence and prevalence of patellofemoral pain syndrome. *Scand J Med Sci Sports.* 2010;
395 20:725-730. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.00996.x>
- 396 6. Briani RV, Waiteman MC, Albuquerque CE de. et al. Lower trunk muscle thickness is
397 associated with pain in women with patellofemoral pain. *J Ultrasound Med.* 2019;38:2685-2693.
398 <https://doi.org/10.1002/jum.14973>

- 400 7. Chesworth, BM, Culham EG, Tata GE, Peat M. Validation of outcome measures in patients
 401 with patellofemoral syndrome 1. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1989; 10:302-308.
 402 <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.1989.10.8.302>
- 403 8. Chiu JK, Wong YM, Yung PSH, Ng GYF. The effects of quadriceps strengthening on pain,
 404 function, and patellofemoral joint contact area in persons with patellofemoral pain. *Am J Phys
 405 Med Rehabil.* 2012;91:98–106. <https://doi.org/10.1097/PHM.0b013e318228c505>
- 406 9. Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2nd ed. New York, NY:
 407 Academic Press; 1977.
- 408 10. Cowan SM, Crossley KM, Bennell KL. Altered hip and trunk muscle function in individuals
 409 with patellofemoral pain. *Br J Sports Med.* 2009; 43:584-588.
 410 <https://doi.org/10.1136/bjsm.2008.053553>
- 411 11. Crossley KM, Bennell KL, Cowan SM, Green S. Analysis of outcome measures for persons
 412 with patellofemoral pain: which are reliable and valid? *Arch Phys Med Rehabil.* 2004; 85:815-
 413 822. [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(03\)00613-0](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(03)00613-0)
- 414 12. Crossley KM, Van Middelkoop M, Callaghan MJ, Collins NJ, Rathleff MS, Barton CJ. 2016
 415 patellofemoral pain consensus statement from the 4th international patellofemoral pain research
 416 retreat, manchester. Part 1: terminology, definitions, clinical examination, natural history,
 417 patellofemoral osteoarthritis and patient-reported outcome measures. *Br J Sports Med.*
 418 2016;50:839-843. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096384>
- 419 13. Crossley KM. Is patellofemoral osteoarthritis a common sequela of patellofemoral pain? *Br J
 420 Sports Med.* 2014;48:409–410. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093445>
- 421 14. Da Cunha RA, Costa LOP, Hespanhol Jr LCH, Pires RS, Kujala UM, Lopes AD.
 422 Translation, cross-cultural adaptation, and clinimetric testing of instruments used to assess
 423 patients with patellofemoral pain syndrome in the brazilian population. *J Orthop Sports Phys
 424 Ther.* 2013;43:332-339. <https://doi.org/10.2519/jospt.2013.4228>
- 425 15. Davis, IS, Powers CM. Patellofemoral pain syndrome: proximal, distal and local factors: an
 426 international research retreat. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40:A1-a48.
 427 <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.0302>
- 428 16. Dingenen B, Malfait B, Vanrenterghem J, et al. Can two-dimensional measured peak sagittal
 429 plane excursions during drop vertical jumps help identify three-dimensional measured joint
 430 moments? *The Knee.* 2015;22:73-79. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2014.12.006>
- 431 17. dos Anjos Rabelo ND, Costa LOP, Lima BM de. et al. Adding motor control training to
 432 muscle strengthening did not substantially improve the effects on clinical or kinematic outcomes
 433 in women with patellofemoral pain: a randomised controlled trial. *Gait Posture.* 2017;58:280-
 434 286. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.08.018>
- 435 18. dos Reis AC, Correa JCF, Bley AS, dos Anjos Rabelo ND, Fukuda TY, Lucareli PRG.
 436 Kinematic and kinetic analysis of the single-leg triple hop test in women with and without
 437

- 438 patellofemoral pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2015;45:799-807.
439 <https://doi.org/10.2519/jospt.2015.5011>
- 440 19. Earl JE, Hoch AZ. A proximal strengthening program improves pain, function, and
441 biomechanics in women with patellofemoral pain syndrome. *Am J Sports Med.* 2010;39:154-163.
442 <https://doi.org/10.1177/0363546510379967>
- 443 20. Elkins MR, Moseley AM. Intention-to-treat analysis. *J Physiother.* 2015;61:165–7.
444 <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2015.05.013>
- 445 21. Esculier JF, Roy JS, Bouyer LJ. Psychometric evidence of self-reported questionnaires for
446 patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *Disabil Rehabil.* 2013;35:2181-2190.
447 <https://doi.org/10.3109/09638288.2013.774061>
- 449 22. Farrar JT, Young Jr JP, LaMoreaux L, Werth JL, Poole RM. Clinical importance of changes
450 in chronic pain intensity measured on an 11-point numerical pain rating scale. *Pain.*
451 2001;94:149-158. [https://doi.org/10.1016/S0304-3959\(01\)00349-9](https://doi.org/10.1016/S0304-3959(01)00349-9)
- 452 23. Fukuda TY, Melo WP, Zaffalon BM. et al. Hip posterolateral musculature strengthening in
453 sedentary women with patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled clinical trial with
454 1-year follow-up. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2012;42:823-830.
455 <https://doi.org/10.2519/jospt.2012.4184>
- 456 24. Galviano NR, Kew M, Hart JM, Saliba S. Demographic and epidemiological trends in
457 patellofemoral pain. *Int J Sports Phys Ther.* 2015;10:281-290.
- 458 25. Harris-Hayes M, Steger-May K, Koh C, Royer NK, Graci V, Salsich GB. Classification of
459 lower extremity movement patterns based on visual assessment: reliability and correlation with
460 2-dimensional video analysis. *J Athl Train.* 2014;304-310. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-49.2.21>
- 462 26. Hébert LJ, Maltais DB, Lepage C, Saulnier J, Crête M, Perron M. Isometric Muscle Strength
463 in Youth Assessed by Hand-held Dynamometry: A Feasibility, Reliability, and Validity Study A
464 Feasibility, Reliability, and Validity Study. *Pediatr Phys Ther.* 2011;23:289-299.
465 <https://doi.org/10.1097/PEP.0b013e318227ccff>.
- 466 27. Herrington L. Knee valgus angle during single leg squat and landing in patellofemoral pain
467 patients and controls. *Knee.* 2014;21:514-517. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2013.11.011>
- 469 28. Irrgang JJ, Snyder-Mackler L, Wainner RS, Fu FH, Harner CD. *Et al.* Development of a
470 patient-reported measure of function of the knee. *J Bone Joint Surg.* 1998;80:1132-45.
471 <https://doi.org/10.2106/00004623-199808000-00006>
- 472 29. Kaya D, Citaker S, Kerimoglu U. et al. Women with patellofemoral pain syndrome have
473 quadriceps femoris volume and strength deficiency. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.*
474 2010;9:242-247. <https://doi.org/10.1007/s00167-010-1290-2>

- 475 30. Kujala UM, Jaakkola LH, Koskinen SK, Taimela S, Hurme M, Nelimarkka O. Scoring of
 476 patellofemoral disorders. *Arthroscopy*. 1993;9:159-163. [https://doi.org/10.1016/S0749-8063\(05\)80366-4](https://doi.org/10.1016/S0749-8063(05)80366-4).
- 478
- 479 31. Lack S, Barton C, Sohan O, Crossley K, Morrissey D. Proximal muscle rehabilitation is
 480 effective for patellofemoral pain: a systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med.*
 481 2015;49:1365-1376. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094723>
- 482 32. Lack S, Neal B, Silva DO, Barton C. How to manage patellofemoral pain – understanding
 483 the multifactorial nature and treatment options. *Phys Ther Sport*. 2018;32:155-166.
 484 <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.04.010>
- 485 33. Magalhães E, Fukuda TY, Sacramento SN, Forgas A, Cohen M, Abdalla RJ. A comparison
 486 of hip strength between sedentary females with and without patellofemoral pain syndrome. *J
 487 Orthop Sports Phys Ther*. 2010;40:641-647. <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3120>
- 488 34. Magalhães E, Silva AP, Sacramento SN, Martin RL, Fukuda TY. Isometric strength ratios of
 489 the hip musculature in females with patellofemoral pain: a comparison to pain free controls. *J
 490 Strength Cond Res*. 2013;27:2165-2170. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318279793d>
- 491 35. Mascal CL, Landel R, Powers C. Management of patellofemoral pain targeting hip, pelvis,
 492 and trunk muscle function: 2 case reports. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2003;33:647-660.
 493 <https://doi.org/10.2519/jospt.2003.33.11.647>
- 494 36. Melo AB, Carvalho EM, de Sá FG dos S, Cordeiro JP, Leopoldo AS, Lima-Leopoldo AP..
 495 Nível de atividade física dos estudantes de graduação em educação física da Universidade
 496 Federal do Espírito Santo. *J Phys Educ*. 2016;27:e2723
 497 <https://doi.org/10.4025/jphyseduc.v27i1.2723>
- 498 37. Motealleh A, Yoosefinejad AK, Ghoddosi M, Azhdari N, Pirouzi S. Trunk postural control
 499 during unstable sitting differs between patients with patellofemoral pain syndrome and healthy
 500 people: a cross-sectional study. *Knee*. 2019;26:26-32. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2018.10.002>
- 501 38. Nakagawa TH, Maciel CD, Serrão FV. Trunk biomechanics and its association with hip and
 502 knee kinematics in patients with and without patellofemoral pain. *Man Ther*. 2015;20:189-193.
 503 <https://doi.org/10.1016/j.math.2014.08.013>
- 504 39. Nakagawa TH, Moriya ETU, Maciel CD, Serrão FV. Frontal plane biomechanics in males
 505 and females with and without patellofemoral pain. *Med Sci Sports Exerc*. 2012;44:1747-1755.
 506 <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318256903a>
- 507 40. Nakagawa TH, Moriya ETU, Maciel CD, Serrão FV. Trunk, pelvis, hip, and knee
 508 kinematics, hip strength, and gluteal muscle activation during a single-leg squat in males and
 509 females with and without patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys The*.
 510 2012;42:491-501. <https://doi.org/10.2519/jospt.2012.3987>
- 511 41. Nascimento LR, Teixeira-Salmela LF, Souza RB, Resende RA. Hip and knee strengthening
 512 is more effective than knee strengthening alone for reducing pain and improving activity in

- 513 individuals with patellofemoral pain: a systematic review with meta-analysis. *J Orthop Sports*
 514 *Phys The.* 2018;48:19-31. <https://doi.org/10.2519/jospt.2018.7365>
- 515 42. Pattyn E, Verdonk P, Steyaert A. Vastus medialis obliquus atrophy: does it exist in
 516 patellofemoral pain syndrome? *Am J Sports Med.* 2011;39:1450-1455.
 517 <https://doi.org/10.1177/0363546511401183>
- 518 43. Piva SR, Gil AB, Moore CG, Fitzgerald GK. Responsiveness of the activities of daily living
 519 scale of the knee outcome survey and numeric pain rating scale in patients with patellofemoral
 520 pain. *J Rehabil Med.* 2009;41:129-135. <https://doi.org/10.2340/16501977-0295>
- 521 44. Powers CM, Bolgla L, Callaghan M, Collins N, Sheehan F. Patellofemoral pain: proximal,
 522 distal, and local factors 2nd international research retreat. *J Orthop Sports Phys The.*
 523 2012;42:A1-A54. <https://doi.org/10.2519/jospt.2012.0301>
- 524 45. Powers CM, Witvrouw E, Davis IS, Crossley KM. Evidence-based framework for a
 525 pathomechanical model of patellofemoral pain: 2017 patellofemoral pain consensus statement
 526 from the 4th international patellofemoral pain research retreat, manchester, uk: part 3. *Br J*
 527 *Sports Med.* 2017;51:1713-1723. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098717>
- 528 46. Prins MR, Van der Wurff P. Females with patellofemoral pain syndrome have weak hip
 529 muscles: a systematic review. *Aust J Physiother.* 2009;55:9-15. [https://doi.org/10.1016/S0004-9514\(09\)70055-8](https://doi.org/10.1016/S0004-9514(09)70055-8)
- 531 47. Rathleff MS, Rathleff CR, Crossley KM, Barton CJ. Is hip strength a risk factor for
 532 patellofemoral pain? A systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2014;48:1088-
 533 1088. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-093305>
- 534 48. Robinson RL, Nee RJ. Analysis of hip strength in females seeking physical therapy treatment
 535 for unilateral patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007;37:232-238.
 536 <https://doi.org/10.2519/jospt.2007.2439>
- 537
- 538 49. Roush JR, Bay RC. Prevalence of anterior knee pain in 18-35 year-old females. *International*
 539 *J Orthop Sports Phys The.* 2012;7:396-401.
- 540 50. Selfe J, Jassen J, Callaghan M. et al. Are there three main subgroups within the
 541 patellofemoral pain population? A detailed characterisation study of 127 patients to help develop
 542 targeted intervention (tipps). *Br J Sports Med.* 2016;50:873-880.
 543 <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094792>
- 544 51. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Controle motor: teoria e aplicações práticas. 3th ed.
 545 Barueri, SP: Manole, 2010.
- 546 52. Silva NC, Silva MC, Guimarães MG, Nascimento MBO, Felicio LR. Effects of
 547 neuromuscular training and strengthening of trunk and lower limbs muscles in women with
 548 patellofemoral pain: a protocol of randomized controlled clinical trial, blinded. *Trials.*
 549 2019;20:586-out. <https://doi.org/10.1186/s13063-019-3650-7>

- 550 53. Smith BE, Selfe J, Thacker D. et al. Incidence and prevalence of patellofemoral pain: a
551 systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2018;13:E0190892.
552 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190892>
- 553 54. Souza RB, Powers CM. Differences in hip kinematics, muscle strength, and muscle
554 activation between subjects with and without patellofemoral pain. *J Orthop Sports Phys The.*
555 2009;39:12-19. <https://doi.org/10.2519/jospt.2009.2885>
- 556 55. Thomas MJ, Wood L, Selfe J, Peat G. Anterior knee pain in younger adults as a precursor to
557 subsequent patellofemoral osteoarthritis: a systematic review. *BMC Musculoskelet Disord.*
558 2010;11:201. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-11-201>
- 559 56. Van Cant J, Pineux C, Pitance L, Feipel V. Hip muscle strength and endurance in females
560 with patellofemoral pain: a systematic review with meta-analysis. *Int J Sports Phys Ther.*
561 2014;9:564-out.
- 562 57. Watson CJ, Propps M, Ratner J, Zeigler DL, Horton P, Smith SS. et al. Reliability and
563 responsiveness of the lower extremity functional scale and the anterior knee pain scale in patients
564 with anterior knee pain. *J Orthop Sports Phys The.* 2005;35:136-146.
565 <https://doi.org/10.2519/jospt.2005.35.3.136>
- 566 58. Werner DM, Di Stasi S, Lewis CL, Barrios JA. Test-retest reliability and minimum
567 detectable change for various frontal plane projection angles during dynamic tasks. *Phys Ther*
568 *Sport.* 2019;40:169-176. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.09.011>
- 569 59. Willson JD, Davis IS. Lower extremity strength and mechanics during jumping in women
570 with patellofemoral pain. *J Sport Rehabil.* 2009;18:76-90. <https://doi.org/10.1123/jsr.18.1.76>
- 571 60. Willy RW, Hoglund LT, Barton CJ. et al. Patellofemoral pain: clinical practice guidelines
572 linked to the international classification of functioning, disability and health from the academy of
573 orthopaedic physical therapy of the american physical therapy association. *J Orthop Sports Phys*
574 *The.* 2019;49:Cpg1-Cpg95. <https://doi.org/10.2519/jospt.2019.0302>

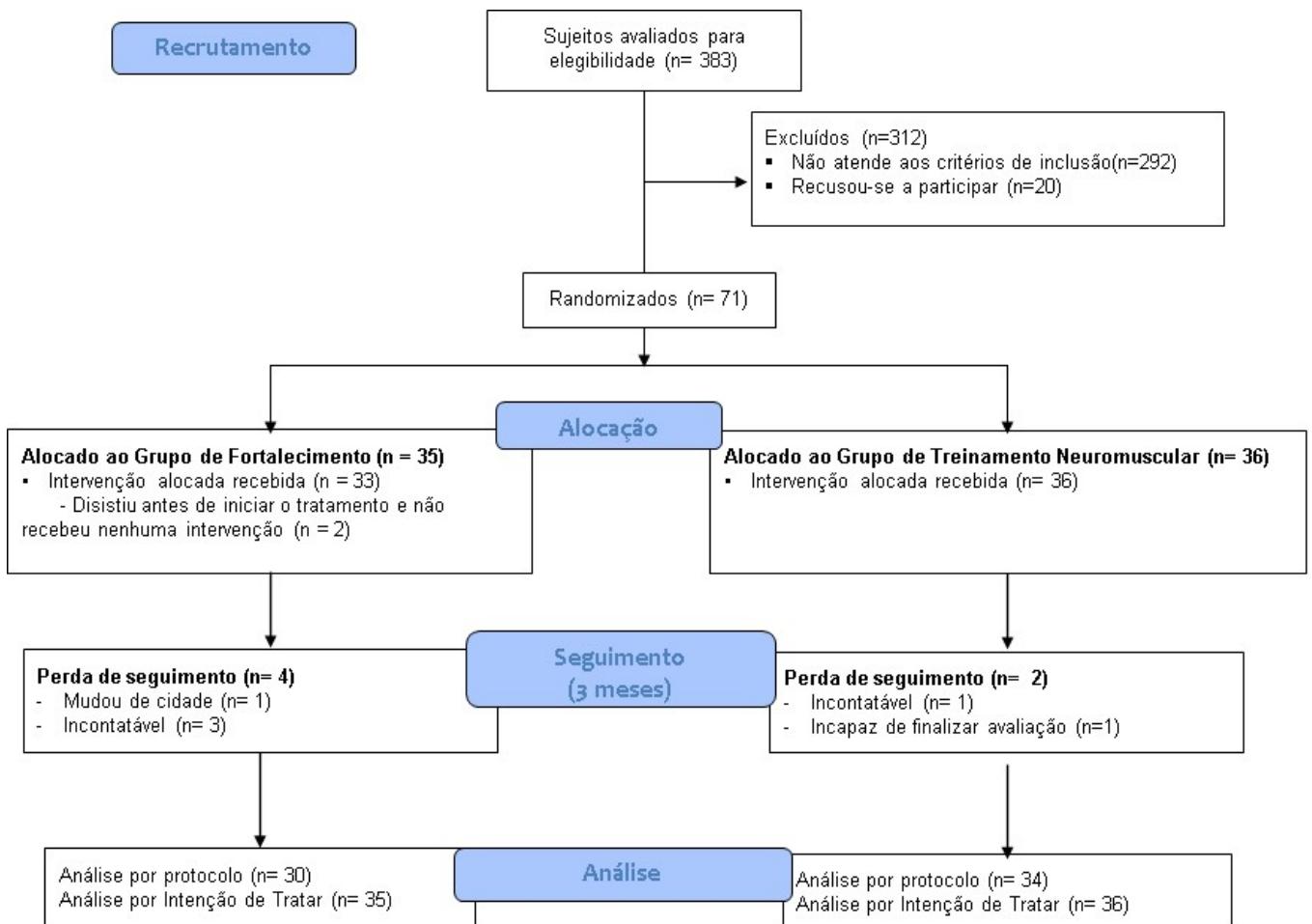


FIGURA 1. Fluxograma do Estudo (CONSORT fluxograma)

TABELA 1. Questionário qualitativo do nível de satisfação do paciente

1. Qual é seu nível de satisfação em relação ao tratamento que você recebeu nesses últimos três meses?		2. O tratamento atingiu suas expectativas quanto à redução da dor no seu joelho?	
a) Ótimo		a) Sim	
b) Muito bom		b) Não	
c) Bom		c) Parcialmente	
d) Regular			
e) Insatisfatório			

TABELA 2. Características antropométricas e aspectos de dor

	GF (n = 35)	GTM (n = 36)
Idade (anos)*	22,74 (3,10)	23,61 (2,86)
Altura (metros)*	163,00 (5,81)	163,40 (7,07)
Massa corporal (Kg)*	61,62 (10,88)	67,31 (17,75)
Lado com pior dor (D:E)	23:12	18:18
Dor no último mês – EVA(cm)*†	6,9 (2,0)	6,1 (2,1)
Dor no momento atual – EVA(cm)*‡	2,4 (3,1)	1,9 (2,1)

Abreviações: D, Direito; E, Esquerdo; EVA, Escala Visual Analógica; GF, Grupo Fortalecimento; GTNM, Grupo Treinamento Neuromuscular.

*Valores apresentados correspondem à média (DV).

†Escala de 10cm, de 0 (nenhuma dor) a 10 (pior dor experimentada)

‡Corresponde a dor que o participante relatou no dia da avaliação, antes de realizar o primeiro teste funcional. Ou seja, momento pré teste. Todos os sujeitos randomizados foram incluídos nesta análise.

Não houve diferenças entre os grupos ($p < 0,05$)

TABELA 3. Medidas de Resultado Primário

	Linha de Base*		Média das diferenças Intragrupo pós intervenção [†] (95% de IC)		Média das diferenças em Change Score Intergrupo após intervenção [‡] (95% de IC)	Tamanho de efeito		GxT	G	T
	GF (n=35)	GTNM (n=36)	GF (n=35)	GTNM (n=36)		GF (n=35)	GTNM (n=36)	P	P	P
Dor, EVA[§]										
Pré teste	2,42 (3,05)	1,93 (2,11)	-2,24 (-3,05; -1,43)	-1,70 (-2,50; -0,91)	-0,54 (-1,67; 0,59)	1,00	1,10	0,34	0,55	<0,001
Pós teste de agachamento	4,07 (3,25)	3,45 (2,49)	-3,15 (-4,07; -2,23)	-2,69 (-3,60; -1,78)	-0,46 (-1,75; 0,83)	1,25	1,37	0,48	0,35	<0,001
Pós teste do step (26 cm)	5,22 (3,25)	3,93 (2,62)	-3,96 (-5,02; -2,91)	-3,13 (-4,17; -2,08)	-0,83 (-2,32; 0,64)	1,45	1,58	0,25	0,04	<0,001
Função, ptos										
EAVD	41,17 (11,05)	43,72 (10,69)	15,36 (11,51; 19,20)	16,99 (13,20; 20,78)	1,63 (-3,76; 7,03)	1,44	1,70	0,54	0,10	<0,001
EDAJ	62,34 (11,54)	65,27 (10,36)	16,57 (12,37; 20,77)	16,78 (12,64; 20,93)	0,21 (-5,68; 6,11)	1,61	1,69	0,94	0,11	<0,001
Cinemática, grau										
Flexão anterior de tronco	23,47 (10,91)	21,91 (7,65)	-0,06 (-1,41; 1,27)	0,32 (-1,00; 1,65)	0,39 (-1,49; 2,28)	0,00	0,04	0,67	0,52	0,78
Inclinação de tronco	4,90 (3,27)	5,24 (4,04)	-0,16 (-0,51; 0,17)	-0,13 (-0,47; 0,20)	-0,03 (-0,45; 0,51)	0,05	0,03	0,90	0,68	0,21
Inclinação pélvica	3,98 (3,87)	2,93 (2,71)	-0,72 (-1,09; -0,36) [¶]	0,10 (-0,25; 0,46)	0,83 (0,32; 1,34)	0,19	0,04	0,002	0,39	0,01
Flexão de Quadril	36,92 (12,78)	36,51 (9,48)	1,43 (0,55; 2,30)	0,92 (0,06; 1,79)	-0,51 (-1,73; 0,72)	0,11	0,10	0,41	0,79	<0,001
Flexão de Joelho	59,79 (0,87)	59,94 (0,33)	-0,08 (-0,49; 0,33)	-0,17 (-0,57; 0,23)	-0,09 (-0,66; 0,48)	0,08	0,20	0,75	0,47	0,38
Valgo de Joelho	5,76 (7,42)	6,58 (6,47)	-0,48 (-0,87; -0,09)	-0,31 (-0,70; 0,06)	-0,17 (-0,71; 0,38)	0,06	0,05	0,55	0,57	0,005
Dorsiflexão	31,13 (3,91)	30,35 (5,04)	-0,74 (-1,48; 0,00)	-0,64 (-1,37; 0,09)	-0,10 (-0,93; 1,14)	0,19	0,14	0,84	0,43	0,01

Abreviações: EAVD, Escala de Atividade de Vida Diária; EDAJ, Escala para Dor anterior no Joelho; EVA, Escala Visual Analógica; G, Efeito principal de grupo; T, efeito principal de tempo; GxT, efeito de interação; GF, Grupo Fortalecimento; GTNM, Grupo Treinamento Neuromuscular; IC, Intervalo de confiança.

*Valores apresentados correspondem à média (DV).

[†]Média das diferenças Intragrupo: pós intervenção – linha de base.

[‡]Média das diferenças em Change Score Intergrupo após intervenção: pós intragrupo GTNM – pós intragrupo GF

[§]Escala de 10 centímetros, de 0 (nenhuma dor) a 10 (pior dor experimentada).

^{||}Escala de 100 pontos, de 0 (maior comprometimento funcional) a 100 (nenhum comprometimento funcional).

[¶]Diferença estatística a partir da linha de base.

TABELA 4. Medidas de Resultado Secundário

	Linha de Base*		Média das diferenças (95% de IC) Intragrupo - Pós intervenção		Média das diferenças em Change Score Intergrupo após intervenção [‡] (95% de IC)	Tamanho de efeito		GxT	G	T
	GF (n=35)	GTNM (n=36)	GF (n=35)	GTNM (n=36)		GF (n=35)	GTNM (n=36)	P	P	P
Força, N										
Extensores de Joelho	407,53 (146,86)	376,74 (137,29)	40,45 (14,76; 66,15)	44,21 (18,88; 69,55)	3,76 (-32,32; 39,84)	0,28	0,31	0,83	0,37	<0,001
Rotadores Laterais de Quadril	122,75 (40,43)	119,31 (38,37)	17,55 (8,73; 26,36)	14,48 (5,79; 23,17)	-3,06 (-15,44; 9,31)	0,42	0,38	0,63	0,57	<0,001
Abdutores de Quadril	106,73 (50,95)	109,90 (28,85)	14,62 (3,73; 25,52)	20,04 (9,29; 30,78)	5,41 (-9,88; 20,71)	0,32	0,60	0,48	0,49	<0,001
Extensores de Quadril	172,00 (94,36)	180,64 (113,08)	71,86 (38,52; 105,21)	35,54 (2,66; 68,42)	-36,32 (-83,15; 10,51)	0,75	0,34	0,12	0,64	<0,001

Abreviações: G, Efeito principal de grupo; T, efeito principal de tempo; GxT, efeito de interação; GF, Grupo Fortalecimento; GTNM, Grupo Treinamento Neuromuscular;

*Valores apresentados correspondem à média (DV).

† Média das diferenças Intragrupo: pós intervenção – linha de base.

‡Média das diferenças em Change Score Intergrupo após intervenção: pós intragrupo GTNM – pós intragrupo GF.

Não houve diferenças entre os grupos ($p < 0,05$).

STUDY PROTOCOL

Open Access



Effects of neuromuscular training and strengthening of trunk and lower limbs muscles in women with Patellofemoral Pain: A protocol of randomized controlled clinical trial, blinded

Natália Camin Silva, Matheus de Castro Silva, Morisa Garcia Guimarães, Manoela Beatriz de Oliveira Nascimento and Lilian Ramiro*

Abstract

Background: Patellofemoral pain (PFP) often affects young women, and the etiology is multifactorial and poorly understood. Conservative intervention has been focused on risk factors or aggravating factors and is composed of hip- and knee-strengthening exercises, as this population often has muscle weakness and poor motor control during daily and sports activities. The objective of this study was to evaluate the additional effects of neuromuscular training in a conservative treatment of trunk-, hip-, and knee-muscle strengthening on pain, function, and kinematics of the trunk, pelvis, and lower limb in women with PFP.

Methods: This is a randomised clinical trial, controlled, blinded. Ninety women who are active and engage in physical activity up to twice a week will be recruited. All participants will undergo an individual physiotherapy assessment and then will be allocated randomly into two groups. Thereafter, both groups will undergo a 12-week intervention protocol: group 1 will perform strengthening exercises for the trunk, hip, and knee muscles, while group 2 will receive the same treatment, with the inclusion of neuromuscular training exercises on the fourth week. At the end of the intervention, the volunteers will be evaluated. The primary outcomes will be pain intensity (using a Visual Analog Scale: over the last month, squat 90°, and step of 26 cm during 1 min), functional capacity (Anterior Knee Pain Scale and Activities of Daily Living Scale), and 2D kinematics of the trunk, pelvis, and lower limb during the single-leg squat. The secondary outcomes correspond to the isometric muscular strength of the lower limb and the level of satisfaction from the intervention.

Discussion: The present study was initiated on 28 January 2018 and is currently in progress, scheduled for completion in July 2019. The results of this study should contribute to the physiotherapeutic treatment of women with PFP by aggregating information on the benefits of adding neuromuscular training to strengthening of the trunk and lower-limb muscles.

Trial registration: Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos, ID: [RBR-8c7267](#). Registered on 2 August 2017.

Keywords: Patellofemoral pain, Muscle strength, Neuromuscular training, Kinematics, Hip and knee

* Correspondence: lilianrf@ufu.br

Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia na Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Faculdade de Educação Física e Fisioterapia (FAEFI) , Rua Benjamin Constant, 1286, Uberlândia, MG CEP: 38400-678, Brazil



© The Author(s). 2019 **Open Access** This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated.

Background

Patellofemoral pain (PFP) is a common musculoskeletal impairment, with high incidence, involving adolescents, military personnel, and elite athletes [1], with an annual prevalence of 22.7% of the general adult population [1], being higher in women [1]. It is defined by pain in the anterior region of the knee, which is accentuated by performing activities that increase the load on the patellofemoral joint, such as squatting and going up and down the stairs [2, 3]. It is believed that PFP is a potentially contributing risk factor for the development of patellofemoral osteoarthritis [4–6].

The etiology of PFP is very complex, multifactorial [7, 8] and seems to involves the biopsychosocial aspects of each individual [9]. It is known that the population with PFP presents anxiety, depression, catastrophism, and fear of movement of the painful joint, and these are correlated with pain [10]. However, more studies are needed to better understand the role of psychological, social, cultural, and behavioral aspects in the development of PFP. In general, the biological factors are associated with abnormal joint load/stress [8].

According to a recent systematic review and meta-analysis of prospective studies [7], isometric/isokinetic weakness of the quadriceps is a strong risk factor for the development of PFP, and moderate evidence indicates that increased strength of the hip abductors is a predictor of PFP in adolescents. However, because of the complexity of PFP, prospective longitudinal studies are still needed to identify possible risk factors [7, 11].

It is known that the population with PFP has a deficit of strength and motor control of the trunk [8, 12–14], posterolateral musculature of the hip [8, 12–17], and quadriceps [7, 8, 12, 18]. Some authors indicate a probable relationship between PFP and lack of appropriate control of lower-limb movement especially in strenuous activities [8, 14, 19–24], in which this motor-control deficit causes excessive dynamic valgus, increasing the lateralization of the patella and, thus, patellofemoral stress [25, 26]. Thus, excessive dynamic valgus is a potentially predictive factor for PFP [26, 27]. In view of this, the use of a protocol that aims to improve the kinematics of the lower limb is indicated, thus minimizing patellofemoral stress [24].

Conservative treatment for PFP has been focused on trunk- and hip-muscle-strengthening protocols associated with strengthening of the knee musculature [28–33], as pain reduction and motor function improvement were observed in these patients [28, 29, 34].

In view of the kinematic characteristics of this population, the integration of neuromuscular training to the strengthening protocol may be important. However, the evidence-base is poor and unclear [32, 33, 35–37]. We found only five studies that evaluated these phases of

physical therapy in patients with PFP. One was a case report [32]; two studies observed the effect of motor control under dynamic alignment during gait [35, 36]; one study evaluated trunk and lower-limb kinematics following an isolated knee-strengthening and stretching program versus a hip-strengthening program associated with neuromuscular training [33]. Moreover, only one study evaluated the additional effect of neuromuscular training, concluding that the addition of neuromuscular training does not promote significant improvement in the kinematics of the trunk and lower limb [37]. However, the small sample size, relatively unchallenging motor-control protocol, and short, 4-week, intervention period could have influenced the results [37]. Therefore, studies that address neuromuscular training in the treatment of individuals with PFP are necessary.

Taking into account these aspects, the objective of this study was to evaluate the addition of neuromuscular training to the strengthening of the trunk, hip, and knee muscles on pain, functional capacity, and kinematics of the trunk, pelvis, and lower limb in patients with PFP. Our hypothesis is that, compared to the group that received only strength training, the group submitted to the protocol that combined neuromuscular strengthening and training would show greater improvement in pain, function, lower-limb and trunk kinematics, and strength of the hip and knee.

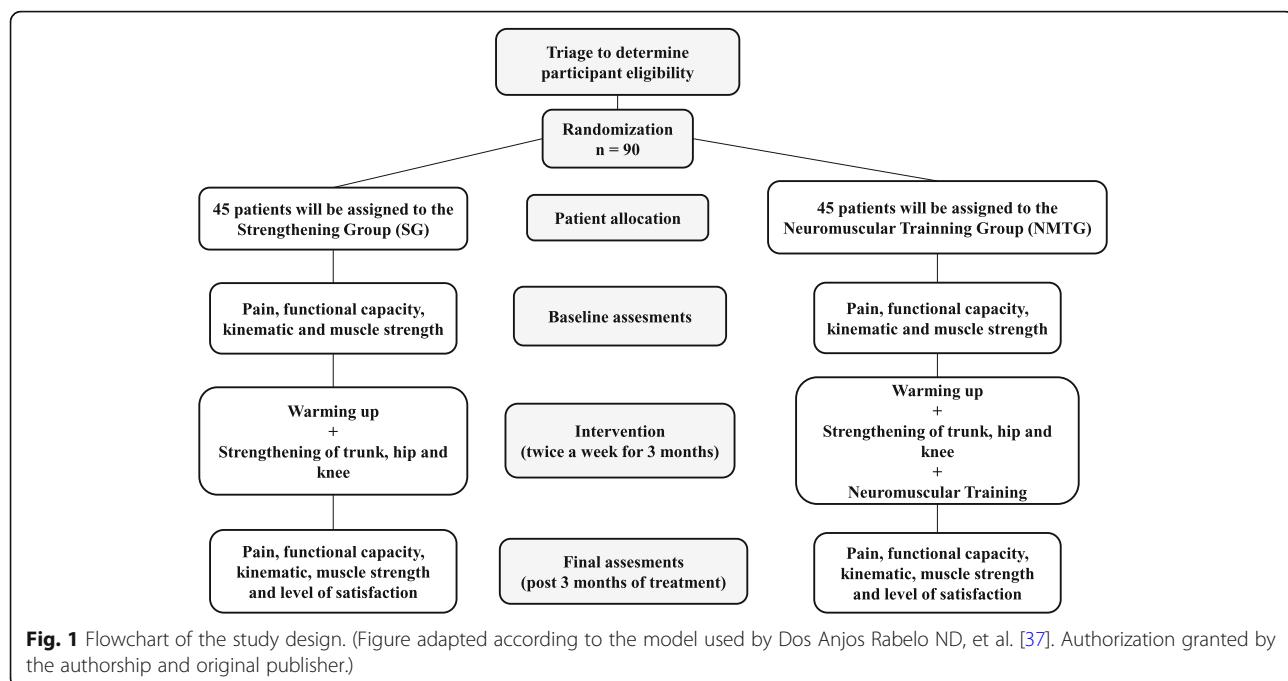
Methods

Study design

The present study is a blinded, randomized controlled, clinical trial with two parallel groups (Figs. 1 and 2). The trial was approved by the Human Rights Ethics Committee of the Universidade Federal de Uberlândia (UFU) under protocol number CAAE: 57621316.0.0000.5152. The study was registered at Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (ReBEC) (trial registration number, RBR-8c7267) and is being funded by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). It started recruiting patients on 28 January 2018, and data collection will likely be completed by July 2019. The evaluations will be performed before and after the 12-week intervention, and the variables observed are as follows: pain intensity, functional capacity, kinematics of the trunk, pelvis, lower limbs, and muscle strength.

Participants and therapists

The sample size calculation was performed using the mean difference and standard deviation error (based on outcomes of pain; function; kinematics of the trunk, hip, and lower limb during the single-leg squat; and strength of the hip and knee) of similar studies in the literature. The power of the test considered was 80% and the alpha was 0.05, with a sample size of 45 per group. In this



analysis, the program BioEstat version 5.3 (Manaus, Brazil) was used.

A total of 90 active female individuals aged 18–30 years who have anterior or retropatellar pain in the knee (with a Visual Analog Scale (VAS) score ≥ 3) [2, 33] for at least the last 3 months (in two or more of the following activities: running, walking, jumping, climbing up and/or down stairs, remaining seated or kneeling for a long period of time, squatting, during isometric extension of the knee with 60° of flexion, and during palpation of the medial or lateral facet of the patella) [33], and who perform any type of physical activity up to twice a week and/or are irregularly active A and B individuals according to the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ), will be recruited [38]. The exclusion criteria are as follows: previous physical therapy treatment; history of knee surgery;

patellar dislocation; ankle or hip injuries; meniscal or ligament injury; any other specific knee changes; tendinitis in the lower extremity; low back pain; sacroiliac joint pain; pregnancy; and the presence of any neurological, cardiovascular, and rheumatological changes or any changes that compromise the understanding of the procedure and affect physical therapy tests and treatment [15, 31].

These individuals will be recruited through posters set up on the campus of the Universidade Federal de Uberlândia (UFU), and by dissemination via social networks and radio in the city of Uberlândia, with the purpose of informing and arousing the participatory interest in the desired population.

This research will be developed in the Laboratório de Avaliação em Biomecânica e Neurociências (LABiN) and the Physical Therapy Clinic School of UFU, Brazil.



Fig. 2 Ventral Plank on a stable surface (1st–12th week). This exercise will be performed by the Strengthening Group (SG) and Neuromuscular Training Group (NMTG). (Originals photos and own authorship)



Fig. 3 Wall squat (1st–12th week). This exercise will be performed by the Strengthening Group (SG) and Neuromuscular Training Group (NMTG). (Originals photos and own authorship)



Fig. 4 Lateral Walk with elastic band (1st–12th week). 1st–2th week: elastic band strong average; 3st–5th week: elastic band strong; 6st–8th week: elastic band super strong; From the 9st week: elastic band extra strong. This exercise will be performed by the Strengthening Group (SG) and Neuromuscular Training Group (NMTG). (Originals photos and own authorship)

Procedure

All subjects will receive a written Consent Form to participate in this study. Thereafter, the participants will be submitted to an individual physiotherapeutic evaluation, and if they meet the inclusion criteria they will be randomly distributed into two intervention groups.

The randomization (fixed allocation of the simple type) will be conducted by an investigator who is not involved in the recruitment, evaluation, and/or treatment of participants. The randomization codes will originate from the RAND function of Microsoft Excel for Windows and will be inserted into sealed opaque envelopes and listed sequentially to hide the allocation. The envelopes will be opened by the same investigator who generated the codes.

The investigator responsible for the physiotherapeutic evaluation is blinded to the treatment allocation. Participants will be informed that they will receive physiotherapeutic treatment but will not know of the differences between the treatment groups, or the study hypothesis, and can be considered as blinded. Three physiotherapists were adequately trained to apply the intervention protocol. Each patient will be treated by only one therapist who is not involved in the physiotherapeutic evaluation and can be considered as blinded.

Intervention/control

Ninety patients will be randomly allocated into two groups: (1) Strengthening Group (SG): submitted to strengthening exercises of the muscle trunk, hip, and knee; and (2) Neuromuscular Training Group (NMTG): submitted to the same protocol as the SG, with the addition of neuromuscular exercises on stable and unstable ground.

Both groups will be submitted to physiotherapeutic treatment for a period of 12 weeks, performing two sessions per week, totaling 24 sessions, with a duration of 60–90 min per session. Each session will consist of 10 min of warming up on elliptical equipment, with a comfortable velocity for the patient and mild-moderate intensity, followed by protocol exercises, as described (see Additional file 1).

Mandatorily, during the first 2 weeks of treatment and/or in the presence of pain, the proposed exercises



Fig. 5 Hip Extension in prone position (1st–12th week). This exercise will be performed by the Strengthening Group (SG) and Neuromuscular Training Group (NMTG). (Originals photos and own authorship)

will be performed within the “protection range” of the patellofemoral joint, with 90–45° of knee flexion during exercises in Open Kinetic Chain (OKC) and 0–45° of knee flexion during Closed Kinetic Chain (CKC) exercises [39]. With the exception of squatting (“wall squat”), it will be performed between 0° and 60° of knee flexion [40]. From the third week, the range of motion of knee flexion will be progressed (in exercises “seated knee extension,” “leg press,” and “wall squat”). This progression will only be performed when the patient has no pain (VAS score 0) or feels only discomfort (VAS score 1) above the protection range of the patellofemoral joint. If the patient experiences pain (VAS score 2 or more) when progressing through the range of motion, the patient will be asked to perform the exercise as much as possible in a pain-free or discomforting (VAS score 0–1) range of motion. If unable to increase the range of motion the exercise will be kept within the protection range

of the patellofemoral joint (90–45° for OKC; and 0–45° for CKC) until the pain has resolved.

The initial load during training will be standardized at 70% of 1 repetition maximum (1RM) – defined as the maximum load at which a patient can perform only one repetition of the exercise with good quality and without pain or the need to compensate. One repetition maximum of the exercises will be determined on the first day of care and revised each week for possible adjustments and changes in the load for all exercises. Only the “wall squat” exercise will be started with a load corresponding to 10% of the body weight of each patient.

Exercise loads will be increased weekly starting from the third week. There is a standard progression model, which corresponds to a 5–10% increase in current load. The criteria used for progression are: (1) the presence of full range of motion with VAS score 0–1; (2) performing the same exercise without the need to compensate. These criteria were established based on the protocol described by Baldon et al. [33]. CarciBAND® elastic bands (São Paulo, Brazil), a balance disc from ACTE Sports® (www.actesports.com), model T6-AZ, and a Physicus® (Neighborhood Limoeiro) trampoline will be used in this study.

The exercise program for both groups will consist of three sets of 10 repetitions. The exercise on the “board” will be performed with three repetitions in which the patient should maintain the posture for a maximum time that can be achieved. After each set, a rest interval of 1–2 min will be established. In the presence of moderate to severe pain during exercise (minimum VAS score 5), the session will be interrupted and analgesic measures will be performed immediately.

All patients will be instructed not to perform any other type of treatment for knee pain and to maintain their daily life activities without performing any resisted lower-limb exercise outside the study sessions.

All patients will be informed of inappropriate movement changes in the lower limb during the exercises. In



Fig. 6 Leg Press 45° (1st–12th week). This exercise will be performed by the Strengthening Group (SG) and Neuromuscular Training Group (NMTG). (Originals photos and own authorship)



Fig. 7 Seated Knee Extension (1st–12th week). This exercises will be performed by the Strengthening Group (SG) and Neuromuscular Training Group (NMTG). (Originals photos and own authorship)

addition, they will be educated to correct any alignment of the lower limb during the exercises through verbal commands and visual feedback.

The minimum rest period between the weekly sessions will be about 48 h.

Outcome measures

In this study, four outcome measures evaluated before and after the intervention will be used.

Primary outcomes

The primary outcomes correspond to the pain intensity measured by the VAS in three domains: over the last

month, squat 90°, and step of 26 cm during 1 min); functional capacity through two questionnaires: the Anterior Knee Pain Scale (AKPS) and the Activities of Daily Living Scale (ADLS); and two-dimensional (2D) kinematics of the trunk, hip, and lower limb during the single-leg squat.

Secondary outcomes

The secondary outcomes correspond to the maximum isometric muscle force measured by the manual dynamometer (Lafayette Instrument Company, Lafayette, IN, USA) and the level of satisfaction of the patient in relation to the treatment received, through two multiple choice questions.

Each outcome measure is described below:

Pain assessment

Pain will be assessed through the VAS [41, 42], with a scale of 0 (without pain) to 10 (extreme pain). The VAS will be applied considering two moments: (1) pain in the last month (current moment); and (2) before and after performing two functional activities: bilateral squatting at 90° (for 1 min) and step-up/down 26 cm (for 1 min).

The VAS is responsive, sensitive and valid to evaluate the PFP population [41, 42].

Functional assessment

To evaluate function, we will use the ADLS [43–45] and the AKPS [44, 46, 47] questionnaires. These instruments are considered reliable, responsive and valid for the population with PFP [44, 47]. The ADLS consists of three questions that measure the individual's overall function level on a scale of 0–100. In addition, it has 14 items, which generally measure the symptoms and functional limitations caused by PFP in daily life activities. Moreover, AKPS has 13 items, which also evaluate the symptoms and functional limitations that are often



Fig. 8 "Clam" (1st–6th week). 1st week: elastic band strong average; 2nd–3rd week: elastic band strong; 4th–5th week: elastic band super strong; From the 6th week: elastic band extra strong. This exercise will be performed by the Strengthening Group (SG) and Neuromuscular Training Group (NMTG). (Originals photos and own authorship)



Fig. 9 Pelvic Drop in standing (≥ 6 st–12th week). This exercise will be performed by the Strengthening Group (SG) and Neuromuscular Training Group (NMTG). (Originals photos and own authorship)

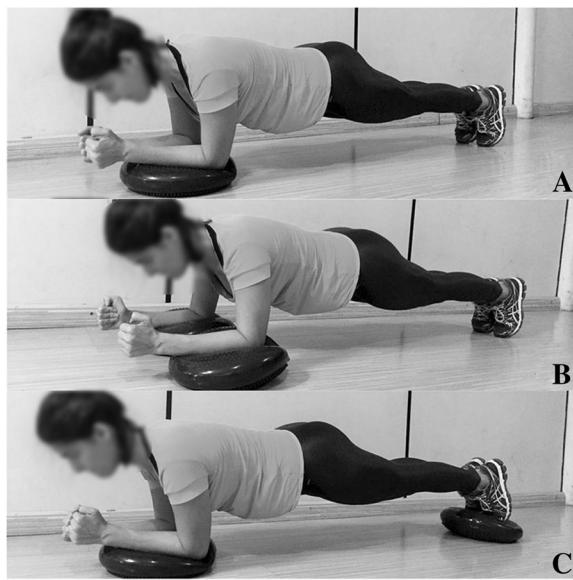


Fig. 10. Ventral plank on an unstable surface (4th–12th week). **A** 4st–6th week. **B** 7st–9th week. **C** 10st–12th week. These exercises will be performed only by the Neuromuscular Training Group (NMTG). (Originals photos and own authorship)



Fig. 11 Lunge with elastic band (4th–12th week). 4st–6th week elastic band strong average; 7st–9th week: elastic band strong; 10st–12th week: elastic band super strong. This exercise will be performed only by the Neuromuscular Training Group (NMTG). (Originals photos and own authorship)

present in individuals with PFP. In both questionnaires, the score ranges from 0 to 100, where 0 corresponds to the greatest functional impairment in relation to pain and 100 indicates no functional impairment.

Kinematic assessment



Fig. 12 Single Leg Squat on a stable surface (4th–7th week). **A**) 4st–5th week: without elastic band; **B**) 6th week: elastic band medium strong, and 7th week: elastic band strong. This exercise will be performed only by the Neuromuscular Training Group (NMTG). (Originals photos and own authorship)

In the frontal and sagittal planes, the lower-limb kinematics will be evaluated during squatting [14, 22, 24, 33] through 2D shooting with two full HD camcorders (JVC GZ-E10, JVC, Wayne, NJ, USA). The cameras will be



Fig. 14 Single Leg Squat on an unstable surface with elastic band (11th–12th week). 11th week: elastic band strong; 12th week: elastic band super strong. This exercise will be performed only by the Neuromuscular Training Group (NMTG). (Originals photos and own authorship)



Fig. 13 Single Leg Squat on unstable surface (8th–10th week). This exercise will be performed only by the Neuromuscular Training Group (NMTG). (Originals photos and own authorship)

positioned frontal and lateral to the participant, at a distance of 2.5 m [48]. Evaluation of both lower limbs will be performed.

The static calibration of the system will be performed using a 160-cm-long stick. Subsequently, the patient's bipodal static position will be recorded.

Self-adhesive labels will be positioned bilaterally in the following points: lateral malleolus and medial and anterior tibial tuberosities, lateral and medial epicondyles of the femur and anterior superior iliac spine, upper region of the iliac crest, and spinous process of the vertebra (chest T7, cervical vertebra C7, and the centre of the sternum).

To perform the single-leg squat test, the participants will remain in unipodal support with the contralateral limb to the side with the knee flexed at 90° and arms positioned at the waist. Deep squats will be performed without the contralateral foot touching the ground. The minimum squat angulation is 60°. If, during the test, some of the requirements are not fulfilled, the test will be invalidated and repeated.

For familiarization, the participant will be asked to squat twice with each leg, with a rest interval of 2 min between each movement. After familiarization, the participants will perform the single-leg squat three times consecutively, in which the average of the measured

TIMEPOINT**	STUDY PERIOD						
	Enrolment	Allocation	Post-allocation				Close-out
	-t _f	0	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	etc.
ENROLMENT:							
Eligibility screen	X						
Informed consent	X						
Randomization	X						
Recruitment	X						
Allocation		X					
INTERVENTIONS:							
[Intervention A - Strengthening Group]							
[Intervention B - Neuromuscular Training Group]							
ASSESSMENTS:							
[Baseline variables: Height, Weight, age, evaluation of pain, function, strength of hip and quadriceps, kinematic of trunk and lower limb]	X						
[Outcome variables: evaluation of pain, function, strength of hip and quadriceps, kinematic of trunk and lower limb, level of satisfaction]		X					X

Fig. 15 Schematic diagram which depict the overall schedule and time commitment for trial participants

angles is considered for analysis. In the frontal plane, the following angles will be measured: dynamic valgus of the knee, pelvic tilt, and lateral flexion of the trunk. In the axial planes, the angles of anterior trunk flexion and knee flexion will be measured. The analysis of these angles will be performed by the Kinovea® program.

Strength evaluation

The measurement of the strength of knee extensors [49], abductors [15], lateral rotators [15], and hip extensors [15] will be obtained by means of an evaluation using the manual dynamometer (Lafayette Instrument Company, Lafayette, IN, USA) [50, 51]. An instrument that is valid and reliable [50].

To measure the strength of the knee extensors, the individual will be seated at the edge of the stretcher with the hips flexed at 90° and the knee to be tested at 60°. For the abductors, the individual will be positioned lying on their side, and the limb to be tested will be facing upwards, with neutral rotation of the hip, 10° of extension, and 20° of abduction [15]. For the lateral rotators, the individual will be seated at the edge of the stretcher with hips and knees flexed at 90° and will be oriented to perform slight lateral rotation so that the lateral malleolus is aligned with

the midline of the body [15]. For the hip extensors, the individual will be in the prone position with the knee to be tested having 90° of flexion and 10° of extension [15].

The use of a stabilizing strap will be adopted during the tests to avoid the need to compensate, and to stabilize the dynamometer. Before performing the tests, the patient will be asked to perform two submaximal isometric contractions of each muscle group, for familiarization, with a 1-min rest to start the test. The patient will be asked to perform three maximum voluntary isometric contractions of each muscle group for 5 s. A 1-min rest period will be allowed between each measurement. During the conduct of all tests, the patient will be verbally encouraged using the words "Force, force, force!" For the analysis, we will consider the average strength of the test of each muscle group.

Level of satisfaction

This parameter will be measured during the reassessment of the patient, using a qualitative questionnaire composed of two multiple choice questions, elaborated exclusively by the principal investigator of the study. The purpose of this questionnaire was to measure the patient's satisfaction with the treatment and their current clinical condition [6].

Data analysis

The Kolmogorov-Smirnov normality test will be performed. If the null hypothesis is confirmed, parametric data for the comparisons will be used. However, if the null hypothesis is not confirmed, nonparametric tests will be conducted.

For parametric data, comparison between the groups will be carried out using linear mixed models, considering P values ≤ 0.05 as significant difference. For intragroup comparison (pre and post intervention), the analysis of variance (ANOVA) test will be used for repeated measurements, considering P values ≤ 0.05 as significant difference.

The clinical relevance of the results will be confirmed by calculating the effect size (Cohen's d) of the significant differences. The following effects will be considered: 0.00–0.49, small; 0.50–0.79, medium; and above 0.80, large (Cohen, 1988). An intention-to-treat analysis will be performed [52].

Discussion

Although the protocol for strengthening the hip and knee muscles has already been well established in the literature and is considered "gold standard" conservative treatment in individuals with PFP [34] because of its effectiveness in improving pain, function, and the kinematics of the lower limb [34], the effects of neuromuscular training on the pattern of lower-limb movement and the addition of these exercises in the physiotherapeutic treatment program remains less well discussed and understood [37].

In view of this, the results of the present study may contribute to the decision-making for the physiotherapeutic intervention of patients with PFP by providing information on the effects of neuromuscular training on the clinical and kinematic conditions in this population
Additional file 2.

Additional files

Additional file 1: This additional file describes in detail the exercises of the proposed protocol for both study groups. (DOCX 21 kb)

Additional file 2: Standard Protocol Items: Recommendations for Interventional Trials (SPIRIT) 2013 Checklist: recommended items to address in a clinical trial protocol and related documents*. (PDF 119 kb)

Abbreviations

ADLS: Activities of Daily Living Scale; AKPS: Anterior Knee Pain Scale; CAPES: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior; NMTG: Neuromuscular Training Group; PFP: Patellofemoral pain; SG: Strengthening Group; UFU: Universidade Federal de Uberlândia; VAS: Visual Analog Scale

Acknowledgements

The authors would like to thank the Universidade Federal de Uberlândia (UFU) for providing the assessment and treatment facilities used in the present study. In addition, we would also like to thank CAPES for funding the development of this research.

Trial status

Protocol version number and date: version 03/date 20 February 2019.

Patient recruitment is ongoing;

Date recruitment began: 28 January 2018;

Approximate date when recruitment will be completed: 31 July 2019.

Authors' contributions

NCS and LRF developed the concept and design of the protocol. LRF performed the randomization and random allocation of the volunteers to the groups. NCS, MGG, MCS, and MBON participated in the execution of the project protocol, with MCS as the blinded evaluator and others performing the interventions. NCS and LRF will analyze and interpret the data. NCS drafted the manuscript with LRF's critical contributions. All authors have read and approved the final manuscript.

Funding

This study was funded by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Brazil – Finance Code 1799120. This funding source had no role in the design of this study and will not have any role during its execution, analyses, interpretation of the data, or the decision to submit the results.

Availability of data and materials

Data sets generated and/or analyzed during the current study may be made available by the corresponding author upon reasonable request.

Ethics approval and consent to participate

This study was approved by the Research Ethics Committee of the Universidade Federal de Uberlândia (CEP-UFU), under protocol number CAAE: 57621316.0.0000.5152. The Consent Form (written) to participate this study will be obtained from all participants.

Consent for publication

All participants will receive a Consent Form to be included in the study. By signing this form, the participants allow the use and publication of their data anonymously in this study. The (written) Consent Form allowing the use and publication of their images (Figs. 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 and 15) was obtained from these individuals.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Received: 20 February 2019 Accepted: 12 August 2019

Published online: 11 October 2019

References

- Smith BE, Selfe J, Thacker D, Hendrick P, Bateman M, Moffatt F, Rathleff MS, Smith TO, Logan P. Incidence and prevalence of patellofemoral pain: a systematic review and meta-analysis. *PLoS one*. 2018;13(1):e0190892.
- Thomeé R, Augustsson J, Karlsson J. Patellofemoral pain syndrome: a review of current issues. *Sports Med*. 1999;28(4):245–62.
- Witvrouw E, Callaghan MJ, Stefanik J, Noehren B, Bazett-Jones D, Willson JD, Earl-Boehm J, Davis IS, Powers CM, McConell J, Crossley KM. Patellofemoral pain: consensus treatment from the 3rd International Patellofemoral Pain Research Retreat held in Vancouver, September 2013. *Br J Sports Med*. 2014;48(6):411–4.
- Utting MR, Davies G, Newman JH. Is anterior knee pain a predisposing factor to patellofemoral osteoarthritis? *Knee*. 2005;12(5):362–5.
- Crossley KM. Is patellofemoral osteoarthritis a common sequela of patellofemoral pain? *Br J Sports Med*. 2014;48:409–10.
- Crossley KM, Van Middelkoop M, Callaghan MJ, Collins NJ, Rathleff MS, Barton CJ. 2016 Patellofemoral Pain Consensus Statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 2: recommended physical interventions (exercise, taping, bracing, foot orthoses and combined interventions). *Br J Sports Med*. 2016;48(6):844–52.
- Neal BS, Lack SD, Lankhorst NE, Raye A, Morrissey D, Middelkoop MV. Risk factors for patellofemoral pain: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2019;53(5):270–81.
- 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):1713–23.

9. Vicenzino B, MacLachlan L, Rathleff MS. Taking the pain out of the patellofemoral joint: articulating a bone of contention. *Br J Sports Med.* 2019;53(5):268–269.
10. MacLachlan LR, Collins NJ, Matthews MLG, Hodges PW, Vicenzino B. The psychological features of patellofemoral pain: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2017;51(9):732–42.
11. Crossley KM, Middelkoop MV, Barton CJ, Culvenor A. Rethinking patellofemoral pain: prevention, management and long-term consequences. *Best Pract Res Clin. Rheumatol.* 2019;33(1):48–65.
12. Cowan SM, Crossley KM, Bennell KL. Altered hip and trunk muscle function in individuals with patellofemoral pain. *Br J Sports Med.* 2009;43:584–8.
13. Willson JD, Davis IS. Lower extremity strength and mechanics during jumping in women with patellofemoral pain. *J Sport Rehabil.* 2009;18(1):76–90.
14. Nakagawa TH, Moriya ET, Maciel CD, Serrão FV. Trunk, pelvis, hip, and knee kinematics, hip strength, and gluteal muscle activation during a single-leg squat in males and females with and without patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2012;42(6):491–501.
15. Magalhães E, Fukuda TY, Sacramento SN, Forgas A, Cohen M, Abdalla RJ. A comparison of hip strength between sedentary females with and without patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40(10):641–7.
16. Prins MR, Van Der Wurff P. Females with patellofemoral pain syndrome have weak hip muscles: a systematic review. *Aust J Physiother.* 2009;55(1):9–15.
17. Magalhães E, Silva APMCC, Sacramento SN, Martin RL, Fukuda TY. Isometric strength ratios of the hip musculature in females with patellofemoral pain: a comparison to pain free controls. *J Strength Cond Res.* 2013;27(8):2165–70.
18. Pappas E, Wong-Tom WM. Prospective predictors of patellofemoral pain syndrome: a systematic review with meta-analysis. *Sports Health.* 2012;4(2):115–20.
19. Diers TA, Manal KT, Hamill J, Davis IS. Proximal and distal influences on hip and knee kinematics in runners with patellofemoral pain during a prolonged run. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008;38(8):448–56.
20. Dos Reis AC, Correa JCF, Bley AS, Rabelo NDDA, Fukuda TY, Lucareli PRG. Kinematic and kinetic analysis of the single-leg triple hop test in women with and without patellofemoral pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2015;45(10):799–807.
21. Schwane BG, Goerger BM, Goto S, Blackburn JT, Aguilar AJ, Padua DA. Trunk and lower extremity kinematics during stair descent in women with or without patellofemoral pain. *J Athl Train.* 2015;50(7):704–12.
22. Bley AS, Correa JCF, Dos Reis AC, Rabelo NDDA, Marchetti PH, Lucareli PRG. Propulsion phase of the single leg triple hop test in women with patellofemoral pain syndrome: a biomechanical study. *PLoS One.* 2014;9(5):e97606.
23. Herrington L. Knee valgus angle during single leg squat and landing in patellofemoral pain patients and controls. *Knee.* 2014;21(2):514–7.
24. Salsich GB, Graci V, Maxam DE. The effects of movement pattern modification on lower extremity kinematics and pain in women with patellofemoral pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2012;42(12):1017–24.
25. Fulkerson JP, Hungerford DS. Patellar tilt/compression and the excessive lateral pressure syndrome (ELPS). Disorders of the patellofemoral joint. 2nd ed. Baltimore: Williams and Wilkins; 1990. p. 102–23.
26. Nakagawa TH, Serrão FV, Maciel CD, Powers CM. Hip and knee kinematics are associated with pain and self-reported functional status in males and females with patellofemoral pain. *Int J Sports Med.* 2013;34(11):997–1002.
27. Holden S, Boreham C, Doherty C, Delahunt E. Two-dimensional knee valgus displacement as a predictor of patellofemoral pain in adolescent females. *Scand J Med Sci Sports.* 2015;27(2):88–194.
28. Nakagawa TH, Muniz TB, Baldon RDM, Maciel CD, Reiff RBM, Serrão FV. The effect of additional strengthening of hip abductor and lateral rotator muscles in patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled pilot study. *Clin Rehabil.* 2008;22(12):1051–60.
29. Fukuda TY, Rossetto FM, Magalhães E, Bryk FF, Lucareli PRG, Carvalho NAA. Short-term effects of hip abductors and lateral rotators strengthening in females with patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled clinical trial. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40(11):736–42.
30. Earl JE, Hoch AZ. A proximal strengthening program improves pain, function, and biomechanics in women with patellofemoral pain syndrome. *Am J Sports Med.* 2011;39(1):154–63.
31. Fukuda TY, Melo WP, Zaffalon BM, Rossetto FM, Magalhães E, Bryk FF, Martin RL. Hip posterolateral musculature strengthening in sedentary women with patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled clinical trial with 1-year follow-up. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2012;42(10):823–30.
32. Mascal CL, Landel L, Powers CM. Management of patellofemoral pain targeting hip, pelvis, and trunk muscle function: 2 case reports. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003;33(11):647–60.
33. Baldon RDM, Serrão FV, Silva RS, Piva SR. Effects of functional stabilization training on pain, function, and lower extremity biomechanics in women with patellofemoral pain: a randomized clinical trial. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2014;44(4):240–A8.
34. Nascimento LR, Teixeira-Salmela LF, Souza RB, Resende RA. Hip and knee strengthening is more effective than knee strengthening alone for reducing pain and improving activity in individuals with patellofemoral pain: a systematic review with meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2018;48(1):19–31.
35. Noehren B, Scholz J, Davis I. The effect of real-time gait retraining on hip kinematics, pain and function in subjects with patellofemoral pain syndrome. *Br J Sports Med.* 2011;45:691–6.
36. Willy RW, Scholz JP, Davis IS. Mirror gait retraining for the treatment of patellofemoral pain in female runners. *Clin Biomech.* 2012;27:1045–51.
37. Dos Anjos Rabelo ND, Costa LOP, De Lima BM, Dos Reis AC, Bley AS, Fukuda TY, Lucareli PRG. Adding motor control training to muscle strengthening did not substantially improve the effects on clinical or kinematic outcomes in women with patellofemoral pain: a randomised controlled trial. *Gait Posture.* 2017;58:280–6.
38. da Silva GDSF, Bergamaschine R, Rosa M, Melo C, Miranda R, Filho MB. Avaliação do nível de atividade física de estudantes de graduação das áreas saúde/biológica. *Rev Bras Med Esporte.* 2007;13(1):39–42.
39. Steinkamp LA, Dillingham MF, Markel MD, Hill JA, Kaufman KR. Biomechanical considerations in patellofemoral joint rehabilitation. *Am J Sports Med.* 1993;21(3):438–44.
40. Bevilacqua-Grossi D, Felicio LR, Simões R, Coqueiro KRR, Monteiro-Pedro V. Avaliação eletromiográfica dos músculos estabilizadores da patela durante exercício isométrico de agachamento em indivíduos com síndrome da dor femoropatelar. *Rev Bras Med Esporte.* 2005;11(3):159–63.
41. 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):815–22.
42. Cheshworth BM, Culham EG, Tata GE, Peat M. Validation of outcome measures in patients with patellofemoral syndrome 1. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1989;10(8):302–8.
43. Irrang JJ, Snyder-Mackler L, Wainner RS, Fu FH, Harner CD. Development of a patient-reported measure of function of the knee. *J Bone Joint Surg Am.* 1998;80(8):1132–45.
44. Esculier JF, Roy JS, Bouyer LJ. Psychometric evidence of self-reported questionnaires for patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *Disabil Rehabil.* 2013;35(26):2181–90.
45. Piva SR, Gil AB, Moore CG, Fitzgerald GK. Responsiveness of the activities of daily living scale of the knee outcome survey and numeric pain rating scale in patients with patellofemoral pain. *J Rehabil Med.* 2009;41(3):129–35.
46. Kujala UM, Jaakkola LH, Koskinen SK, Taimela S, Hurme M, Nelimaarkka O. Scoring of patellofemoral disorders. *Arthroscopy.* 1993;9(2):159–63.
47. Da Cunha RA, Costa LOP, Hespanhol LC, Pires RS, Kujala UM, Lopes AD. Translation, cross-cultural adaptation, and clinimetric testing of instruments used to assess patients with patellofemoral pain syndrome in the Brazilian population. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2013;43(5):332–9.
48. Iunes DH, Castro FA, Salgado HS, Moura IC, Oliveira AS, Bevilacqua-Grossi D. Confidabilidade intra e interexaminadores e repetibilidade da avaliação postural pela fotogrametria. *Rev Bras Fisioter.* 2005;9(3):327–34.
49. Bolgia LA, Malone TR, Umberger BR, Uhl TL. Comparison of hip and knee strength and neuromuscular activity in subjects with and without patellofemoral pain syndrome. *Int J Sports Phys Ther.* 2011;6(4):285.
50. Hébert LJ, Maltais DB, Lepage C, Saulnier J, Crête M, Perron M. Isometric muscle strength in youth assessed by hand-held dynamometry: a feasibility, reliability, and validity study: a feasibility, reliability, and validity study. *Pediatr Phys Ther.* 2011;23(3):289–99.
51. Robinson RL, Nee RJ. Analysis of hip strength in females seeking physical therapy treatment for unilateral patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007;37(5):232–8.
52. Elkins MR, Moseley AM. Intention-to-treat analysis. *J Physiother.* 2015;61(3):165–7.

Publisher's Note

Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

ANEXO A – Escala de Atividade de Vida Diária (EAVD)

Data da Avaliação: _____ / _____ / _____

Código/ Número do Voluntário: _____

Nome: _____

Escala de Atividade de Vida Diária (EAVD)

Instruções:

O seguinte questionário foi formulado para que você possa demonstrar, os sintomas e limitações que apresenta no joelho enquanto você faz atividades de vida diária. Por favor, assinala uma única resposta, ou seja, a que melhor descreve esses sintomas e limitações nos últimos um ou dois dias (1 ou 2 dias). Para uma mesma pergunta, mais de uma resposta poderia servir, no entanto, assinala apenas aquela que melhor represente as dificuldades sentidas em sua atividade de vida diária.

Sintomas

O quanto cada um desses sintomas afeta sua atividade de vida diária? Marque uma resposta em cada linha.

	Eu não tenho o sintoma	Tenho o sintoma, porém não afeta minhas atividades	O sintoma afeta levemente minhas atividades	O sintoma afeta moderadamente minhas atividades	O sintoma afeta extremamente minhas atividades	O sintoma impede realizar qualquer das minhas atividades diárias
Dor						
Rigidez/ Travamento						
Inchaço						
Instabilidade (falta de firmeza)						
Fraqueza						
Mancar						

Limitações Funcionais na Vida Diária

Como o seu joelho afeta sua capacidade de...(marque uma resposta em cada linha)

	Não dificulta	Dificulta minimamente	Dificulta às vezes	Dificulta moderadamente	Dificulta muito	Impede de realizar
Andar?						
Subir escadas?						
Descer escadas?						
Ficar em pé?						
Ajoelhar?						
Agachar-se?						
Sentar-se com os joelhos dobrados a 90º?						
Levantar-se de uma cadeira?						

Que nota você daria para a atual função de seu joelho durante suas atividades de vida diária numa escala de 0 a 100? Considere a nota 100 a medida de seu joelho antes da lesão / trauma e a nota 0 a total incapacidade de realizar qualquer atividade de sua rotina diária.

Nota: _____

Qual das seguintes alternativas melhor descreve as funções gerais de seu joelho durante sua atividade de vida diária? (marcar apenas uma resposta)

Normal Anormal Quase Normal Extremamente Anormal

Sua lesão/trauma no joelho afeta sua atividade durante as atividades de vida diária? Classifique seu atual nível de atividade: (marcar apenas uma resposta)

Normal Anormal Quase Normal Extremamente Anormal

ANEXO B – Escala Para Dor Anterior do Joelho (EDAJ)

Data da Avaliação: ____ / ____ / ____
 Código/ Número do Voluntário: _____

Nome: _____

Em cada questão, circule a letra que melhor descreve os atuais sintomas relacionados ao seu joelho.

1. Você caminha mancando?

- a) Não
- b) Levemente, ou de vez em quando.
- c) Constantemente

2. O seu joelho suporta o seu peso?

- a) Apoio totalmente, sem dor
- b) Apoio, mas sinto dor
- c) É impossível suportar o peso

3. Ao caminhar

- a) Não tenho limites para caminhar
- b) Caminho mais que 2 km
- c) Caminho entre 1 e 2 km
- d) Não consigo

4. Ao subir/descer escadas

- a) Não tenho dificuldades
- b) Sinto um pouco de dor ao descer
- c) Sinto dor ao descer e subir
- d) Não consigo

5. Ao agachar

- a) Não tenho dificuldade
- b) Sinto dor após agachamentos repetidos
- c) Sinto dor a cada agachamento
- d) Somente agacho com diminuição de meu peso (me apoiando)
- e) Não consigo

6. Ao correr

- a) Não tenho dificuldade
- b) Sinto dor após correr mais do que 2 km
- c) Sinto dor leve desde o começo
- d) Sinto dor intensa
- e) Não consigo

7. Ao pular/saltar

- a) Não tenho dificuldade
- b) Tenho um pouco de dificuldade
- c) Sinto dor constante
- d) Não consigo

8. Ao sentar com os joelhos flexionados/dobrados por período prolongado

- a) Não tenho dificuldade
- b) Sinto dor para me manter sentado após ter realizado exercícios
- c) Sinto dor constante
- d) A dor faz com que necessite estender (esticar) os joelhos de tempos em tempos

9. Dor

- e) Não consigo
- 9. Dor
- a) Nenhuma
- b) Leve e ocasional
- c) A dor atrapalha o sono
- d) De vez em quando é intensa
- e) Constante e intensa

10. Inchaço (edema)

- a) Nenhum
- b) Após esforço intenso
- c) Após atividades diárias
- d) Toda noite
- e) Constante

11. Movimentos anormais (subluxação) e doloridos da rótula (patela)

- a) Não ocorre
- b) Ocorre ocasionalmente durante atividades esportivas
- c) Ocorre ocasionalmente durante atividades diárias
- d) Já tive pelo menos um deslocamento
- e) Já tive mais que dois deslocamentos

12. Atrofia da coxa (tamanho da coxa)

- a) Nenhuma alteração do tamanho da coxa
- b) Leve alteração do tamanho da coxa
- c) Severa alteração do tamanho da coxa

13. Sente dificuldade para flexionar/dobrar o joelho?

- a) Nenhuma
- b) Leve
- c) Muita