



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU
DOUTORADO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO**

DAIENE CRISTINA FERREIRA

**IMPACTO DA OCLUSÃO VASCULAR PARCIAL NA DOR,
CAPACIDADE FUNCIONAL, FORÇA, ATIVAÇÃO
MUSCULAR DO QUADRÍCEPS E CONTROLE POSTURAL
DE MULHERES COM E SEM DOR PATELOFEMORAL**

DAIENE CRISTINA FERREIRA

**IMPACTO DA OCLUSÃO VASCULAR PARCIAL NA DOR,
CAPACIDADE FUNCIONAL, FORÇA, ATIVAÇÃO
MUSCULAR DO QUADRÍCEPS E CONTROLE
POSTURAL DE MULHERES COM E SEM DOR
PATELOFEMORAL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação (Programa Associado entre Universidade Estadual de Londrina [UEL] e Universidade Pitágoras-Unopar [UNOPAR]), como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Ciências da Reabilitação.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Christiane de Souza Guerino Macedo

Londrina
2023

F383i Ferreira, Daiene Cristina.

Impacto da oclusão vascular parcial na dor, capacidade funcional, força, ativação muscular do quadríceps e controle postural de mulheres com e sem dor patelofemoral / Daiene Cristina Ferreira. - Londrina, 2023.
106 f. : il.

Orientador: Christiane de Souza Guerino Macedo.

Tese (Doutorado em Ciências da Reabilitação) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, 2023.

Inclui bibliografia.

1. Dor patelofemoral - Tese. 2. Oclusão vascular parcial - Tese. 3. Exercício - Tese. 4. Eletromiografia - Tese. I. Macedo, Christiane de Souza Guerino. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação. III. Título.

CDU 615.8

DAIENE CRISTINA FERREIRA

**IMPACTO DA OCLUSÃO VASCULAR PARCIAL NA DOR,
CAPACIDADE FUNCIONAL, FORÇA, ATIVAÇÃO
MUSCULAR DO QUADRÍCEPS E CONTROLE
POSTURAL DE MULHERES COM E SEM DOR
PATELOFEMORAL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação (Programa Associado entre Universidade Estadual de Londrina [UEL] e Universidade Pitágoras-Unopar [UNOPAR]), como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Ciências da Reabilitação.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dra. Christiane de Souza Guerino Macedo
Universidade Estadual de Londrina (UEL)

Profa. Dra. Aryane Flauzino Machado Rodrigues
Universidade ANHANGUERA/Bandeirantes

Prof. Dr. Gabriel Peixoto Leão Almeida
Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Marcio Rogerio de Oliveira
Pitágoras Unopar Anhanguera

Prof. Dr. Rodrigo Antônio Carvalho Andraus
Pitágoras Unopar Anhanguera

Londrina, 14 de dezembro de 2023.

DEDICATÓRIA

À memória de meu pai, Sérgio Roberto Ferreira.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus, que me capacitou para a realização desta etapa, minha fonte de fé e refúgio, presente em todos os momentos de minha vida.

À minha filha Laura, pequena em tamanho e tão grande no sentido que traz à minha vida. Quando tudo está difícil, é nela que vejo esperança, é por ela que reúno forças e sigo em frente realizando o melhor que posso.

Ao meu grande pai, Sérgio (em memória), que pouco antes de partir ainda conseguiu me direcionar, incentivar e me ver aprovada no processo seletivo. Como foi difícil encarar esse processo logo após a sua partida, logo você, que era o meu maior incentivador. Mas tenho a certeza de que, de onde estiver, se orgulha por eu ter finalizado. Obrigada por continuar me guiando aí de cima.

À minha mãe Neuza, que sempre esteve ao meu lado me apoiando e ajudando no que foi possível para a realização deste trabalho, minha irmã Priscila e todos da minha família, que sempre foram e serão a minha base.

À minha orientadora e amiga, Christiane S. G. Macedo, pela empatia que teve durante todo o processo. Profissional incrível, que ama o que faz, com sensibilidade de olhar e identificar exatamente onde intervir, de forma técnica, específica ou com incentivo para auxiliar na complexidade emocional que o processo envolve. Você sempre será a minha maior referência como fisioterapeuta e educadora. Obrigada por acreditar em meu potencial.

Sou grata à toda a minha equipe de trabalho pelo comprometimento, sem os quais eu jamais conseguiria realizar a pesquisa: Mariana Petrin, Maria Fernanda, Marina Alpino, Letícia Vale, Eduardo Cid, Davi Alan, Gabi Galian, Arthur Bogado, Júlio, Gabriel Valim, Maria Vitória, Gabriela, Felipe Henrique, Igor Jeronimo e Kalleb.

Ao Professor Jefferson Rosa Cardoso, por disponibilizar o seu tempo e conhecimento, e auxiliar de forma brilhante na análise estatística desta pesquisa.

Por fim, à CAPES, pelo financiamento que proporcionou o maior tempo de dedicação ao processo do doutorado.

Muito obrigada à cada um de vocês, que fizeram parte de alguma forma para que eu concluísse todas as etapas.

*“Não fui eu que ordenei a você?
Seja forte e corajoso!
Não se apavore nem desanime,
pois o Senhor, o seu Deus,
estará com você por onde você andar”.*

(Josué 1:9)

FERREIRA, Daiene Cristina. **Impacto da oclusão vascular parcial na dor, capacidade funcional, força, ativação muscular do quadríceps e controle postural de mulheres com e sem dor patelofemoral.** 2023. 106 f. Tese de doutorado em Ciências da Reabilitação – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2023.

RESUMO

Introdução: O uso da oclusão vascular parcial (OVP) aumentou consideravelmente nos últimos anos, tanto em indivíduos saudáveis como na reabilitação de pacientes com disfunções musculoesqueléticas. Entretanto, poucos estudos avaliaram o efeito da OVP na dor patelofemoral, e os parâmetros de aplicação e protocolos de intervenção com OVP ainda não estão bem estabelecidos. **Objetivo:** Verificar o impacto da OVP do quadríceps na dor, capacidade funcional, força, ativação muscular do quadríceps e controle postural de mulheres com e sem dor patelofemoral. **Métodos e Resultados:** Foram realizados dois estudos. O primeiro estudo avaliou 14 mulheres, sem queixas álgicas ou disfunções musculoesqueléticas, com e sem OVP, nos desfechos força muscular do quadríceps por dinamometria digital portátil, ativação muscular do quadríceps por eletromiografia de superfície, controle postural em apoio unipodal, com agachamento unipodal e na subida-descida de degraus com plataforma de força. Os resultados mostram que o uso da OVP não apontou diferenças de força e ativação muscular, mas melhorou a velocidade da oscilação anteroposterior do controle postural em apoio unipodal. Foi estabelecida correlação moderada e inversa entre força muscular e as variáveis do controle postural na subida de degraus durante o uso da OVP ($r = -0,5$), e no grupo sem OVP observou-se correlação de moderada a forte no exercício de mini agachamento e na descida de escada ($-0,5 < r > -0,7$). Concluiu-se que a OVP não prejudicou a força, ativação muscular do quadríceps ou o controle postural de mulheres saudáveis. O segundo estudo foi um ensaio clínico aleatorizado e cego, com mulheres com dor patelofemoral submetidas à dois protocolos de intervenção. O grupo de fortalecimento do quadríceps com carga externa (20 % do peso corporal) realizou 12 atendimentos, por seis semanas. O grupo com OVP realizou o mesmo protocolo de exercícios sem carga externa e com OVP no quadríceps. Os desfechos foram dor na realização dos exercícios

(Escala Visual Análoga - EVA), dor na última semana (EVA), capacidade funcional (*Anterior Knee Pain Scale* - AKPS e *Lysholm Knee Scoring Scale* - Lysholm), controle postural em atividades de subida e descida de degrau (plataforma de força), ativação muscular (eletromiografia de superfície) e força muscular (dinamômetro portátil). O mesmo avaliador cego coletou os dados na linha de base, após o tratamento e com quatro semanas de *follow-up*. Os resultados mostram que a dor na última semana não foi diferente entre os grupos no baseline, após o tratamento e no follow-up ($P>0,05$), e que os dois grupos melhoraram significativamente ($P<0,05$; $d>1$). Entretanto, somente o grupo submetido à carga externa apresentou menor dor no follow-up. Para a dor durante os exercícios não houve diferença entre os grupos ($P=0,79$). Em relação à capacidade funcional, não foi estabelecida diferenças entre os grupos ($P>0,05$) na AKPS ou Lysholm, e ambos os grupos melhoraram de forma significativa após o tratamento e no follow-up ($P<0,05$; $d>1$). Para o controle postural não foi estabelecida diferença entre os grupos, mas somente o grupo com carga externa melhorou a oscilação do centro de pressão (COP) na subida ($P<0,01$) e descida ($P=0,005$) da escada após o tratamento. Os resultados da ativação muscular foram inconclusivos, e os grupos foram semelhantes no baseline e no momento após os tratamentos. Entretanto, no follow-up, o grupo com carga externa apresentou menor recrutamento do reto femoral ($P<0,004$) e o grupo OVP menor recrutamento do vasto medial oblíquo ($P<0,05$). Para a força muscular do quadríceps não foi estabelecida diferenças entre os grupos nos momentos avaliados. Mas, somente o grupo com carga externa apresentou maiores valores no pós-tratamento ($P=0,009$) e manteve essa melhora no follow-up ($P<0,001$).

Conclusão: Pode-se concluir que exercícios com OVP não tiveram alterações do controle postural, força e ativação muscular, e que os dois tratamentos desenvolvidos para mulheres com DPF, por meio de exercícios com OVP ou com carga externa de 20% do peso corporal, foram semelhantes para os resultados de dor, capacidade funcional, controle postural e força muscular. Como contribuição clínica, o uso da OVP apresenta os mesmos resultados de exercícios com carga adicional externa de 20% e podem ser mais uma opção de escolha do fisioterapeuta.

Palavras-chave: Dor patelofemoral, Eletromiografia, Oclusão Vascular, Exercício, Força Muscular, Equilíbrio Postural

FERREIRA, Daiene Cristina. **Impact of partial vascular occlusion on pain, functional capacity, strength, quadriceps muscle activation and postural control in women with and without patellofemoral pain.** 2023. 106 f. Doctoral Thesis in Rehabilitation Sciences - Londrina State University, Londrina, 2023.

ABSTRACT

Introduction: The use of partial vascular occlusion (PVO) has increased considerably in recent years, both in healthy individuals and in the rehabilitation of patients with musculoskeletal disorders. However, few studies have evaluated the effect of PVO on patellofemoral pain, and the application parameters and intervention protocols with PVO are not yet well established. **Objective:** To verify the impact of quadriceps PVO on pain, functional capacity, strength, quadriceps muscle activation and postural control in women with and without patellofemoral pain. **Methods and results:** Two studies were carried out. The first study evaluated 14 women, without pain complaints or musculoskeletal dysfunctions, with and without PVO, in terms of quadriceps muscle strength by portable digital dynamometry, quadriceps muscle activation by surface electromyography, postural control in single-leg support, with single-leg squats and in ascending and descending steps with a force platform. The results show that the use of PVO did not indicate differences in strength and muscle activation but improved the speed of anteroposterior oscillation of postural control in single-leg support. A moderate and inverse correlation was established between muscle strength and postural control variables when climbing steps during the use of PVO ($r = -0.5$), and in the group without PVO a moderate to strong correlation was observed in the mini exercise. squatting and descending stairs ($-0.5 < r > -0.7$). It was concluded that PVO did not impair strength, quadriceps muscle activation or postural control in healthy women. The second study was a randomized and blind clinical trial, with women with patellofemoral pain undergoing two intervention protocols. The quadriceps strengthening group with external load (20% of body weight) performed 12 sessions for six weeks. The group with PVO performed the same exercise protocol without external load and with PVO on the quadriceps. The outcomes were pain when performing exercises (Visual Analog Scale - VAS),

pain in the last week (VAS), functional capacity (Anterior Knee Pain Scale - AKPS and Lysholm Knee Scoring Scale - Lysholm), postural control in uphill and downhill activities step measurement (force platform), muscle activation (surface electromyography) and muscle strength (portable dynamometer). The same blinded assessor collected data at baseline, after treatment and at four weeks of follow-up. The results show that pain in the last week was not different between the groups at baseline, after treatment and at follow-up ($P>0.05$), and that both groups improved significantly ($P<0.05$; $d>1$). However, only the group subjected to external load had less pain at follow-up. For pain during exercises there was no difference between the groups ($P=0.79$). Regarding functional capacity, no differences were established between the groups ($P>0.05$) in AKPS or Lysholm, and both groups improved significantly after treatment and in the follow-up ($P<0.05$; $d>1$). For postural control, no difference was established between the groups, but only the group with external load improved the oscillation of the center of pressure oscillation (COP) when ascending ($P<0.01$) and descending ($P=0.005$) the stairs after the treatment. The results of muscle activation were inconclusive, and the groups were similar at baseline and after treatments. However, at follow-up, the external load group showed less recruitment of the rectus femoris ($P<0.004$) and the PVO group showed less recruitment of the vastus medialis obliquus ($P<0.05$). For quadriceps muscle strength, no differences were established between the groups at the moments evaluated. However, only the group with external load presented higher values after treatment ($P=0.009$) and maintained this improvement at follow-up ($P<0.001$).

Conclusion: It can be concluded that exercises with PVO had no changes in postural control, strength, and muscle activation, the two treatments developed for women with PFP, through exercises with PVO or with an external load of 20% of body weight, were similar for the results of pain, functional capacity, postural control, and muscle strength. As a clinical contribution, the use of PVO presents the same results as exercises with an additional external load of 20% and can be another option for the physiotherapist.

Keywords: Patellofemoral pain, Electromyography, Vascular Occlusion, Exercise, Muscle Strength, Postural Balance

LISTA DE FIGURAS

REVISÃO DE LITERATURA

Figura 1 – Avaliação da força e ativação muscular do quadríceps com o dinamômetro portátil (MicroFET® Hoggan Scientific, USA) e eletromiógrafo de superfície da EMG System do Brasil® (modelo EMG SAS1000V8).....	28
Figura 2 – Avaliação do equilíbrio por meio da plataforma de força.....	30
Figura 3 – Restrição ao fluxo sanguíneo para membro inferior por oclusão vascular parcial.....	34
 ARTIGO 1 – Quadriceps vascular occlusion does not alter muscle action or balance: A cross-sectional study	
Figure 1 – A) Evaluation of postural control in a single-legged static position, B) single-legged squat, C) climbing and D) descending stairs with partial vascular occlusion.....	47
Figure 2 – Maximum voluntary isometric contraction of the quadriceps to evaluate muscle strength and activation.....	47
 ARTIGO 2 – Efeito do fortalecimento do quadríceps com oclusão vascular parcial ou com carga externa na dor, capacidade funcional, força, ativação muscular e controle postural de mulheres com dor patelofemoral: Ensaio clínico aleatorizado e cego.	
Figura 1 - Exercícios de agachamento bipodal com controle das fases de contração (A), afundo (B), agachamento unipodal em plano estável (C) e agachamento unipodal em plano inclinado à 25° (D).....	63
Figura 2 - Exercícios de agachamento bipodal com controle das fases de contração (A), afundo (B), agachamento unipodal em plano estável (C) e agachamento unipodal em plano inclinado à 25° (D), com o uso de oclusão vascular parcial para o quadríceps.....	63
Figura 3 - Avaliação do controle postural na subida (A) e descida de degraus.....	66
Figura 4 - Fluxograma de alocação, avaliação e seguimento de participante	69

LISTA DE TABELAS E QUADROS

REVISÃO DE LITERATURA

Quadro 1 – Posicionamento dos eletrodos..... 28

ARTIGO 1 – Quadriceps vascular occlusion does not alter muscle action or balance: A cross-sectional study

Table 1 – Results of quadriceps muscle strength and recruitment in women with and without Partial Vascular Occlusion..... 48

Table 2 – Results of postural control with and without Partial Vascular Occlusion..... 49

ARTIGO 2 – Efeito do fortalecimento do quadríceps com oclusão vascular parcial ou com carga externa na dor, capacidade funcional, força, ativação muscular e controle postural de mulheres com dor patelofemoral: Ensaio clínico aleatorizado e cego

Quadro 1: Descrição do protocolo de exercícios para fortalecimento do músculo quadríceps..... 64

Tabela 1 – Caracterização dos grupos submetidos a exercícios de fortalecimento de quadríceps com carga externa (grupo 1) e exercícios de fortalecimento de quadríceps com oclusão vascular parcial (grupo 2) 70

Tabela 2 – Análise da dor e capacidade funcional de mulheres submetidas a exercícios de fortalecimento de quadríceps com carga externa (grupo 1) e exercícios de fortalecimento de quadríceps com oclusão vascular parcial (grupo 2) 71

Tabela 3 – Resultados do controle postural de mulheres submetidas a exercícios de fortalecimento de quadríceps com carga externa (grupo 1) e exercícios de fortalecimento de quadríceps com oclusão vascular parcial (grupo 2) 72

Tabela 4 – Análise da ativação e força muscular do quadríceps de mulheres submetidas a exercícios de fortalecimento de quadríceps com carga externa (grupo 1) e exercícios de fortalecimento de quadríceps com oclusão vascular parcial (grupo 2) 73

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A-COP	Área do centro de pressão
ACSM	American College of Sports Medicine
AKPS	Anterior Knee Pain Scale
AP	Antero-posterior
AVD'S	Atividades de vida diária
CIVM	Contração isométrica voluntária máxima
CM	Centímetros
COP	Centro de pressão
DPF	Dor Patelofemoral
EMG	Eletromiografia de superfície
EVA	Escala Visual Análoga
GH	Hormônio do crescimento
IGF-1	Fator de crescimento insulina-1
ISEK	International Society of Electrophysiology and Kinesiology
ML	Médio-Lateral
mTOR	Mammalian target of rapamycin
MVIC	Maximum voluntary isometric contraction
OVP	Oclusão Vascular Parcial
POAT	Pressão de oclusão arterial total
PVO	Partial Vascular Occlusion
RF	Reto Femoral
RM	Repetition maximum
RMS	Root Mean Square
SENIAM	Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles
SNC	Sistema Nervoso Central
VEL	Velocidade
VL	Vasto Lateral
VMO	Vasto Medial Oblíquo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	OBJETIVOS DO ESTUDO	19
2.1	OBJETIVO GERAL.....	19
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
3	HIPÓTESES DO ESTUDO	20
4	REVISÃO DE LITERATURA	21
4.1	Dor Patelofemoral.....	21
4.1.1	Articulação Patelofemoral.....	21
4.1.2	Epidemiologia, Fisiopatologia e biomecânica da Síndrome da dor patelofemoral.....	22
4.1.3	Escalas de dor e avaliação funcional na DPF.....	25
4.1.4	Avaliação da Força muscular em pacientes com DPF.....	26
4.1.5	Avaliação da ativação Muscular por Eletromiografia de Superfície.....	27
4.2	Controle Postural.....	29
4.2.1	Alterações do controle postural na DPF.....	31
4.3	Exercício Resistido no tratamento da DPF.....	32
4.4	Fortalecimento muscular com Oclusão Vascular Parcial ou Restrição ao Fluxo sanguíneo.....	33
4.4.1	História do método.....	34
4.4.2	Mecanismos Fisiológicos com o uso da OVP.....	35
4.4.3	Pressão de Insuflação e tempo de reperusão.....	37
4.4.4	Tipos e tamanhos de manguitos infláveis.....	38
5	ARTIGOS	40
5.1	ARTIGO 1 – QUADRICEPS VASCULAR OCCLUSION DOES NOT ALTER MUSCLE ACTION OR BALANCE: A CROSS-SECTIONAL STUDY	41
5.2	ARTIGO 2 - EFEITO DO FORTALECIMENTO DO QUADRÍCEPS SEM CARGA E COM OCLUSÃO VASCULAR PARCIAL NA DOR, CAPACIDADE FUNCIONAL, FORÇA, ATIVAÇÃO MUSCULAR E CONTROLE POSTURAL DE MULHERES COM DOR PATELOFEMORAL: UM ENSAIO CLÍNICO ALEATORIZADO E CEGO	56
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	81

7	REFERÊNCIAS DA TESE.....	82
	APÊNDICES	94
	APÊNDICE A – Ficha de Caracterização da amostra (Artigo 1)	95
	APÊNDICE B – Ficha de Caracterização da amostra (Artigo 2)	96
	ANEXOS.....	97
	ANEXO A – Parecer de aprovação pelo Comitê de ética em Pesquisa.....	98
	ANEXO B – <i>Checklist</i> CONSORT	102
	ANEXO C – <i>Anterior Knee Pain Scale</i>	104
	ANEXO D - <i>Lysholm Knee Scoring Scale</i>	105
	ANEXO E – Escala Visual Analógica de Dor.....	106

APRESENTAÇÃO

A presente Tese para obtenção do título de doutora é composta por introdução, objetivos, hipóteses, revisão de literatura e dois artigos científicos produzidos no Laboratório de Análise do Movimento Humano do Centro Especializado de Pesquisa e Pós-Graduação (CEPPOS) do Programa de Pós - Graduação em Ciências da Reabilitação, do Centro de Ciências da Saúde - Universidade Estadual de Londrina (UEL). E desenvolvida consonância com as regras do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação em parceria entre UEL e Universidade Pitágoras -UNOPAR,

A presente Tese apresenta dois artigos. O artigo científico 1 foi desenvolvido e aceito para publicação conforme as normas do periódico *South African Journal of Physiotherapy*, JCR 1,1. O artigo 2 está em fase de finalização e será encaminhado para a revista *Musculoskeletal Science And Practice*, Qualis A2 e fator de impacto 2.52.

1 INTRODUÇÃO

Pacientes com dor patelofemoral (DPF) apresentam dor em região anterior, retro ou peripatelar, com início insidioso e exacerbação dos sintomas em atividades que envolvam flexão do joelho, principalmente com suporte do peso corporal e que aumentem a força de compressão articular, como agachar, ajoelhar, permanecer muito tempo na posição sentada e subir e descer escadas, com redução da capacidade física, funcional e profissional (Botta et al., 2023; Hassan et al., 2022). A DPF tem alta prevalência na população geral (22,7%) (D'Ambrosi et al., 2022; Shallan et al., 2023), é responsável por aproximadamente 17% de todas as apresentações de dor no joelho para a prática clínica em geral (Barton et al., 2021), e tem maior incidência na população do sexo feminino, com o dobro do risco de desenvolvimento de dor (Smith et al., 2018).

O tratamento da DPF visa a melhora da dor e função desta população de indivíduos. As principais recomendações para o tratamento desses pacientes contemplam a combinação de exercícios para quadril e joelho, além de outras modalidades de forma associada, como bandagem patelar, órteses para pé ou terapia manual (Collins et al., 2018; Middelkoop, 2015; Winters et al., 2021). Uma das dificuldades encontradas na prática clínica é a evolução de carga em exercícios resistidos, devido à alta intensidade de dor relatada pelas pacientes (Bordessa et al., 2021).

Os treinamentos de força e resistência musculares contribuem para a prevenção de lesões e disfunções musculoesqueléticas, e retardam o início de doenças relacionadas à idade (Hughes et al., 2018). Para o desenvolvimento da força muscular, o *American College of Sports Medicine* recomenda cargas de 60% - 70% da carga máxima estabelecida em uma repetição máxima (1RM) e 70% - 85% de 1RM para produzir hipertrofia muscular (Ratamess et al., 2009), entretanto, exercícios de alta e baixa carga causam os mesmos efeitos para hipertrofia e semelhantes para força, quando o volume de treino está pareado (Ralston et al., 2017; Schoenfeld et al., 2019). Entretanto, acredita-se que exercícios prescritos de forma inadequada e com carga elevada podem causar estresse e lesões em músculos, tendões e articulações (Nakajima et al., 2007), com conseqüente dor na articulação patelofemoral.

Para aumentar a força e hipertrofia musculares e evitar a sobrecarga no sistema musculoesquelético tem sido proposto o uso da Oclusão Vascular Parcial (OVP) (Álvarez et al., 2021). Humes et al. (2020) afirmam que um ambiente hipóxico intramuscular pode induzir o crescimento endotelial vascular e altos níveis de estresse metabólico, que podem resultar em hipertrofia. Em adição, foram observados aumento da concentração de fatores de crescimento, células satélites, fatores de transcrição, espécies de oxigênio reativo, anabólico intramuscular, reações anticáticas e um aumento da ativação de fibras musculares tipo II, o que poderia facilitar a hipertrofia muscular, com resultados semelhantes aos do clássico ganho de massa muscular, mas com reduzido estresse articular e, portanto, aumento da tolerância ao exercício (Nakajima et al., 2007; Takarada et al., 2000). Assim, espera-se que a OVP possibilite a obtenção dos mesmos resultados de fortalecimento muscular, porém com cargas mais baixas (aproximadamente 20% - 30% de 1RM), o que evitaria a sobrecarga articular e, preveniria lesões e/ou disfunções no sistema musculoesquelético (Clark et al., 2011; Ellefsen et al., 2015).

Entretanto, poucos estudos foram encontrados na literatura que avaliaram os efeitos da OVP em indivíduos com disfunção patelofemoral. Giles et al., (2017) identificaram melhora na dor, função e força muscular para mulheres e homens com DPF e controles, com redução de 93% na DPF, por meio de exercícios em leg press e cadeira extensora. Ainda não se sabe se exercícios ou atividades funcionais desenvolvidas com OVP modificam a força, ativação muscular do quadríceps ou o controle postural de mulheres jovens. Em adição, também não existem estudos, ensaios clínicos randomizados, que apresentem os efeitos da OVP na dor, capacidade funcional, controle postural, força e ativação muscular em mulheres com DPF. Assim, em função do grande uso da OVP na prática clínica e esportiva faz-se necessário o desenvolvimento de novos estudos que comprovem ou não seus efeitos em mulheres com e sem dor patelofemoral.

2 OBJETIVOS DO ESTUDO

2.1 Objetivo geral

Verificar as alterações causadas pela oclusão vascular parcial do quadríceps na dor, capacidade funcional, força, ativação muscular do quadríceps e controle postural de mulheres com e sem dor patelofemoral.

2.2 Objetivos específicos

Artigo 1

- Estabelecer as diferenças da força muscular do quadríceps e da ativação dos músculos Vasto Medial Oblíquo (VMO), Vasto Lateral (VL) e Reto Femoral (RF) de mulheres jovens com e sem oclusão vascular parcial do músculo quadríceps.
- Apontar as diferenças do controle postural de mulheres jovens com e sem oclusão vascular parcial do músculo quadríceps.

Artigo 2

- Estabelecer o efeito de exercícios de fortalecimento muscular do quadríceps com oclusão vascular parcial ou de exercícios com carga externa de 20% do peso corporal, na dor e capacidade funcional de mulheres com dor patelofemoral;
- Apontar o efeito dos protocolos de fortalecimento muscular do quadríceps (com OVP ou carga externa) na força muscular e na ativação dos músculos VMO, VL e RF em mulheres com dor patelofemoral;
- Verificar o efeito dos protocolos de fortalecimento muscular do quadríceps (com OVP ou carga externa) no controle postural de mulheres com dor patelofemoral.

3 HIPÓTESES DO ESTUDO

Acredita-se que exercícios e atividades funcionais realizadas com a oclusão vascular parcial do músculo quadríceps não alterem a força muscular, a ativação dos músculos VMO, VL e RF e o controle postural de mulheres jovens sem queixas musculoesqueléticas, durante a sua realização.

Já, para mulheres com dor patelofemoral, acredita-se que o protocolo de exercícios com OVP apresente resultados semelhantes aos com carga externa de 20% do peso corporal para a melhora da dor, capacidade funcional, força, ativação muscular e de controle postural. Acredita-se ainda, que as mulheres do grupo de exercícios com OVP apresentarão menos queixas de dor durante a realização dos exercícios.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Dor Patelofemoral

4.1.1 Articulação patelofemoral

A articulação patelofemoral está situada na região anterior do joelho, e é formada pela faceta posterior da patela e a tróclea femoral. Esta articulação funciona como uma polia por meio dos movimentos de flexo-extensão do joelho, onde a patela é a base para a transmissão de forças (Guillen-Garcia et al., 2014). A tróclea femoral e a incisura Inter condiliana formam um canal vertical profundo, por onde a patela desliza sob a força da contração do quadríceps, dirigida obliquamente para cima e para fora, em direção estritamente vertical. Na articulação patelofemoral, a patela serve como um elo para convergir as fibras do quadríceps femoral, com aumento do braço de alavanca e maximização para a sua vantagem mecânica (Kapandji, 2000; Lotfi et al., 2021).

É considerada uma das articulações mais complexas do corpo humano, do ponto de vista biomecânico, devido à sua anatomia óssea particular, as numerosas estruturas capsulo-ligamentares e músculos que agem de forma dinâmica na patela, dessa forma, anormalidades em uma ou mais destas estruturas podem resultar em comportamento patológico da articulação patelofemoral (Pacini et al., 2023; Zaffagnini et al., 2013). Para assegurar a eficácia funcional, é necessário manter o alinhamento da patela no sulco troclear do fêmur, já que seu mau alinhamento pode ser um fator predisponente para a dor patelofemoral (DPF), condromalácia e degeneração da cartilagem articular (Aminaka & Gribble, 2005; D'Ambrosi et al., 2022; Milovanović et al., 2023).

O músculo quadríceps está diretamente relacionado à articulação patelofemoral, e a diminuição da sua força foi associada a um maior de risco de DPF, provavelmente por contribuir à instabilidade patelar ou pela redução na absorção de forças que incidem à articulação patelofemoral (Gaitonde et al., 2019). O torque de força do quadríceps está relacionado ao ângulo formado da espinha íliaca antero-superior ao centro da patela até o tubérculo tibial, conhecido como ângulo Q. Teoricamente, um ângulo Q aumentado faz com que os valores de torque e potência da articulação do joelho diminuam, mostrando

que o ângulo tem uma correlação negativa com o pico de torque resultante; com efeito importante no desenvolvimento do pico de torque (Saç & Taşmektepligil, 2018).

O ângulo Q é de aproximadamente 14 graus em homens e 17 graus em mulheres (Almeida et al., 2016; Milovanović et al., 2023). Em mulheres com ângulos Q mais altos espera-se que as forças laterais na patela estejam aumentadas e há muito se pensava que um ângulo Q alto seria fator de risco de DPF. No entanto, pesquisas recentes apontaram que um ângulo Q mais alto não demonstra ser uma causa clara de contribuição para a DPF (Almeida et al., 2016; Milovanović et al., 2023; Pappas & Wong-Tom, 2012; Park & Stefanyshyn, 2011).

4.1.2 Epidemiologia, Fisiopatologia e biomecânica da Síndrome da dor patelofemoral

A DPF é caracterizada por dor anterior, retro ou peripatelar, com início insidioso e exacerbação dos sintomas em atividades que envolvam flexão do joelho, principalmente com suporte do peso corporal e que aumentem a força de compressão articular, como agachar, ajoelhar-se, permanecer muito tempo na posição sentada e subir e descer escadas, com redução da capacidade física, funcional e profissional (Botta et al., 2023; Hassan et al., 2022). Além disso, a dor crônica no joelho, que é frequentemente associada à DPF tem sido ligada à osteoartrite tardia (Barton C, Balachandar V, Lack S, 2014; Neal et al., 2022; Willy et al., 2019).

Essa condição tem alta prevalência, e está presente em 22,7% da população geral (D'Ambrosi et al., 2022; Shallan et al., 2023), é responsável por aproximadamente 17% de todas as apresentações de dor no joelho para a prática clínica em geral (Barton et al., 2021). Tem maior incidência na população do sexo feminino, com o dobro do risco de desenvolvimento de dor (Smith et al., 2018), e atinge aproximadamente 13% das mulheres com idade entre 18 e 35 anos (Dos Reis et al., 2015; Silva et al., 2015; Zaffagnini et al., 2013).

Embora a idade entre 18 à 35 anos seja estabelecida como a de maior incidência, as pesquisas são variadas em relação à faixa etária estabelecida como critério de inclusão para os indivíduos. De acordo com Rothermich et al.

(2015) o pico de prevalência de dor patelofemoral tem sido observado em adolescentes ativos com idades entre 12 e 17 anos. Lankhorst et al. (2015), recrutou para o seu estudo, indivíduos com SDFP entre 14 e 40 anos, já Ramskov et al. (2015), incluiu indivíduos entre 18 e 65 anos de idade. O que mostra a grande variedade de estudos com indivíduos de diferentes idades, e destaca a lacuna na literatura para estudos em diferentes faixas etárias.

A dor anterior no joelho é a principal descrição do quadro clínico, mas nem sempre é possível a simples categorização de pacientes, devido à grande e multifatorial variabilidade da patogênese (Pacini et al., 2023; Zaffagnini et al., 2013). Há falta de consenso sobre a origem da DPF, no entanto, o mau alinhamento patelar, que inclui o aumento da translação patelar lateral, inclinação e rotação, bem como um maior estresse lateral na articulação patelofemoral podem estar associados (Barton C, Balachandar V, Lack S, 2014; Magalhães et al., 2010; Silva et al., 2015).

Os fatores locais associados à DPF são contribuições da mecânica da articulação patelofemoral e tecidos circundantes à articulação. A teoria principal é que o mau alinhamento patelofemoral é a principal causa. Uma via potencial da disfunção é que a patela mal alinhada sobrecarrega o osso subcondral e resulta em dor (Sheehan et al., 2010). Outra possibilidade é que o mau alinhamento patelar causa o encurtamento do retináculo lateral até sua isquemia, com eventuais alterações nervosas secundárias, com consequente dor (Powers et al., 2012).

Também, o encurtamento das estruturas laterais da patela está relativamente associado a fraqueza do músculo Vasto Medial (VM) que não contribui para a estabilização medial dinâmica. Assim, a inclinação lateral da patela é causada pelo desequilíbrio entre o Vasto Medial Obliquo (VMO) e Vasto Lateral (VL), com consequente movimento anormal da articulação do joelho (McConnell, 2007). Encontra-se ainda na população assintomática, que o músculo VMO é ativado antes do VL para evitar a prevalência de força lateral exercida pela ação desse músculo (Cowan SM, Bennell KL, 2002); entretanto, em alguns indivíduos com DPF o início da ativação do VMO ocorreu após o VL durante uma série de tarefas funcionais, o que pode alterar o movimento e facilitar a lateralização da patela (Chester et al., 2008) .

Por outro lado, diversos estudos têm investigado a relação entre as alterações da articulação patelofemoral não apenas à fatores relacionados ao joelho ou estruturas ao redor desta articulação, mas também por alterações em outras regiões do corpo que podem interferir na biomecânica da disfunção (Chester et al., 2008; Powers, 2010). Pesquisas sugerem que as causas das lesões no joelho podem ter origens proximais com evidências de que a fraqueza muscular do quadril está associada à lesão no joelho (Powers, 2010; Prins & van der Wurff, 2009). A fraqueza dos abdutores, rotadores laterais e os extensores do quadril se associam ao menor controle dos movimentos do fêmur no plano frontal e transversal, que reflete um maior ângulo em valgo do joelho e, conseqüentemente, maior pressão sobre a região lateral da articulação patelofemoral (Baldon et al., 2014; Cichanowski et al., 2007).

Acredita-se que o controle da articulação do quadril desempenhe uma função importante na estabilização do tronco e da pelve, que mantém o alinhamento adequado da extremidade inferior. Estudos sobre a postura e controle postural têm sugerido que a produção de torque muscular do quadril é fundamental para minimizar a aceleração do centro de massa corporal em resposta à perturbações posturais nas direções ântero-posterior (AP) e médio-lateral (ML) (Lee et al., 2012). Em complemento, há fortes evidências de que indivíduos com DPF apresentam aumento de excursões de inclinação ipsilateral do tronco, durante tarefas funcionais (Baldon et al., 2014).

Cita-se também que os desalinhamentos dinâmicos das estruturas distais do membro inferior (tornozelo e pé) podem ser fatores intrínsecos associados no desenvolvimento da DPF, como a pronação excessiva e/ou prolongada do retropé durante a marcha (Aliberti et al., 2011). O padrão de pronação subtalar considerado normal permite adaptação do pé à superfície de apoio, absorção de choque e dissipação da rotação dos membros inferiores. Um aumento na magnitude, velocidade e duração desse movimento, em relação ao movimento considerado normal, é definido como pronação subtalar excessiva. Esse padrão de movimento pode induzir um aumento na magnitude, velocidade e duração da rotação interna dos membros inferiores (joelho e/ou quadril), por meio da interdependência mecânica entre as rotações do tálus e da tíbia, na articulação talocrural (Souza et al., 2011).

A excessiva amplitude de movimento de pronação subtalar durante a marcha resulta em excessiva rotação interna da tíbia, que atrasa ou reduz a amplitude de rotação externa da tíbia em relação ao fêmur. Este movimento é essencial para permitir a extensão do joelho durante a fase de apoio; com isso, como mecanismo compensatório o fêmur realizaria excessiva rotação interna aumentando a área de contato da articulação patelofemoral (Silva et al., 2015).

Sabe-se, que alterações cinemáticas estão presentes em indivíduos com DPF e podem ter correlação com a disfunção; entretanto, não é possível afirmar que a correção das alterações cinemáticas melhore a dor e função nos pacientes, visto que, a melhora da dor pode ocorrer por diferentes abordagens terapêuticas (Almeida & Rios, 2023). Assim, mais estudos são necessários para afirmar a causalidade das alterações cinemáticas.

4.1.3 Escalas de dor e avaliação funcional na DPF

Métodos de avaliação para distúrbios musculoesqueléticos são necessários para identificar limitações estruturais, biomecânicas e funcionais, desenvolver planos de tratamento e avaliar o efeito dos tratamentos. É por isso que numerosos procedimentos de avaliação eficientes, válidos e confiáveis foram projetados (Chamorro-Moriana et al., 2022).

Os instrumentos unidimensionais que avaliam dor, analisam apenas uma característica, em geral a intensidade e são vantajosos por sua aplicação fácil e rápida e ainda de baixo custo. A Escala visual analógica (EVA) para dor (*Visual Analogue Scale* - VAS) é um instrumento unidimensional para a avaliação da intensidade da dor e trata-se de uma linha com as extremidades numeradas de 0-10. Em uma extremidade da linha é marcada “nenhuma dor” e na outra “pior dor imaginável”. Pede-se, então, para que o paciente avalie e marque na linha a dor presente naquele momento. (Martinez et al., 2011)

Na prática clínica e em pesquisas, a avaliação funcional de indivíduos com DPF é frequente e um dos instrumentos mais utilizados é a escala *Anterior Knee Pain Scale* (AKPS) (Kujala et al., 1993). Além de ser a escala mais encontrada em recentes estudos com a DPF, mostrou-se com maior consistência externa e maior correlação com a dor nestes indivíduos (Da Cunha et al., 2013). Neste sentido, a AKPS, traduzida e validada na língua portuguesa para a DPF (Da

Cunha et al., 2013), é composta por 13 questões referentes à realização de atividades funcionais, além dos sinais e sintomas apresentados na articulação patelofemoral, com pontuação mínima de 0 e máxima de 100 (Kujala et al., 1993). Quanto maior a pontuação melhor a situação do paciente com maior capacidade para realização de atividades funcionais e menor intensidade de dor no joelho (Da Cunha et al., 2013). Assim, para a DPF, a pontuação ou o ponto de corte que caracteriza alteração funcional relacionada à DPF é inferior a 86 (Watson et al., 2005).

Outro instrumento muito utilizado para avaliar as alterações funcionais relacionadas ao joelho e considerado um dos instrumentos de melhor validação para sintomas gerais do joelho (Chamorro-Moriana et al., 2022), é a escala *Lysholm Knee Scoring Scale* (Peccin et al., 2006), composta por oito questões, com alternativas de respostas fechadas, cujo resultado final é expresso de forma nominal e ordinal, sendo “excelente”, de 95 a 100 pontos; “bom”, de 84 a 94 pontos; “regular”, de 65 a 83 pontos e “ruim”, quando os valores forem iguais ou inferiores a 64 pontos (Peccin et al., 2006).

4.1.4 Avaliação da Força muscular em pacientes com DPF.

Avaliações de força muscular são comumente realizadas antes e depois das intervenções para quantificar a eficácia do tratamento e são importantes não apenas para a pesquisa, mas também para a prática clínica (Chamorro et al., 2017). Um instrumento muito utilizado para a avaliação de força muscular em pesquisas clínicas, é o dinamômetro digital portátil, devido à sua capacidade de medir quantitativamente essa variável, custo mais acessível e maior facilidade de manuseio devido ao seu tamanho, quando comparado com o dinamômetro isocinético, que apesar de ser considerado o padrão-ouro para avaliar esse desfecho, é de alto custo e baixa acessibilidade à maioria dos profissionais (Chamorro et al., 2017; Soares et al., 2022).

Em pacientes com DPF é importante avaliar a força muscular de membros inferiores, especificamente de musculatura do quadríceps e quadril. Neste sentido, Baldon et al. (2014) apresentam que o aumento da rotação interna, adução de quadril e da lateralização de patela podem estar relacionados à diminuição de força muscular com conseqüente mau alinhamento patelar.

Entretanto, as alterações cinemáticas não estabelecem relação de causa e efeito com a DPF (Almeida & Rios, 2023).

4.1.5 Avaliação da ativação Muscular por Eletromiografia de Superfície

A eletromiografia de superfície (EMG) é um importante recurso de avaliação biomecânica, que apresenta dados de ativação muscular em posições estáticas e dinâmicas. A EMG é uma técnica não invasiva capaz de registrar a atividade muscular durante um movimento (Wan et al., 2017), tem recomendação e padronização importantes estabelecidas pela *International Society of Electrophysiology and Kinesiology* (ISEK), como a *Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles* (SENIAM) que orientam sobre o posicionamento dos eletrodos, preparação do local de aplicação e filtragem do sinal, logo, é uma referência global para uso da EMG. A EMG é válida durante contrações isométricas e dinâmicas, porém em atividades dinâmicas deve-se controlar a velocidade do movimento (Singh et al., 2011).

Os valores brutos da EMG necessitam de um processamento que permite com que os dados sejam confiáveis para fins científicos, portanto mostra-se importante a filtragem do sinal e normalização dos valores (Shigaki et al., 2013). Para coleta de dados de ativação muscular utiliza-se a eletromiografia de superfície, com frequência de aquisição de 2.000 Hertz e filtros passa alto de 20 Hz e passa baixo de 450 Hz. Para minimizar ruídos, os demais equipamentos elétricos devem ser desligados e a pele do participante deve ser preparada para a colocação dos eletrodos. A área a ser analisada deve ser exposta adequadamente, realizada tricotomia com lâminas descartáveis e a pele limpa com algodão e álcool 70%.

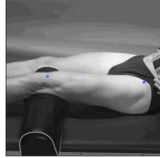
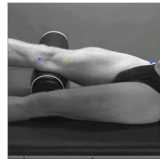

O equipamento utilizado em nossos estudos, para a coleta do sinal eletromiográfico, (Figura 1) é o eletromiógrafo (EMG System do Brasil® (modelo EMG SAS1000V8), que pode ser utilizado em posturas estáticas ou dinâmicas, e associado aos movimentos de vida diária e aos esportes.



Figura 1 – Avaliação da força e ativação muscular do quadríceps com o dinamômetro portátil (MicroFET® Hoggan Scientific, USA) e eletromiógrafo de superfície da EMG System do Brasil ® (modelo EMG SAS1000V8) (Fonte: arquivo pessoal)

Eletrodos de superfície foram posicionados no reto femoral, vasto medial oblíquo e vasto lateral, de acordo com SENIAM (Quadro 1). O eletrodo de referência foi fixado na tuberosidade anterior da tíbia homolateral.

Quadro 1 – Posicionamento dos eletrodos para coleta do sinal eletromiográfico.

Músculo	Posição	Referência
Reto Femoral	Os eletrodos precisam ser colocados a 50% na linha da espinha ilíaca anterior superior à parte superior da patela	Seniam 
Vasto medial oblíquo	Os eletrodos precisam ser colocados a 80% na linha entre a espinha ilíaca anterior superior e o espaço articular em frente à borda anterior do ligamento medial.	Seniam 
Vasto Lateral	Os eletrodos precisam ser colocados a 2/3 da linha da espinha ilíaca anterior, superior à face lateral da patela.	Seniam 

Estudos que avaliam a atividade eletromiográfica do quadríceps em pacientes com DPF são importantes, devido à relação direta entre quadríceps e patela, e o comportamento da atividade eletromiográfica pode impactar na sobrecarga da articulação patelofemoral (Alsaleh et al., 2021). Desequilíbrios no controle motor do quadríceps, como atrasos no início de ativação do vasto medial são fatores comumente relatados e referidos como uma possível causa de desequilíbrios de carga da articulação patelofemoral (Alsaleh et al., 2021; Powers et al., 2017).

4.2 Controle Postural

O controle postural é um processo dinâmico para prevenir quedas, por meio da manutenção do centro de gravidade dentro da área da base de suporte do corpo e necessita de ajustes constantes da atividade muscular e do posicionamento articular, por informações enviadas pela visão, sistema vestibular e sistema proprioceptivo (Duarte, 2010; Slomka et al., 2019).

Para a manutenção de um bom controle postural é necessário um equilíbrio da interação dos sistemas somatossensorial, vestibular, visual e neuromuscular (Dunsky et al., 2017), e os músculos do quadril e do tronco exercem importante influência e auxiliam o controle pélvico (Gribble & Hertel, 2004; Tong et al., 2014; Wareńczak & Lisiński, 2019), já que pacientes com disfunções nos membros inferiores apresentam pior controle postural (Carvalho-Silva et al., 2016; Ostrowska & Kuczyński, 2008).

A plataforma de força (Figura 2) é padrão ouro para a avaliação do controle postural, e a análise do centro de pressão (COP) é a medida estabilométrica mais utilizada (Duarte, 2010). O objetivo é encontrar achados das reações biomecânicas e neuromusculares como estabilidade postural para manutenção do equilíbrio, ajustes posturais por meio da velocidade e frequência de oscilação do COP (Pinsault & Vuillerme, 2009; Shigaki et al., 2013).



Figura 2 - Avaliação do equilíbrio por meio da plataforma de força (Fonte: arquivo pessoal)

A plataforma de força consiste em duas placas rígidas que são interligadas por sensores de força que podem se apresentar em posição retangular, triangular ou central (Laza-Cagigas et al., 2019; Shigaki et al., 2013) e possuem células de carga ou sensores de carga piezoelétrico para quantificar a força de reação dos pés de maneira unidimensional ou tridimensional (Shigaki et al., 2013). Os principais parâmetros de equilíbrio são extraídos em relação ao COP, definido pelo ponto de aplicação das forças verticais que agem sobre a superfície de suporte. As principais variáveis do COP são a área de elipse do COP, velocidade média de oscilações do COP nas direções do movimento ântero-posterior e médio-lateral (cm/s) e a amplitude da oscilação (cm) do COP nas direções AP e ML (Duarte M, 2010). Além dessas, é possível obter também a frequência média de oscilação do COP (Hz) nas direções AP e ML (Moreira et al., 2008; Shigaki et al., 2013).

As variáveis ilustram o comportamento do centro de gravidade na base de suporte do indivíduo. A A-COP expressa o ponto de aplicação da resultante das forças verticais agindo sobre a superfície de suporte e reflete as forças que agem na plataforma de força, como a força peso e as forças internas (musculares e articulares) transmitidas ao chão. O COP é uma medida da posição definida por coordenadas nas direções AP e direção ML. A velocidade AP e ML demonstra de

maneira temporal, as adaptações do COP nas direções em relação a uma tarefa, sendo que maiores velocidades podem indicar instabilidades durante as adaptações. Já a amplitude da oscilação analisa a trajetória do deslocamento do COP para as direções que podem estar associadas a fatores que influenciem no controle do COP e a necessidade do seu deslocamento até obter a estabilidade alvo (Barela & Duarte, 2011).

O sistema utiliza além da plataforma de força e do computador com software que gerencia os dados fornecidos pelo instrumento, um condicionador de sinais e um conversor analógico para digital (Shigaki et al., 2013). Todos os sinais de força registrados pela plataforma são filtrados numa frequência de aquisição que geralmente varia de 10 a 100 Hz sendo a frequência do filtro escolhida em função de parâmetros da tarefa e do equipamento (Duarte, 2010; Pollock et al., 2000; Shigaki et al., 2013).

O instrumento apresenta valores fidedignos, no processo de avaliação e reabilitação e pode ser utilizado por diferentes populações como atletas, idosos, pacientes com disfunções neurológicas, musculoesqueléticas ou posturais (Moreira et al., 2008; Shigaki et al., 2013).

4.2.1 Alterações do controle postural na DPF

Embora a DPF tenha muitos fatores causais ligados a alterações biomecânicas, a insuficiência do controle postural dinâmico entre o tronco e membros inferiores também pode contribuir para o seu desenvolvimento, e é importante, especialmente durante a execução de movimentos que incorporam carga como subir escadas, realizar agachamentos e saltos (Chevidikunnan et al., 2016).

Sabe-se que os músculos e tecidos conjuntivos estabilizadores da articulação patelofemoral são ricos em receptores proprioceptivos, e que podem ocorrer déficits em função da DPF, com alteração da cinemática patelar, bem como de ajustes posturais antecipatórios do sistema nervoso central (SNC), que mudam o controle postural dependente da interação entre os sistemas visual, vestibular e proprioceptivo (Felicio, Masull e Saad, 2014). Em associação, déficits musculares e dor podem afetar o controle postural na posição em pé, assim como a diminuição da força muscular dos isquiotibiais e quadríceps que

está relacionada ao dos membros inferiores (Citaker, Kaya, Yuksel, Yosmaoglu, Nyland e Atay, 2011).

Citaker et al (2011) apontam que existem alterações de controle postural em pacientes com DPF, como consequência das alterações biomecânicas, isto pode comprometer a manutenção do controle postural e da orientação corporal para a execução de atividades da vida diária, prática de atividade física e esportiva, que diminui a capacidade funcional, aumenta o risco de lesões e exacerba de dor nesses indivíduos (Citaker, Kaya, Yuksel, Yosmaoglu, Nyland e Atay, 2011). Entretanto, a análise do controle postural de pacientes com DPF ainda apresenta divergências nos resultados estabelecidos pela literatura. A forma de avaliação e análise de resultados, os métodos empregados nas pesquisas, o tamanho amostral, entre outros aspectos que evidenciam a necessidade de novos estudos que associem controle postural e SDFP, porém melhor estruturados e controlados.

4.3 Exercício Resistido no tratamento da DPF

A fisioterapia multimodal, considerada padrão ouro para a reabilitação, combina uma série de intervenções como exercícios de fortalecimento, terapia manual, orientação ao paciente e uso de bandagem patelar quando necessário (Collins et al., 2018; Willy et al., 2019). Revisões sistemáticas recomendam a terapia de exercícios composta principalmente de exercícios para o quadril, joelho ou quadril e joelho de forma associada, para melhorar a dor e a função em pessoas com DPF, no entanto, esses estudos também destacam a incerteza sobre que tipo de exercícios são mais eficazes (Collins et al., 2018; Middelkoop, 2015; Winters et al., 2021).

Os resultados de Hansen et al. (2023) e Hott et al. (2019) fornecem evidências de que um programa de exercícios focado apenas no músculo quadríceps ou exercícios para o fortalecimento dos músculos do quadril forneceram melhorias equivalentes nos sintomas e na função a curto e médio prazo em pacientes com DPF. No entanto, as melhorias não atingiram o limiar de mudança clínica minimamente importante estabelecido e, portanto, treinar o quadríceps ou músculos do quadril separadamente pode não ser eficaz na

melhora dos sintomas e da função (Hansen et al., 2023). Entretanto, o tratamento com fortalecimentos dos músculos do quadril e joelho, de forma associada, é recomendado pelo último consenso sobre tratamento de DPF (Collins et al., 2018).

4.4 Fortalecimento muscular com Oclusão Vascular Parcial ou Restrição ao Fluxo sanguíneo

O interesse e a utilização de exercícios com restrição parcial ao fluxo sanguíneo têm aumentado substancialmente nos últimos anos, tanto para contexto de reabilitação quanto para condicionamento físico. Justifica-se sua utilização, pelo menos em parte, devido à capacidade de gerar benefícios de desempenho musculoesquelético e cardiovascular com cargas mecânicas reduzidas quando comparado aos treinamentos convencionais (Rolnick et al., 2023).

Caracteriza-se pela utilização de um dispositivo no terço proximal do membro inferior ou superior em exercícios de força e resistência muscular, que gera uma restrição parcial ao fluxo sanguíneo e conseqüentemente, uma limitação de fluxo sanguíneo para o músculo em treinamento (Figura 3). O termo oclusão ou restrição se refere ao ato de fechar ou impedir parcialmente o fluxo sanguíneo normal para a região muscular à ser trabalhada, com o objetivo final de aumentar a força e o trefismo do músculo (Jardim et al., 2022; Rolnick et al., 2023).



Figura 3 – Restrição ao fluxo sanguíneo para membro inferior por oclusão vascular parcial (Fonte: próprio autor).

4.4.1 História do método

O método de oclusão vascular parcial (OVP), também conhecido como KAATSU Training, foi criado por Yoshiaki Sato na década de 60 com o objetivo de contribuir para a hipertrofia muscular. Sato teve sua primeira experiência com a restrição sanguínea ao notar um edema em sua perna após ficar um período sentado sobre a mesma, e associou esse edema à mesma sensação que sentia após executar extenuantes exercícios de levantamento de peso. Em 1973, Sato rompeu o ligamento colateral medial do joelho, e utilizou a oclusão vascular parcial (denominada KAATSU *training*) pressurizando e despressurizando sua perna por duas semanas, com resultados positivos não só ao impedir a atrofia muscular, mas ao favorecer a hipertrofia. Dessa forma, estabeleceu a técnica de KAATSU *Training* (Gear et al., 2022; Ferlito et al., 2020; Sato, 2005).

Foi necessário cerca de um ano de experimentações e modificações para determinar a posição e o local ideal para aplicar a pressão e estabelecer um método que possibilitasse a aplicação de pressão nas extremidades proximais dos membros inferiores à fim de gerar esta diminuição parcial ou total do fluxo sanguíneo nos vasos. Posteriormente, a técnica foi expandida para os membros superiores. A maior dificuldade a partir da ideia original, foi a aplicação de pressão adequada, visto que cada indivíduo necessitava de atenção exclusiva que se atribuíam às diferenças de idade, variações de tamanho dos membros e

vasos sanguíneos, tecido adiposo e força física. Dez anos depois e com vários estudos realizados, o método de treinamento KAATSU Training foi generalizado para o uso público, por meio de um protótipo de manguito de pressurização flexível com pressão e sensor (Nakajima et al., 2007; Sato, 2005).

Embora a OVP seja utilizada em todo o mundo, ainda precisa ser estudada e aperfeiçoada. Melhorar esta técnica de treinamento pode reduzir significativamente a quantidade de tempo de recuperação necessária para indivíduos após sofrerem lesões, melhorar os ganhos de força muscular e possivelmente, fornecer abordagens mais seguras para o treinamento ou tratamento com OVP (Gear et al., 2022).

4.4.2 Mecanismos Fisiológicos com o uso da OVP

O aumento de trofismo e força muscular consequentes à utilização de OVP durante exercícios, é mediada por dois mecanismos fisiológicos principais, que são o acúmulo metabólico e o aumento do recrutamento de fibras musculares de contração rápida (Loenneke et al., 2010; Pearson & Hussain, 2015).

A restrição do fluxo sanguíneo local promove uma interrupção parcial da circulação sanguínea venosa e reduz parcialmente a circulação arterial, que gera um estado momentâneo de hipóxia intramuscular e a diminuição do retorno venoso, o que resulta no aumento da concentração de lactato, íons de potássio (K⁺) e hidrogênio (H⁺) no plasma sanguíneo, o que caracteriza o fenômeno de acúmulo metabólico (Rapello & Rezende, 2019).

Os níveis de lactato do sangue total, do plasma e das células musculares aumentam em resposta ao exercício com restrição do fluxo sanguíneo. Isso é significativo, pois o hormônio do crescimento (GH) demonstrou ser estimulado por um ambiente intramuscular ácido (Loenneke et al., 2010; Takarada et al., 2000). Evidências indicam que um pH baixo estimula a atividade nervosa simpática por meio de um reflexo quimiorreceptivo mediado por metaborreceptores intramusculares e fibras aferentes dos grupos III e IV, e foi demonstrado que essa mesma via desempenha um papel importante na regulação da secreção hipofisária de GH (Loenneke et al., 2010).

Entretanto, nem sempre as alterações no lactato sanguíneo são preditivas de alterações no GH. Reeves et al. (2006) demonstraram que enquanto o treinamento de oclusão resultou em uma maior resposta de GH, não houve diferenças significativas nas concentrações de lactato sanguíneo entre os grupos com e sem OVP. Uma possibilidade é que a oclusão do fluxo sanguíneo resultou em uma difusão mais lenta do lactato para fora do tecido muscular, resultando em um ambiente ácido intramuscular mais pronunciado e, portanto, uma maior estimulação local dos aferentes do grupo IV antes de sua difusão para fora da célula (Loenneke et al., 2010).

Acredita-se que esse mecanismo possa contribuir para o aumento de trofismo muscular, por elevar a síntese intramuscular e hepática do Fator de crescimento insulina-1 (IGF-1) envolvido no processo de síntese protéica, entretanto, outros fatores são citados como contribuintes nesse processo, como a inibição da miostatina (proteína que contribui negativamente para o processo de hipertrofia muscular); aumento das proteínas de choque térmico (reduzem a taxa de degradação protéica e aumentam o reparo tecidual, o que contribui positivamente no aumento de trofismo muscular); e via da *mammalian target of rapamycin* (mTOR) (aumento da síntese protéica) (Fujita et al., 2007; Loenneke et al., 2010; Rapello & Rezende, 2019).

O outro mecanismo envolvido nos efeitos fisiológicos do uso de OVP é o aumento de recrutamento de fibras musculares no exercício. Em condições de exercícios convencionais, ou seja, sem o uso de OVP, as fibras musculares do tipo I são recrutadas inicialmente e à medida que a intensidade aumenta, as fibras musculares do tipo II são recrutadas conforme a necessidade. Uma nova forma de recrutamento acontece nos músculos com OVP, isto é, as fibras do tipo II são recrutadas, mesmo com exercícios de baixa intensidade, no mesmo momento que as fibras do tipo I, o que estimula a síntese de proteínas, impactando positivamente no trofismo muscular (Loenneke et al., 2010; Rapello & Rezende, 2019). Isso acontece devido à baixa disponibilidade de oxigênio com o uso de OVP, o que desencadeia um recrutamento progressivo de unidades motoras adicionais para compensar o déficit no desenvolvimento de força. (Moritani et al., 1992).

4.4.3 Pressão de Insuflação e tempo de reperfusão

A quantidade de pressão necessária para interromper o fluxo sanguíneo para um membro, ou seja, a pressão de oclusão arterial total (POAT) têm relação com uma série de fatores intrínsecos do indivíduo, como tamanho do membro, pressão arterial do indivíduo, assim como, a largura do manguito inflável (Patterson et al., 2019). Ao longo das pesquisas e aplicações clínicas de exercícios com OVP, diferentes métodos foram utilizados para determinar a pressão que deve ser aplicada. Inicialmente eram utilizados valores específicos para membros superiores e membros inferiores, de aproximadamente 100mmHg e 200mmHg, respectivamente (Loenneke et al., 2010), e atualmente, após o maior desenvolvimento de pesquisas sobre o tema, recomenda-se que a prescrição de pressão na OVP seja individualizada para limitar parcialmente o fluxo sanguíneo arterial muscular, com indicação de 40-80% da POAT, entretanto, essa metodologia considerada o padrão-ouro de prescrição de pressão, necessita de um equipamento de ultrassonografia Doppler para identificar a POAT e posteriormente, calcular a porcentagem de oclusão dentro das recomendações, entretanto, seu custo elevado e acesso restrito dificultam a sua utilização na prática clínica (Cerqueira et al., 2021). Uma alternativa a esse método, é o uso de doppler manual e portátil para uso clínico e de menor custo, que, por meio de sinal auscultatório, detecta somente a presença ou a ausência de pulso arterial (Rapello & Rezende, 2019).

Outras opções foram descritas na literatura para utilização na ausência de acesso à recursos tecnológicos de mensuração direta da POAT, como a perimetria do terço proximal da coxa (medida a 33% da distância entre a linha inguinal até a borda superior da patela) e a pressão diastólica braquial, que de acordo com algumas pesquisas, parecem ser fatores que influenciaram as diferenças de pressão de insuflação necessária para atingir a POAT (Loenneke et al., 2012, 2013). Os valores obtidos na perimetria de coxa equivalentes a 60% da POAT são menor que 45 a 50cm igual a 120mmHg, 51 a 55cm igual a 150mmHg, 56 a 59cm igual a 180mmHg e maior do que 60cm igual a 210mmHg, entretanto, faltam estudos na literatura que testem esses valores de pressão

referente à perimetria de coxa e analisem as respostas adaptativas musculares (Rapello & Rezende, 2019).

Mesmo com métodos específicos para determinar a POAT e recomendações de valores individuais, devido à falta de recursos tecnológicos, muitas pesquisas utilizam valores de pressão aproximadas para os pacientes, e bons resultados tem sido encontrados, sem relatos de intercorrências ou efeitos colaterais (Bryk et al., 2016; Segal et al., 2015). Bryk et al. (2016) utilizaram a pressão de OVP estabelecida em 200mmHg em região proximal de membro inferior para o tratamento de mulheres com osteoartrite de joelho, e identificaram melhora na dor, função e força muscular de quadríceps em relação ao início do tratamento, sem diferença com o grupo que não realizou OVP, além de que, o grupo com OVP experimentaram menos desconforto anterior de joelho durante o tratamento. Segal et al. (2015) utilizaram pressões progressivas durante o tratamento de mulheres com fatores de risco para osteoartrite de joelho, as pressões iniciaram em 40mmHg e foram até 200mmHg até a finalização do protocolo, e os autores encontraram melhora na força isocinética, volume de quadríceps, potência e dor, sem efeitos colaterais ou prejuízos aos pacientes.

4.4.4 Tipos e tamanhos de manguitos infláveis

Na literatura, os manguitos elásticos e de nylon são comumente utilizados para a restrição ao fluxo sanguíneo, e de acordo com as pesquisas disponíveis, o tipo de material dos manguitos infláveis parece não ser um ponto clinicamente relevante para a aplicação de exercícios com OVP, ambos mostraram adaptações musculares benéficas (Patterson et al., 2019).

Um dos fatores de importância na prescrição de exercícios de OVP refere-se à largura do manguito inflável utilizado, pois a quantidade de POAT necessária para interromper o fluxo sanguíneo para um membro, é amplamente determinada pela largura do manguito aplicado ao membro; uma braçadeira mais larga que requer uma pressão mais baixa essencialmente devido à maior área superficial à qual a pressão foi aplicada (Jessee et al., 2016; Patterson et al., 2019). Este ponto é extremamente importante, visto que, na literatura temos variações de larguras de manguito utilizados para OVP de 3 à 18 centímetros

(cm) e utilizar uma mesma pressão para manguitos de largura diferentes, irá ocasionar restrições de fluxo sanguíneo diversas para o segmento a ser treinado.

Estudos identificaram que um manguito mais largo exige menos pressão absoluta para restringir o fluxo sanguíneo em qualquer % da POAT, mas que um manguito estreito inflado a uma pressão absoluta mais alta (mas a mesma % de POAT que o manguito largo) tinha uma redução semelhante no fluxo sanguíneo, e embora manguitos mais largos necessitam de menor pressão absoluta, isso não significa um estímulo mais seguro, apenas reflete a capacidade de cada tamanho de manguito de aplicar pressão nos tecidos de um membro (Mouser et al., 2017). Recomenda-se que uma ampla variedade de larguras de manguito possa ser usada se a pressão for ajustada adequadamente usando POAT e que manguitos com largura intermediária (aproximadamente 10cm) podem causar menos dor, menor percepção subjetiva de esforço e menor prejuízo no desempenho de exercícios com OVP do que manguitos muito largos (13 cm ou mais) ou muito estreitos (aproximadamente 5 cm) (Patterson et al., 2019; Rapello & Rezende, 2019).

Desta forma, frente aos relatos e resultados da literatura sobre dor patelofemoral e tratamento com oclusão vascular parcial na DPF na capacidade funcional, controle postural, força e ativação musculares, mais estudos são necessários, para que se estabeleça a eficácia da OVP no tratamento de mulheres com DPF.

5 ARTIGOS

A seguir, estão apresentados os dois artigos relacionados à tese.

Artigo 1 – QUADRICEPS VASCULAR OCCLUSION DOES NOT ALTER MUSCLE ACTION OR BALANCE: A CROSS-SECTIONAL STUDY.

*Aceito para publicação em 12/10/2023, na revista “*South African Journal of Physiotherapy*”. JCR 1,1.

Artigo 2 – EFEITO DO FORTALECIMENTO DO QUADRÍCEPS COM OCLUSÃO VASCULAR PARCIAL OU COM CARGA EXTERNA NA DOR, CAPACIDADE FUNCIONAL, FORÇA, ATIVAÇÃO MUSCULAR E CONTROLE POSTURAL DE MULHERES COM DOR PATELOFEMORAL: ENSAIO CLÍNICO ALEATORIZADO E CEGO

A ser preparado e encaminhado à revista *Musculoskeletal Science And Practice*, Qualis A2 e fator de impacto 2,52.

5.1 ARTIGO 1 - QUADRICEPS VASCULAR OCCLUSION DOES NOT ALTER MUSCLE ACTION OR BALANCE: A CROSS-SECTIONAL STUDY

*Aceito pela revista “South African Journal of Physiotherapy”. JCR 1,1.

Authors

Daiene Cristina Ferreira – State University of Londrina, Health Sciences Center - Physiotherapy Department; daiene_ferreira@hotmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-9915-5907>

Letícia Barbosa do Vale - State University of Londrina, Health Sciences Center - Physiotherapy Department; leticiaab.dovale@gmail.com;
<https://orcid.org/0000-0003-3814-2162>

Felipe Henrique dos Santos - State University of Londrina, Health Sciences Center - Physiotherapy Department; felipe_.hs@hotmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-1612-5345>

Christiane de Souza Guerino Macedo – State University of Londrina, Health Sciences Center - Physiotherapy Department; chmacedouel@yahoo.com.br;
<https://orcid.org/0000-0001-6016-5075>

Corresponding Author: Ms. Daiene Cristina Ferreira - State University of Londrina (UEL), Health Sciences Center - Physiotherapy Department/LAFESP.Robert Koch Avenue, 50, CEP 86038-350, Londrina, Paraná (PR) – Brazil. E-mail: daiene_ferreira@hotmail.com; phone: 55 (43) 99937-6175

Acknowledgement

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) -Finance Code 001.

ABSTRACT

Background: Partial Vascular Occlusion (PVO) can increase muscle strength and hypertrophy without joint overload. However, PVO could increase the possibility of imbalances and injuries during physical activity.

Objective: To identify changes in strength, muscle activation, and postural control during the use of PVO in young women.

Methods: Fourteen healthy women aged between 18 and 30 years were evaluated. Dynamometry was used to analyze the strength of the quadriceps muscle, and surface electromyography was used to evaluate quadriceps muscle activity. A force platform was utilized to assess postural control, static single-legged support, single-legged squat, and climbing and descending stairs. Participants were randomly assigned to the evaluations either with or without PVO. The results were compared and correlated.

Results: The performance of static, dynamic, or stair exercises, with or without PVO, did not indicate differences in muscle strength and recruitment ($p>0.05$). The use of PVO improved the velocity of anteroposterior oscillation of static postural control ($p=0.001$). We found a moderate negative correlation between muscle strength and postural control during the ascending stairs task with the use of PVO ($0.54 < r < 0.59$), while in the group without PVO, the correlation was moderate to high ($0.55 < r < 0.76$).

Conclusion: The use of PVO did not impair muscle strength and recruitment of the quadriceps, or postural control in healthy women.

Clinical implications: Partial vascular occlusion can be used during dynamic exercises without impairing the balance and muscle strength of the quadriceps during its execution.

Keywords: Electromyography, Vascular Occlusion, Quadriceps, Muscle Strength, Postural Balance, Women

INTRODUCTION

Muscle strength and endurance training contribute to the prevention of musculoskeletal injuries and dysfunctions, as well as delaying the onset of age-related diseases (Hughes et al., 2018). The American College of Sports Medicine (ACSM) recommends loads of 60% - 70% of one maximum repetition (1RM) for strength gain, and 70% - 85% of 1RM for hypertrophy (Miller et al., 2021; Ratamess et al., 2009; Wortman et al., 2021). However, exercises with high loads can lead to stress and injuries to muscles, tendons, and joints (Forte et al., 2021).

The use of Partial Vascular Occlusion (PVO) has been proposed to increase muscle strength and hypertrophy, and avoid overloading the musculoskeletal system (Álvarez et al., 2021). The practice of exercises with PVO decreases the time to exhaustion, explained through the processes of muscle fatigue that occur early due to the lack of O₂ and failure in oxidative capacity, which causes an accelerated decline in muscle fiber strength (Willberg et al., 2021). Humes et al. (2020) confirmed that an intramuscular hypoxic environment can induce vascular endothelial growth and high levels of metabolic stress, which may lead to hypertrophy. Additionally, increases were observed in the concentration of growth factors, satellite cells, transcription factors, reactive oxygen species, intramuscular anabolic signaling, anticatabolic reactions, and recruitment of type II muscle fibers, which could facilitate muscle hypertrophy, with results similar to those of classic muscle mass gain, but with reduced joint stress and, therefore, increased exercise tolerance (Nakajima et al., 2007; Takarada et al., 2000). Hence, PVO enables the achievement of the same results with lower loads (approximately 20% - 30% of 1RM), avoiding joint overload, and preventing injuries and/or dysfunctions in the musculoskeletal system (Clark et al., 2011; Ellefsen et al., 2015).

Partial Vascular Occlusion or partial blood flow restriction is a method that uses a cuff/tourniquet placed on the proximal area of the limb, and then, when inflated, partially restricts the blood flow to the muscles involved in the movement (Cognetti et al., 2022). It was reported that there are hypoalgesia responses after low load resistance exercise with PVO (Korakakis et al., 2018), with effects maintained for up to 24 hours, which highlights the result of exercise analgesia associated with PVO (Hughes et al., 2020). In addition, there were positive repercussions in improving muscle strength and endurance of young and older individuals (Centner et al., 2019; Lixandrão et al., 2018; Slysz et al., 2016), with no difference in gain compared to high load training (Early et al., 2020), and

the advantage of less pain and discomfort when performing movements, especially for individuals in rehabilitation.

Although the positive effects in the medium or long term after starting training with PVO are well established, little is known about the immediate effects or the effects during the execution of the exercises since the practice of PVO decreases the blood flow and, consequently, the supply of oxygen to the active muscle. It is not yet known if the performance of exercises with PVO presents any risk or deficits, whether muscle activation is differentiated, or if postural control is changed. It is therefore necessary to investigate the effects during the execution of these exercises on muscle strength gain and recruitment, as well as postural control in healthy individuals. We hypothesized that, in the presence of changes in postural control, muscle strength, or activation in the execution of exercises with PVO, there could be greater postural imbalance and less safety during the performance of the exercise, with an increased probability of overload or injury. To address this gap in the literature, the current study analyzes whether the PVO of the proximal thigh alters the strength and muscle recruitment of the quadriceps, as well as the postural control of young women.

METHODS

Type of study and ethical approval

This is a cross-sectional study conducted with young, healthy women. The Research Ethics Committee of the State University of Londrina approved the research. All participants signed the Informed Consent Form (ICF) and agreed to participate voluntarily in the study.

Participants

Healthy women, and non-athletes, aged between 18 and 30 years, with no musculoskeletal complaints, participated in this study. As exclusion criteria, previous surgical procedures, changes in plantar sensitivity, vascular diseases, and COVID-19 were established in the six months before the evaluation. The calculation of the sample size was based on the study by Centner et al. (2019) and considered the score of muscle strength in the *leg press* exercise, with values of 1180.1 ± 250.1 N in the pre-intervention

group and $1190.8 \pm 256.6 N$ in the post-intervention group with the use of partial vascular occlusion. The *Power and Sample Size* program was used with a confidence interval of 95%, an alpha level of 5%, and a test power of 90%. The sample calculation established a minimum of six participants.

Procedures

The participants were recruited and evaluated from June to December 2021. The evaluations were carried out at the Center for Research and Graduate Studies in Rehabilitation Sciences of the university. Initially, the participants received explanations about the research and after agreeing to participate, they signed the informed consent form and answered the sample characterization questionnaire [Name, age, weight, height, BMI, physical activity, modality and frequency]. Subsequently, they were referred for evaluation with and without the previously randomized PVO. For randomization, the numbers 1 or 2 were assigned for the conditions with and without PVO, and a random sequence was generated using www.random.org to determine the start condition for each participant (exercises with or without PVO). The PVO was performed using the Clinic Cuff – WCS of CardioMed® (cuff size of 12.5cm x 84cm), located in the proximal region of the lower limb, with 200mmHg of pressure. At each change of activity performed in the condition with PVO, the cuff was deflated for 5 min to perform revascularization in the lower limb, as proposed by Center et al. (2019). To evaluate muscle strength, the participants were seated with hips at 90° of flexion, a stabilization band on the anterior thigh to control pelvic elevation, and the knee joint fixed at 60° of flexion to perform the maximum voluntary isometric contraction (MVIC) of the quadriceps, and upper limbs crossed over the thorax. To measure muscle strength, the participants were instructed to perform at the greatest possible knee extension force, with gradual onset and slow progression to maximum strength. The team of researchers provided verbal reinforcement to encourage greater muscle strength during the collection period. A portable dynamometer (MicroFET® Hoggan Scientific, USA) was positioned on the anterior and distal region of the lower limb (two centimeters above the malleolar line) to measure quadriceps muscle strength in kilograms/force. The portable dynamometer was positioned against the structure of the extension chair (fixed by immovable iron chains), eliminating the evaluator's resistance during the test (figure 2). The MVIC had a duration

of 6 seconds and 3 repetitions were performed, with one minute of rest between them. The mean muscle strength in kilograms/force in the 3 repetitions was used for data analysis. Surface electromyography was used to assess the quadriceps muscle recruitment with an 8-channel electromyograph (EMG model SAS1000V8/18_022884-R0A, EMG System®, Brazil). The EMG signal was captured with 4 pre-amplified active electrodes and filtered on a band-pass filter between 25 and 450 Hz, with a sampling frequency of 2,000 Hz.

To control and exclude interference in the electromyographic signals, all researchers, technicians, and those who needed to enter the collection environment were instructed not to use any electronic equipment, with cell phones turned off, and the computer and electromyograph were powered by a battery, without a connection to the power grid. The skin was shaved and cleaned, and the surface electrodes were fixed on the rectus femoris, vastus lateralis, and vastus medialis oblique muscles, according to the positioning rules proposed by *Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscle* (SENIAM), and the reference electrode was positioned on the anterior tuberosity of the homolateral tibia. For data analysis, the Root mean square (RMS) values were calculated for each muscle and normalized by the RMS peak to extract the percentage recruitment of each muscle. Finally, postural control was evaluated using a BIOMECH411 force platform (Serial number: NS_BIO1470, EMG System do Brasil®, SP Ltda.), which allows the quantitative analysis of body sway. The signals were sampled at 100 Hz and filtered with a 35 Hz second-order Butterworth low-pass filter to cancel any interference. The activities were performed for the dominant lower limb (the one chosen to kick a ball) since they women were healthy, without complaints of pain. The activities evaluated were (1) single-legged static position for 30 seconds (Figure 1A), (2) consecutive single-legged squats (Figure 1B) for 30 seconds, range of motion control of 0 - 40° of knee flexion, using an EMG System® Digital Goniometer, and (3) climbing (Figure 1C), and descending (Figure 1D) 2 steps, with the force platform positioned in the first step, to simulate the functional activity of ascending and descending stairs. All activities were performed 3 times, and the mean was considered for analysis.

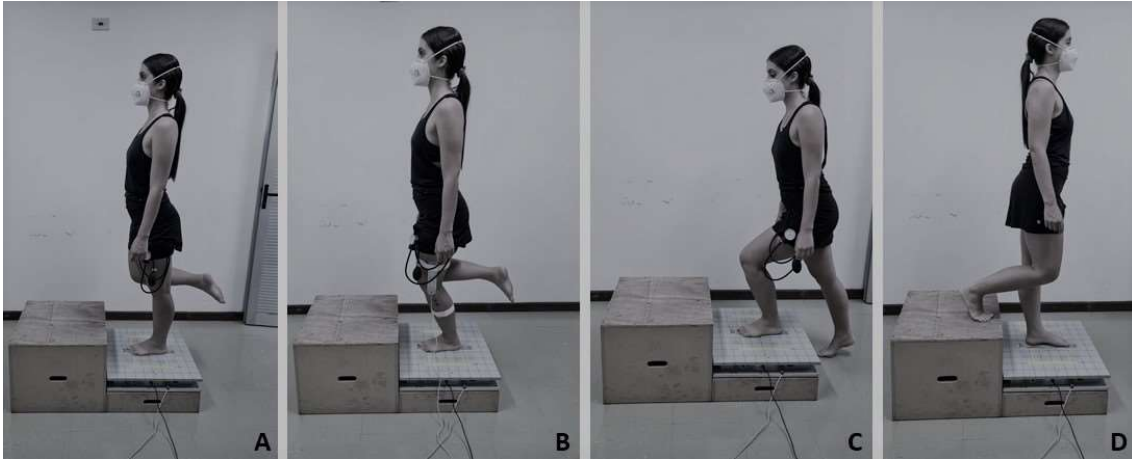


Figure 1 – A) Evaluation of postural control in a single-legged static position, B) single-legged squat, C) climbing and D) descending stairs with partial vascular occlusion (Source: from the author).

The sequence of tests was established previously, always initiating with the evaluation of postural control (to avoid the influence of fatigue generated in the maximal voluntary isometric contraction test [MVIC] on the evaluation of other outcomes) followed by muscle strength and recruitment (Figure 2) concomitantly.



Figure 2 – Maximum voluntary isometric contraction of the quadriceps to evaluate muscle strength and recruitment (Source: from the author).

Statistical analysis

We applied the Shapiro-Wilk test to verify data normality. The Student's t-test was used to compare the values in the conditions with and without vascular occlusion for the

activities performed on the force platform, including static single-legged balance, single-legged squat, climbing and descending stairs, and the Wilcoxon test for the variables of strength and muscle recruitment. A confidence interval of 95% was adopted, with a significance level of 5% ($p < 0.05$). We also investigated the correlation between quadriceps muscle strength and postural control variables for all functional activities, with and without PVO, using Spearman's correlation test, considering correlations as insignificant ($r < 0.30$), low ($r = 0.30$ to 0.50), moderate ($r = 0.50$ to 0.70), high ($r = 0.70$ to 0.90), and very high ($r > 0.90$) (Mukaka, 2012). All tests were analyzed using SPSS® software (version 20, SPSS Inc., Chicago, IL).

RESULTS

The participants ($n=14$; women) evaluated in this study were characterized as healthy, as they did not present any reported diseases, pain, and/or dysfunctions. The participants presented a mean age of $23.15 (\pm 1.81)$ years, weight of $60.15 (\pm 11.3)$ kilograms, height of $1.65 (\pm 0.06)$ meters, and BMI of $22.04 (\pm 3.58)$ kg/m^2 . The quadriceps muscle strength was similar when the participants were evaluated with and without PVO (Table 1). In addition, there was no difference in recruitment for the rectus femoris, vastus medialis oblique, and vastus lateralis muscles (Table 1).

Table 1: Results of quadriceps muscle strength and recruitment in women with and without Partial Vascular Occlusion.

		With PVO	Without PVO	<i>P</i>
Muscle strength (Kgf)	Quadriceps	35.18 (11.54)	36.50 (12.73)	0.45
Muscle recruitment (%RMS)	Rectus femoris	22.86 (18.79 – 29.29)	24.29 (20.01 – 29.83)	0.75
	VMO	23.54 (20.29 – 27.46)	23.72 (21.60 – 29.67)	0,27
	Vastus Lateral	21.54 (19.26 – 25.17)	22.96 (19.54 – 27.53)	0.50

The values are presented in median and interquartile ranges, and the results were established by the Wilcoxon test. Legend: PVO= partial vascular occlusion; KGF= kilogram-force; RMS= root mean square. VMO: Vastus Medialis Oblique.

The results of postural control in the different tasks performed are described in Table 2.

Table 2: Results of postural control with and without Partial Vascular Occlusion.

Task	Postural control variables	With PVO (Mean and SD)	Without PVO (Mean and SD)	p-value
Static balance:	AP Amplitude (cm)	4.43 (1.14)	4.19 (0.95)	0.49
	ML Amplitude (cm)	3.55 (0.40)	3.63 (0.30)	0.51
	AP Speed (cm/s)	3.07 (0.64)	5.17 (0.84)	0.001 *
	ML Velocity (cm / s)	3.62 (0.69)	3.59 (0.73)	0.69
	COP Area (cm ²)	9.95 (3.06)	10.03 (2.94)	0.92
Single-legged squat	AP Amplitude (cm)	7.19 (1.78)	6.60 (1.01)	0.11
	ML Amplitude (cm)	4.19 (0.50)	4.25 (0.45)	0.66
	AP Velocity (cm / s)	6.24 (2.17)	6.11 (1.83)	0.59
	ML Velocity (cm / s)	4.76 (0.85)	4.97 (0.98)	0.12
	COP Area (cm ²)	21.86 (7.45)	19.92 (4.96)	0.15
Climbing stairs	AP Amplitude (cm)	16.79 (3.54)	18.41 (3.61)	0.21
	ML Amplitude (cm)	18.02 (5.56)	19.73 (5.50)	0.37
	AP Velocity (cm / s)	22.55 (3.25)	24.08 (5.19)	0.30
	ML Velocity (cm / s)	32.93 (19.53)	34.59 (11.42)	0.71
	COP Area (cm ²)	232.40 (75.81)	245.32 (76.15)	0.63
Descending stairs	AP Amplitude (cm)	15.83 (3.22)	16.41 (2.93)	0.61
	ML Amplitude (cm)	19.30 (5.28)	18.59 (5.06)	0.75
	AP Velocity (cm / s)	32.65 (6.45)	33.14 (5.99)	0.82
	ML Velocity (cm / s)	37.65 (10.93)	37.52 (10.45)	0.97
	COP Area (cm ²)	146.07 (35.80)	141.22 (42.65)	0.77

The values are presented in mean and standard deviation, compared by the Student's t-test.
Legend: PVO= partial vascular occlusion; SD= standard deviation; AP= anteroposterior; ML= medial-lateral, COP= center of pressure.

The correlation between muscle strength and postural control variables with the use of PVO was negative and moderate for the ML amplitude ($r=-0.54$) and AP velocity ($r=-0.59$) in the task of climbing stairs, in other words, the higher the muscle strength, the lower the oscillation of postural control. Considering muscle strength without PVO, negative and moderate correlations were observed for AP amplitude ($r=-0.60$) and AP velocity ($r=-0.55$) in the single-legged squatting task and in the descending stairs for ML

velocity ($r=-0.69$). A strong correlation was found only for AP velocity ($r=-0.76$) in the descending stairs without PVO.

DISCUSSION

This study is the first to analyze the influence of PVO on strength, quadriceps muscle recruitment, and postural control in healthy women. The results contribute to clarifying and affirming that the use of PVO in static exercises, mini squats, and climbing and descending stairs does not alter the strength and muscle activation of the quadriceps and postural control in healthy women, and that PVO does not cause balance deficits during use, highlighting the safety of using PVO in functional activities, during training, and for prevention and rehabilitation.

The use of PVO devices has become increasingly frequent in physical activity practice sites such as gyms, training centers, and rehabilitation centers, which emphasizes the importance of studies that ensure the criteria for its use and safety. Carrying out physical activities using the OVP method results in a significant reduction in the period until the body reaches a state of exhaustion. This can be explained by the mechanisms of muscle fatigue that occur prematurely due to insufficient oxygen and failure in oxidative capacity, which results in a rapid decline in the strength of muscle fibers. (Willberg et al., 2021). Therefore, there is a need to identify possible deficits, for example, the quality of movement during performance with the PVO device, to ensure that its use does not lead to changes during exercise.

Several studies have shown favorable results for muscle strength gain through PVO in different populations (Ferlito et al., 2020; Wortman et al., 2021). May et al. (2022), found that muscle endurance training with and without PVO increased the muscle strength of knee extension and flexion and muscle cross-sectional area. Copithorne and Rice (2019) established that applying PVO in the elbow flexor muscles induced the shortest time to task failure, characterized as induced peripheral fatigue, however, two min after the release of blood flow. An alteration in the preferential metabolic energy production of type I oxidative fibers caused by the ischemic environment and the rapid recovery (0–2 min) may justify the early failure. The fast recovery may also be associated with reperfusion and a hyperemic response after restriction, with renewed oxygen supply for the metabolism of type I fibers (Copithorne and Rice, 2019).

The results of Copithorne and Rice (2019) reinforce the importance and concern of understanding the neuromuscular processes involved during the performance of exercises with PVO when the muscles are active in a hypoxic environment. Contributing to the findings on exercises performed with PVO, our study evaluated the muscle strength of the quadriceps and recruitment of the vastus medialis, lateralis, and rectus femoris muscles during maximal voluntary isometric contraction, with and without PVO, as occurs in training for strength gain in gyms and rehabilitation processes. Our results showed no difference in muscle strength or recruitment with or without PVO, which can be considered favorable and may mean that even in the anaerobic environment caused by PVO, the muscle maintained the same muscle strength and recruitment without impairing the exercise.

Studies have shown that postural control is crucial for performing different activities of daily living (Duarte & Freitas, 2010). In addition, evaluating postural control can highlight balance deficits related to proprioception and postural adjustments of the neuromuscular system (Da Silva et al., 2013). Our results showed that PVO exercises did not impair postural control and improved AP velocity in the single-legged static position with the need for a shorter time to adapt the center of pressure in the anteroposterior direction. Therefore, the exercises performed with PVO are not harmful to postural control. Corroborating our results, Willberg et al. (2021) evaluated the influence of PVO on the static and dynamic postural control of physically active individuals and asserted that although the condition with PVO leads to greater deoxygenation and less time required for exhaustion, postural control and the ability to regain stability after the disturbance was not affected. However, that study evaluated postural control in a bipedal position with knee flexion at 110° and not during the functional activity of climbing and descending stairs, which are movements of daily life, and when altered could cause compensations and biases in movements and postures. It is important to highlight that it is extremely important to evaluate possible changes in postural control during functional activities, such as going up and down steps, which are performed frequently and are more related to the reality of human movement.

Finally, our results showed a moderate and negative correlation between quadriceps muscle strength and postural control variables when the participants used PVO. In addition, moderate and strong correlations were observed when strength and postural control were evaluated without PVO. These results show that the increase in muscle

strength decreases postural control oscillations, agreeing with the studies by Carcelén-Fraile et al. (2021) and Forte et al., (2021), and highlighting that exercise to increase muscle strength, with or without PVO, can improve postural control.

Our study presents limitations such as the time of analysis of the quadriceps muscle contraction of 6 seconds, which did not cause muscle exhaustion, and further studies could analyze a longer time of muscle contraction or even muscle fatigue in the task performed. In addition, the sample was composed of women without complaints and dysfunctions, and the results can be extrapolated only for muscle training or prevention activities and not for rehabilitation. We also considered the N sample to be small, which may be related to type II errors. Notably, the results found are important for clinical practice because, during the use of the PVO, there are no deficits in postural control and strength and muscle recruitment of the quadriceps, with a lower risk of injuries. Future studies should be conducted that develop activities more realistic to the practice of resistance training, for example, the time of vascular occlusion during training, to reinforce these results. Two distinct groups could also be investigated (with and without partial vascular occlusion) and between men and women.

CONCLUSION

Partial vascular occlusion of the proximal region of the thigh did not alter the strength and muscle recruitment of the quadriceps, or the postural control of young, healthy women performing functional activities in a static posture, squatting, and climbing and descending stairs.

FUNDING INFORMATION

The author(s) declared to have received financial support for the research from the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel - Brazil (CAPES) – [Financial Code 001].

REFERENCES (article 1)

- Álvarez, C. B., Santamaría, P. I. K., Fernández-Matías, R., Pecos-Martín, D., Achalandabaso-Ochoa, A., Fernández-Carnero, S., Martínez-Amat, A., & Gallego-Izquierdo, T., 2021, 'Comparison of blood flow restriction training versus non-occlusive training in patients with anterior cruciate ligament reconstruction or knee osteoarthritis: A systematic review, *In Journal of Clinical Medicine*, (Vol. 10, Issue 1, pp. 1–23). MDPI. <https://doi.org/10.3390/jcm10010068>
- Carcelén-Fraile, M. del C., Aibar-Almazán, A., Martínez-Amat, A., Brandão-Loureiro, V., Jiménez-García, J. D., Castellote-Caballero, Y., & Hita-Contreras, F., 2021, 'Qigong for Muscle Strength and Static Postural Control in Middle-Aged and Older Postmenopausal Women: A Randomized Controlled Trial', *Frontiers in Medicine*, 8(December), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fmed.2021.784320>
- Centner, C., Wiegel, P., Gollhofer, A., & König, D., 2019, 'Effects of Blood Flow Restriction Training on Muscular Strength and Hypertrophy in Older Individuals: A Systematic Review and Meta-Analysis', *Sports Medicine*, 49(1), 95–108. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0994-1>
- Clark, B. C., Manini, T. M., Hoffman, R. L., Williams, P. S., Guiler, M. K., Knutson, M. J., McGlynn, M. L., & Kushnick, M. R., 2011, 'Relative safety of 4 weeks of blood flow-restricted resistance exercise in young, healthy adults', *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 21(5), 653–662. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01100.x>
- Cognetti, D. J., Sheean, A. J., & Owens, J. G., 2022, 'Blood Flow Restriction Therapy and Its Use for Rehabilitation and Return to Sport: Physiology, Application, and Guidelines for Implementation', *Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation*, 4(1), e71–e76. <https://doi.org/10.1016/j.asmr.2021.09.025>
- Copithorne, D. B., & Rice, C. L., 2019, 'The effect of blood flow occlusion during acute low-intensity isometric elbow flexion exercise', *In European Journal of Applied Physiology* (Vol. 119, Issue 3, pp. 587–595). Springer Verlag. <https://doi.org/10.1007/s00421-019-04088-8>
- Da Silva, R. A., Bilodeau, M., Parreira, R. B., Teixeira, D. C., & Amorim, C. F., 2013, 'Age-related differences in time-limit performance and force platform-based balance measures during one-leg stance', *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 23(3), 634–639. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2013.01.008>
- Duarte M., Freitas S. M. S., 2010, 'Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio', *Rev Bras Fisioter*, 14(3), 183–192. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552010000300003>
- Early, K. S., Rockhill, M., Bryan, A., Tyo, B., Buuck, D., & McGinty, J., 2020, 'Effect of blood flow restriction training on muscular performance, pain and vascular function' *International Journal of Sports Physical Therapy*, 15(6), 892–900. <https://doi.org/10.26603/ijsp20200892>
- Ellefsen, S., Hammarström, D., Strand, T. A., Zacharoff, E., Whist, J. E., Rauk, I., Nygaard, H., Vegge, G., Hanestadhaugen, M., Wernbom, M., Cumming, K. T.,
- Rønning, R., Raastad, T., & Rønnestad, B. R., 2015, 'Blood flow-restricted strength training displays high functional and biological efficacy in women: a within-subject

- comparison with high-load strength training', *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 309, 767–779. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00497.2014>
- Ferlito, J. V., Pecce, S. A. P., Oselame, L., & De Marchi, T., 2020, 'The blood flow restriction training effect in knee osteoarthritis people: a systematic review and meta-analysis', *Clinical Rehabilitation*, 34(11), 1378–1390. <https://doi.org/10.1177/0269215520943650>
- Forte, R., Ditroilo M., Boreham C., de Vito G., 2021, 'Strength training and gross-motor skill exercise as interventions to improve postural control, dynamic functional balance and strength in older individuals', *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 61(12) 1570-1577. <http://doi.org/10.23736/S0022-4707.21.11947-4>
- Hughes, D. C., Ellefsen, S., & Baar, K., 2018, 'Adaptations to endurance and strength training', *In Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine* (Vol. 8, Issue 6). Cold Spring Harbor Laboratory Press. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a029769>
- Hughes, X. L., Stephen, X., & Patterson, D., 2020, 'The effect of blood flow restriction exercise on exercise-induced hypoalgesia and endogenous opioid and endocannabinoid mechanisms of pain modulation', *J Appl Physiol*, 128, 914–924. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00768.2019>
- Humes, C., Aguero, S., Chahla, J., & Foad, A., 2020 'Blood flow restriction and its function in postoperative anterior cruciate ligament reconstruction therapy: Expert opinion' *In Archives of Bone and Joint Surgery* (Vol. 8, Issue 5, pp. 570–574). Mashhad University of Medical Sciences. <https://doi.org/10.22038/abjs.2020.42068.2145>
- Korakakis, V., Whiteley, R., & Epameinontidis, K., 2018, 'Blood Flow Restriction induces hypoalgesia in recreationally active adult male anterior knee pain patients allowing therapeutic exercise loading', *Physical Therapy in Sport*, 32, 235–243. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.05.021>
- Lixandrão, M. E., Ugrinowitsch, C., Berton, R., Vechin, F. C., Conceição, M. S., Damas, F., Libardi, C. A., & Roschel, H., 2018, 'Magnitude of Muscle Strength and Mass Adaptations Between High-Load Resistance Training Versus Low-Load Resistance Training Associated with Blood-Flow Restriction: A Systematic Review and Meta-Analysis', *Sports Medicine*, 48(2), 361–378. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0795-y>
- May, A. K., Russell, A. P., Della Gatta, P. A., & Warmington, S. A., 2022, 'Muscle Adaptations to Heavy-Load and Blood Flow Restriction Resistance Training Methods', *Frontiers in Physiology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.837697>
- Mukaka, M. M., 2012, 'Statistics Corner: A guide to appropriate use of Correlation coefficient in medical research', *Malawi Medical Journal* (Vol. 24, Issue 3:69-71).
- Nakajima, T., Takano, H., Kurano, H., Iida, N., Kubota, T., Yasuda, M., Kato, K., Meguro, Y., Sato, Y., Yamazaki, S., Kawashima, H., Ohshima, S., Tachibana, T., Nagata, T., Abe, N., Ishii, T., & Morita, 2007, 'Effects of KAATSU training on haemostasis in healthy subjects', *International Journal of KAATSU Training Research*, 3, 11–20. <http://doi.org/10.3806/ijkr.3.11>
- Ratamess, N. A., Alvar, B. A., Evetoch, T. K., Housh, T. J., Kibler, B., Kraemer, W. J., & Triplett, T., 2009, 'Progression models in resistance training for healthy adults' *In*

Medicine and Science in Sports and Exercise (Vol. 41, Issue 3, pp. 687–708).
<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181915670>

Slysz, J., Stultz, J., & Burr, J. F., 2016, 'The efficacy of blood flow restricted exercise: A systematic review & meta-analysis', *In Journal of Science and Medicine in Sport* (Vol. 19, Issue 8, pp. 669–675). Elsevier Ltd.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.09.005>

Takarada, Y., Takazawa, H., Sato, Y., Takebayashi, S., Tanaka, Y., & Ishii, N., 2000, 'Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans', *J Appl Physiol* 88: 2097–2106.
<http://doi.org/10.1152/jappl.2000.88.6.2097>

Willberg, C., Zentgraf, K., & Behringer, M., 2021, 'The Effect of Lower-Body Blood Flow Restriction on Static and Perturbated Stable Stand in Young, Healthy Adults', *Frontiers in Human Neuroscience*, 15. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2021.756230>

Wortman, R. J., Brown, S. M., Savage-Elliott, I., Finley, Z. J., & Mulcahey, M. K., 2021, 'Blood Flow Restriction Training for Athletes: A Systematic Review', *American Journal of Sports Medicine*, 49(7), 1938–1944.
<https://doi.org/10.1177/0363546520964454>

5.2 ARTIGO 2 - EFEITO DO FORTALECIMENTO DO QUADRÍCEPS COM OCLUSÃO VASCULAR PARCIAL OU COM CARGA EXTERNA NA DOR, CAPACIDADE FUNCIONAL, FORÇA, ATIVAÇÃO MUSCULAR E CONTROLE POSTURAL DE MULHERES COM DOR PATELOFEMORAL: ENSAIO CLÍNICO ALEATORIZADO E CEGO

Musculoskeletal Science And Practice, Qualis A2 e fator de impacto 2.52.

Autores

Daiene Cristina Ferreira – State University of Londrina, Health Sciences Center - Physiotherapy Department; daiene_ferreira@hotmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-9915-5907>

Jefferson Rosa Cardoso - State University of Londrina, Health Sciences Center - Physiotherapy Department; jeffcar@uel.br; <https://orcid.org/0000-0003-2930-393X>

Christiane de Souza Guerino Macedo – State University of Londrina, Health Sciences Center - Physiotherapy Department; chmacedouel@yahoo.com.br; <https://orcid.org/0000-0001-6016-5075>

Autor correspondente:

Dra. Daiene Cristina Ferreira - Universidade Estadual de Londrina (UEL), Centro de Ciências da Saúde - Departamento de Fisioterapia/LAFESP. Avenida Robert Koch, 50, CEP 86038-350, Londrina, Paraná (PR) – Brasil. E-mail: daiene_ferreira@hotmail.com; telefone: 55 (43) 99937-6175

Agradecimentos

Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) -Código Financeiro 001.

RESUMO

Introdução: O fortalecimento do quadríceps é indicado para o tratamento da dor patelofemoral (DPF), entretanto o excesso de carga pode causar dor e a Oclusão Vascular Parcial (OVP) pode ser indicada. **Objetivo:** Estabelecer o efeito de exercícios de fortalecimento do quadríceps com OVP para mulheres com DPF. **Método:** Ensaio clínico aleatório cego. Mulheres com DPF (N=24) foram aleatorizadas em: grupo 1 (G1) com exercícios de fortalecimento para quadríceps com carga externa de 20% do peso corporal e, grupo 2 (G2) com exercícios para quadríceps sem carga externa e OVP, por 12 sessões, realizadas em seis semanas. Foram considerados desfechos primários, a dor e secundários, a capacidade funcional (*AKPS* e *Lysholm*), controle postural, ativação e força muscular de quadríceps, avaliados pré-intervenção, pós-intervenção e *Follow-up* (quatro semanas). **Resultados:** Dor, capacidade funcional, controle postural e força muscular foram semelhantes entre os grupos nos três momentos de avaliação ($P>0,05$). Os grupos melhoraram significativamente a dor e capacidade funcional após o tratamento ($P<0,05$; $d>1$), mas somente o G1 apresentou menor dor no follow-up, menor oscilação do centro de pressão na subida ($P<0,01$) e descida ($P=0,005$) após o tratamento e maior força muscular no pós-tratamento ($P=0,009$) e follow-up ($P<0,001$). Os resultados da ativação muscular foram inconclusivos. Não foi apontada diferença de dor durante a realização dos exercícios ($P=0,79$). **Conclusão:** Exercícios de fortalecimento do quadríceps com OVP apresentaram resultados semelhantes aos exercícios com carga externa de 20% do peso corporal para mulheres com DPF e podem ser uma opção para o tratamento da dor e capacidade funcional.

Palavras-chave: Dor patelofemoral, Eletromiografia, Oclusão Vascular, Exercício, Força Muscular, Equilíbrio Postural

ABSTRACT

Introduction: Strengthening the quadriceps is indicated for the treatment of patellofemoral pain (PFP), however excess load can cause pain and Partial Vascular Occlusion (PVO) may be indicated. Objective: To establish the effect of quadriceps strengthening exercises with PVO for women with PFD. **Method:** Blind randomized clinical trial. Women with PFD (N=24) were randomized into: group 1 (G1) with quadriceps strengthening exercises with an external load of 20% of body weight and group 2 (G2) with quadriceps exercises without external load and PVO, for 12 sessions, held over six weeks. The primary outcomes were pain and secondary outcomes, functional capacity (AKPS and Lysholm), postural control, activation and quadriceps muscle strength, assessed pre-intervention, post-intervention and follow-up (four weeks). **Results:** Pain, functional capacity, postural control and muscle strength were similar between the groups at the three assessment moments ($P>0.05$). The groups significantly improved pain and functional capacity after treatment ($P<0.05$; $d>1$), but only G1 presented less pain in the follow-up, less oscillation of the center of pressure on the way up ($P<0.01$) and descent ($P=0.005$) after treatment and greater muscle strength in post-treatment ($P=0.009$) and follow-up ($P<0.001$). The muscle activation results were inconclusive. There was no difference in pain during the exercises ($P=0.79$). **Conclusion:** Quadriceps strengthening exercises with PVO showed similar results to exercises with an external load of 20% of body weight for women with PFD and may be an option for treating pain and functional capacity.

Keywords: Patellofemoral pain, Electromyography, Vascular Occlusion, Exercise, Muscle Strength, Postural Balance

INTRODUÇÃO

As diretrizes clínicas para o tratamento da dor patelofemoral (DPF) destacam a importância do tratamento conservador multimodal, que se inicia com a avaliação de cada indivíduo (Neal et al., 2022). A reabilitação da DPF visa a melhora da dor e função dos pacientes, e o tratamento deve ser realizado com exercícios para quadril e joelho, terapia manual, bandagem patelar e órtese para os pés, quando necessário, de forma associada aos exercícios (Collins et al., 2018; Willy et al., 2019). Exercícios de fortalecimento do quadríceps e complexo pósterolateral do quadril são indicados para o tratamento da DPF (McClinton et al., 2020), e o de agachamento é uma boa opção pois tem maior relação com as atividades de vida diária devido à descarga de peso, e porque o desconforto em atividades de agachar é queixa comum em pacientes com DPF. Em adição, exercícios em cadeia fechada e plano inclinado à 25° causam maior ativação muscular do quadríceps em pacientes com tendinopatia patelar (Kongsgaard et al., 2006).

Uma das dificuldades encontradas na prática clínica é a evolução de carga dos exercícios resistidos, devido à alta intensidade de dor patelofemoral (Bordessa et al., 2021). Para minimizar estas queixas durante os exercícios pode-se utilizar a Oclusão Vascular Parcial (OVP), para melhorar a força e hipertrofia muscular com cargas mais baixas do que as utilizadas em treinamentos convencionais (Álvarez et al., 2021). Afirma-se que em um ambiente hipóxico intramuscular ocorre o crescimento endotelial vascular e altos níveis de estresse metabólico, que podem resultar em hipertrofia. Em adição, foram observados aumento da concentração de fatores de crescimento, células satélites, fatores de transcrição, espécies de oxigênio reativo, anabólico intramuscular, reações anticáticas e um aumento da ativação de fibras musculares tipo II, que poderia facilitar a hipertrofia muscular, com resultados semelhantes aos do clássico ganho de massa muscular, mas com reduzido estresse articular e, portanto, aumento da tolerância ao exercício (Humes et al., 2020; Gear et al., 2022; Hornikel et al., 2023; Nakajima et al., 2007).

Acredita-se que o fortalecimento muscular com OVP sem carga externa possibilite a obtenção dos mesmos resultados que o fortalecimento muscular

com carga externa (Clark et al., 2011; Ellefsen et al., 2015). Entretanto, são poucos os estudos que utilizaram OVP no tratamento de DPF, e até o momento aponta-se que os efeitos são positivos para redução da dor em atividades de vida diária (Giles et al., 2017), porém os resultados ainda são inconclusivos para a capacidade funcional, força, ativação muscular do quadríceps e controle postural de mulheres com dor patelofemoral.

Em função do crescente uso da OVP, da possibilidade do desenvolvimento de exercício sem cargas com bons resultados, bem como das poucas pesquisas sobre a OVP em mulheres com DPF, faz-se necessário o desenvolvimento de novos estudos que comprovem ou não seus efeitos. Assim, a hipótese do presente estudo é que mulheres com DPF submetidas ao fortalecimento do músculo quadríceps com OVP e sem carga apresentem menos dor durante os exercícios e resultados similares às submetidas ao fortalecimento com carga externa, para a melhora da dor, capacidade funcional, força, ativação muscular do quadríceps e do controle postural. Assim, o objetivo do presente estudo foi estabelecer os efeitos de dois protocolos de fortalecimento muscular do quadríceps (um com carga externa de 20% do peso corporal e o outro somente com OVP e sem carga externa) na melhora da dor, capacidade funcional, força, ativação muscular do quadríceps e controle postural em mulheres com DPF.

MÉTODO

Delineamento do estudo

Trata-se de um ensaio clínico aleatorizado, com avaliador cego, realizado entre fevereiro de 2021 e setembro de 2023. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade (Anexo A) (parecer nº 4.062.833) e cadastrado no *clinical trials* (NCT04478422). Todas as participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e concordaram em participar voluntariamente do estudo. O presente manuscrito foi desenvolvido segundo as normas do CONSORT (Anexo B).

Participantes

O recrutamento realizou-se por convite à comunidade externa, por meio de cartazes físicos e digitais em redes sociais de comunicação. A amostra foi composta por mulheres, entre 18 e 45 anos, com DPF em um ou ambos os joelhos. As avaliações foram realizadas no Centro de Pesquisa e Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade, localizado junto ao Hospital Universitário.

Como critérios de inclusão foram considerados o início insidioso dos sintomas sem relação com trauma, dor por no mínimo três meses; dor maior que três (3/10) em ao menos três das atividades funcionais (agachar por tempo prolongado, subir ou descer escadas, ajoelhar, correr, permanecer muito tempo na posição sentada), máximo de 86 pontos na escala na *Anterior Knee Pain Scale* (AKPS – anexo C). Para pacientes com dor bilateral, foi avaliado somente o joelho de maior intensidade de dor. Como critérios de exclusão foram consideradas sinais e sintomas de outras patologias coexistentes do joelho (artrose, próteses, lesões meniscais e ligamentares), dor em outras articulações do membro inferior; dor em coluna lombar, doenças neurológicas, reumatológicas, vasculares e metabólicas; gravidez; histórico de cirurgia nos membros inferiores; injeção de corticoesteróides em joelho aplicada nos últimos três meses, fisioterapia para reabilitação de joelho, nos últimos seis meses.

Intervenções

As intervenções foram realizadas do ambulatório de fisioterapia traumato-ortopédica do Hospital Universitário de Londrina. A equipe de intervenção foi composta por dois fisioterapeutas especializados em traumato-ortopedia e com experiência de dois anos em reabilitação de joelhos, e receberam treinamento e padronização para realizar o protocolo, por meio de cinco reuniões teóricas e treinamentos práticos. O protocolo de intervenção foi aplicado anteriormente em um estudo piloto com três participantes, e determinou a carga externa de 20% do peso corporal já que as participantes não conseguiram desenvolver os exercícios com maior carga. Também, foi estabelecida a inclusão do agachamento em plano inclinado somente após a terceira semana, como

progressão de carga, já que inicialmente as participantes apresentaram dificuldades em realizar repetições consecutivas no agachamento unipodal em plano inclinado e relatavam aumento de dor e fadiga muscular.

As participantes do Grupo 1 foram submetidas ao fortalecimento do quadríceps com carga externa de 20% do seu peso corporal, adicionados em uma mochila utilizada durante a realização dos exercícios (Figura 1). Nas primeiras três semanas foram realizados os exercícios de agachamento bipodal (Figura 1A), afundo (Figura 1B), agachamento unipodal no solo (Figura 1C), e como progressão, à partir da quarta semana o agachamento unipodal foi realizado em plano inclinado à 25° (Figura 1D) (Kongsgaard et al., 2006). Para a realização dos exercícios com flexão de joelho, foi respeitado a maior angulação de conforto de cada participante.

As participantes do Grupo 2 foram submetidas ao mesmo protocolo de fortalecimento do quadríceps, porém sem carga externa e com OVP. As pacientes utilizaram durante os exercícios, o manguito de oclusão vascular Clinic Cuff – WCS da CardioMed® (tamanho do manguito de 12,5cm x 84cm) em região proximal de quadril (Figura 2), com pressão de 200mmHg (Bryk et al. 2016), ajustado à cada início de série, para garantir o valor da pressão. O equipamento foi desinsuflado ao final de cada exercício por cinco minutos, para reperusão sanguínea.

Os exercícios realizados foram exatamente os mesmos para os dois grupos (quadro 1 – material suplementar), diferindo somente as cargas adicionadas. Foram desenvolvidas três séries de cada exercício, com o maior número de repetições desde que não ultrapassasse 15 repetições por série, com descanso de um minuto entre elas. Todas as participantes realizaram 12 sessões de tratamento, com frequência de duas vezes na semana, com duração do tratamento de seis semanas.

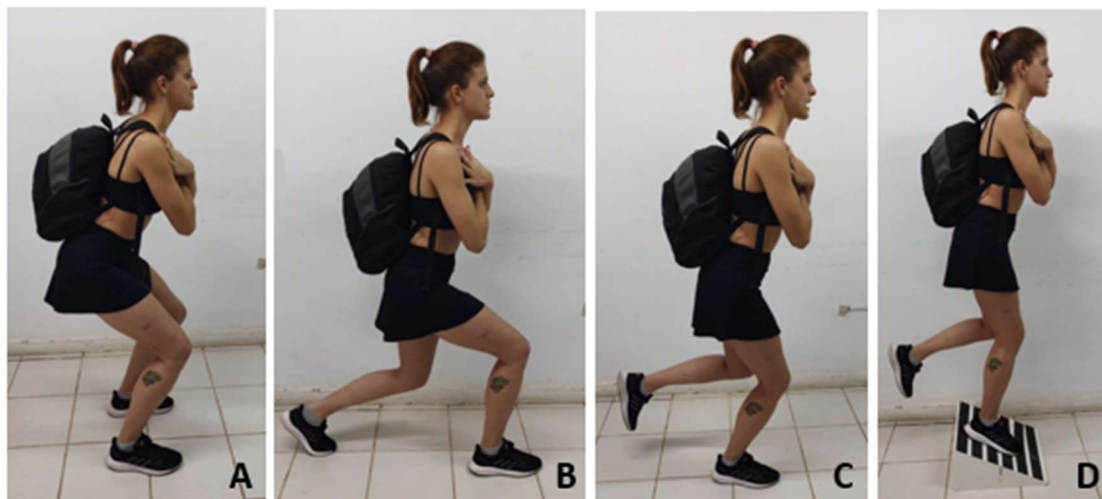


Figura 1 – Exercícios de agachamento bipodal com carga externa e controle das fases de contração (A), afundo (B), agachamento unipodal em plano estável (C) e agachamento unipodal em plano inclinado à 25° (D) (Fonte: do autor).

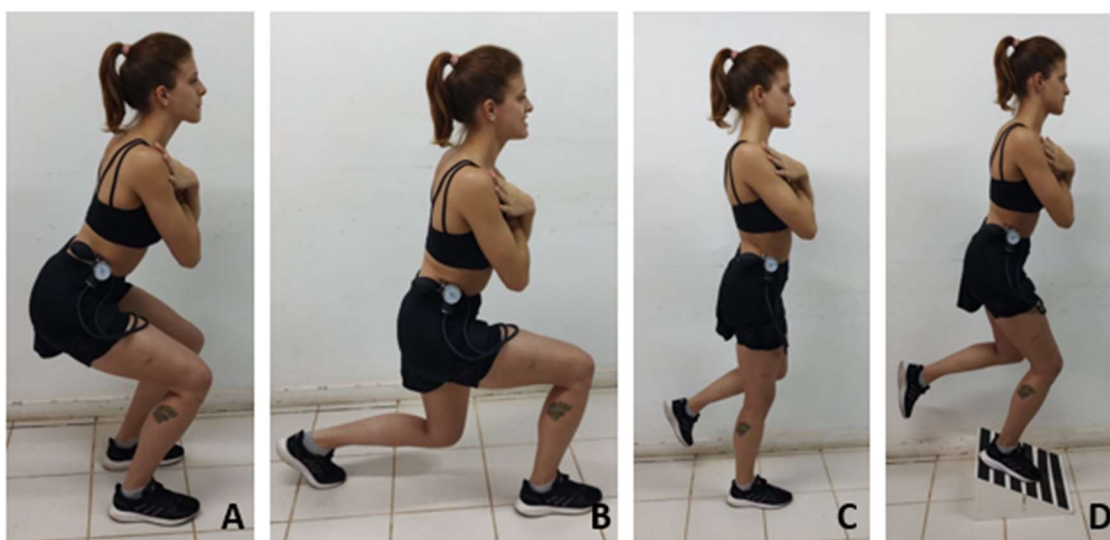


Figura 2 – Exercícios de agachamento bipodal com controle das fases de contração (A), afundo (B), agachamento unipodal em plano estável (C) e agachamento unipodal em plano inclinado à 25° (D), com o uso de oclusão vascular parcial para o quadríceps (Fonte: do autor).

Material suplementar - Quadro 1: Descrição do protocolo de exercícios para fortalecimento do músculo quadríceps.

AQUECIMENTO:
5 minutos na esteira ergométrica, com velocidade de 4,0 Km/h.
EXERCÍCIO 1:
Agachamento bipodal, descendo lentamente por três segundos com flexão de joelhos até a maior angulação de conforto (McClinton et al., 2020; Powers et al., 2014) (fase excêntrica de contração do músculo quadríceps); uma segunda fase isométrica, mantendo os joelhos fletidos por mais três segundos; e uma terceira fase concêntrica, em que a participante retorna à posição inicial em pé em três segundos (Basas et al., 2018). (Figura 1A e 2A).
EXERCÍCIO 2:
Agachamento afundo até a maior angulação de conforto, com uma perna à frente da outra, distância de aproximadamente um passo da participante (de forma que, na flexão dos joelhos, a perna de trás fique abaixo do tronco e forme um ângulo de 90 graus). Foram realizadas três séries para cada membro inferior, intercaladas entre os membros inferiores (Figura 1B e 2B).
EXERCÍCIO 3:
Agachamento unipodal em solo plano, com flexão do joelho até a maior angulação de conforto, descendo lentamente por três segundos e subindo em três segundos, sequencialmente. Este exercício foi realizado nas seis primeiras sessões (Kongsgaard et al., 2006) (Figura 1Ce 2C).
EXERCÍCIO 4:
Agachamento unipodal em plano inclinado à 25°, com flexão de joelho até a maior angulação de conforto, descendo lentamente por três segundos e subindo em três segundos, sequencialmente. Este exercício foi realizado nas seis últimas sessões, como progressão de carga ao exercício (Kongsgaard et al., 2006) (Figura 1D e 2D).

Procedimento de avaliação

A equipe responsável pela avaliação foi composta por três fisioterapeutas: a pesquisadora responsável e dois fisioterapeutas especialistas em fisioterapia traumato-ortopédica, previamente treinados para padronizar os procedimentos de avaliação. Todos estavam cegos em relação ao grupo de intervenção. Inicialmente as participantes responderam à ficha de caracterização da amostra

e foram encaminhadas para a avaliação no *baseline*. Na sequência foram aleatorizadas para os grupos de intervenção, após o término do tratamento, foram reavaliadas e retornaram quatro semanas após para o acompanhamento. As avaliações tiveram tempo médio de 80 minutos.

Para a análise da dor durante os exercícios foi aplicada a Escala Visual Análoga (EVA). Para a avaliação do desfecho primário foram aplicadas as escalas de intensidade de dor na última semana (EVA), e para os desfechos secundários avaliou-se a capacidade funcional por meio da AKPS e *Lysholm Knee Scoring Scale* (Anexo D), o controle postural, ativação e força muscular do quadríceps. A AKPS é composta por 13 questões referentes à realização de atividades funcionais, além dos sinais e sintomas apresentados na articulação patelofemoral, tem pontuação mínima de 0 e máxima de 100, e quanto maior a pontuação, melhor capacidade funcional para a realização de atividades. É válida, responsiva e tem excelente confiabilidade nessa população (coeficiente de correlação intraclasse = 0,81) (Barton et al., 2021; Da Cunha et al., 2013, Kujala et al., 1993). A escala *Lysholm Knee Scoring Scale* é composta por oito questões, com alternativas de respostas fechadas, cujo resultado final é expresso de forma nominal e ordinal, sendo “excelente”, de 95 a 100 pontos; “bom”, de 84 a 94 pontos; “regular”, de 65 a 83 pontos e “ruim”, quando os valores forem iguais ou inferiores a 64 pontos (Peccin et al., 2006).

O controle postural avaliou-se por meio da plataforma de força BIOMECH411 (Número de série: NS_BIO1470, EMG System do Brasil®, SP Ltda., com os sinais amostrados a 100 Hz e filtrados com um filtro Butterworth passa-baixa de segunda ordem de 35 Hz para cancelar qualquer interferência nas atividades funcionais de subir e descer dois degraus (Ferreira et al., 2023; Mostamand J, Bader DL, 2013) com a plataforma de força posicionada no primeiro degrau (figura 3). Todas as atividades foram realizadas três vezes, e a média foi considerada para análise. As variáveis do controle postural consideradas para as análises foram a Área de oscilação do centro de Pressão (A-CoP), e a velocidade da oscilação nas direções anteroposterior (AP) e médiolateral (ML).

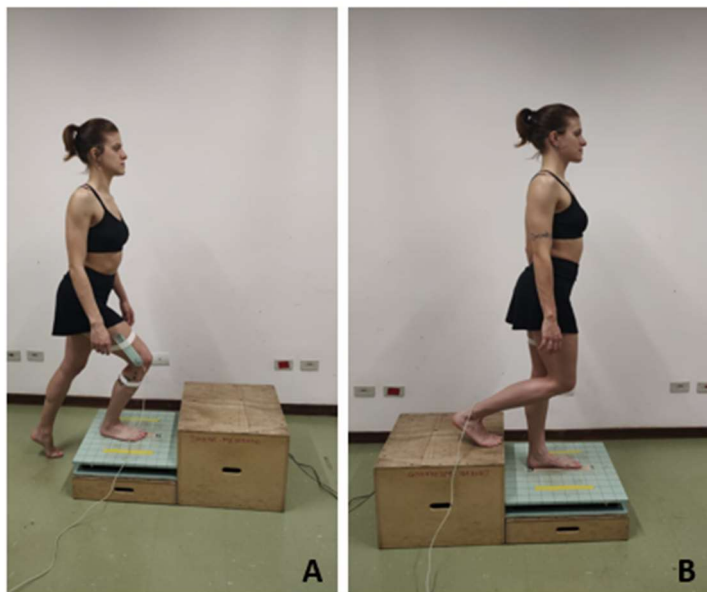


Figura 3 - Avaliação do controle postural na subida (A) e descida de degraus (Fonte: do autor).

Para avaliar a força muscular do quadríceps, as participantes foram posicionadas sentadas com o quadril em 90° de flexão, uma faixa de estabilização foi fixada na parte proximal-anterior da coxa para controlar a elevação pélvica, a articulação do joelho foi mensurada com goniômetro e fixada em 60° de flexão para realizar a contração isométrica voluntária máxima (CIVM), o tronco foi estabilizado por meio de faixa de contenção e os membros superiores foram posicionados cruzados sobre o tórax. Para mensurar a força muscular do quadríceps o dinamômetro portátil (MicroFET® Hoggan Scientific, EUA) foi posicionado na região anterior e distal do membro inferior (dois centímetros acima da linha maleolar). As participantes foram instruídas a realizar a maior força possível de extensão do joelho, com início gradual e progressão lenta até a força máxima. A equipe de pesquisadores forneceu reforço verbal para estimular maior força muscular durante a contração. A CIVM teve duração de seis segundos e foram realizadas três repetições, com um minuto de descanso entre elas. A força muscular foi normalizada pelo peso de cada participante ($FM/Peso(Kg) \times 100$).

A ativação muscular foi analisada ao mesmo tempo que a força muscular, por meio de eletromiografia de superfície, com eletromiógrafo (EMG modelo SAS1000V8/18_022884-R0A, EMG System®, Brasil). O sinal EMG foi captado com três eletrodos ativos pré-amplificados e filtrado em filtro passa-faixa entre 25 e 450 Hz, com frequência de amostragem de 2.000 Hz e as variáveis

analisadas foram *Root Mean Square (RMS)* e pico máximo, e os valores foram normalizados (por meio do cálculo $RMS \times 100 / \text{valor do pico máximo}$). O eletrodo de referência foi posicionado sobre a tuberosidade anterior da tíbia. Para minimizar ruídos, os demais equipamentos elétricos foram desligados e a pele do participante foi preparada. A área a ser analisada foi exposta adequadamente, foi realizada tricotomia com lâminas descartáveis e a pele foi limpa com algodão e álcool 70%. A seguir, os eletrodos de superfície foram posicionados no reto femoral, vasto medial oblíquo e vasto lateral (de acordo com a *Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles – SENIAM*).

Tamanho da amostra

O cálculo amostral foi estabelecido por meio do software G*power 3.1.6.7 com probabilidade de erro de 0,05, poder do teste de 0,80 e tamanho de efeito de 0,53 para o desfecho dor patelofemoral (EVA) em atividade funcionais (Giles et al., 2017), que estabeleceu 114 participantes. Entretanto, em função da dificuldade de inclusão de participantes no ano de 2021 (em função da pandemia de COVID-19), da negativa de muitas pacientes em participar do estudo desenvolvido dentro do Hospital Universitário (referência em tratamento do Covid-19) e da impossibilidade de se comprometer com a frequência semanal estabelecida no protocolo de intervenção, participaram do estudo 24 mulheres, entretanto finalizaram o estudo 20 mulheres (9 no grupo com carga externa e 11 no grupo OVP). Entre os motivos para desistência foram apontados exacerbação da dor na primeira sessão e motivos pessoais não relatados.

Aleatorização

As participantes foram aleatorizadas por um dos pesquisadores não envolvido nos processos de avaliação e tratamento, por meio de sequência numérica gerada pelo www.random.org, e alocadas em blocos para cada 10 participantes na proporção de 1/1. Os resultados da alocação foram colocados em envelopes opacos e lacrados quanto ao grupo de intervenção que seriam direcionadas.

Cegagem

Um único pesquisador, cego em relação aos protocolos de tratamento, por não saber qual grupo de intervenção a paciente foi destinada, foi responsável pelas avaliações nos três tempos (baseline, pós-tratamento e acompanhamento de quatro semanas). As participantes não foram cegadas para os desfechos dor e capacidade funcional, por serem auto-relatadas.

Análise estatística

A análise estatística seguiu os princípios da intenção de tratar (os participantes foram analisados nos grupos aos quais foram alocados), e os dados foram imputados por meio da função *Expected maximization* (Elkins & Moseley, 2015). O teste de Shapiro-Wilk verificou os pressupostos da distribuição gaussiana. A caracterização das participantes foi apresentada em média (DP) e frequência absoluta e relativa (teste *t*-independente e qui-quadrado χ^2). Os dados das variáveis foram apresentados como mediana (1º e 3º quartis/ 25-75 %).

Um modelo de equação de estimativa generalizada (EEG) por meio de uma sintaxe específica foi empregado para comparar as variáveis dor, capacidade funcional, controle postural, ativação e força muscular. Uma matriz de covariância foi especificada a priori (estimador robusto) e uma matriz de correlação funcional foi definida como estrutura independente. O tipo de modelo foi definido como uma função de ligação logarítmica de distribuição gama. As estimativas do erro padrão foram ajustadas de acordo com a hipótese de correlação entre as diferentes condições dos desfechos. Comparações múltiplas foram feitas usando o teste *post hoc* de *Bonferroni*.

O cálculo do tamanho do efeito (*d*) foi estabelecido após a intervenção por meio da equação $d = (x_1 - x_2) / \text{médias dos desvios padrões}$, onde x_1 = média da variável analisada na avaliação inicial e x_2 = média da variável analisada na avaliação final. O tamanho do efeito foi definido como fraco quando $\leq 0,49$, moderado entre $>0,5$ e $\leq 0,79$ e forte para os resultados $>0,8$ (Cohen, 1990).

Todas as análises foram realizadas utilizando o programa *IBM-SPSS* versão 29 (*IBM Corp., Armonk, NY, EUA*) com significância estipulada em 5%.

RESULTADOS

Cinquenta e uma potenciais participantes foram convidadas a participar no decorrer do estudo, mas 27 não atendiam aos critérios de elegibilidade ou não aceitaram participar (Figura 4). As participantes foram recrutadas, avaliadas e receberam tratamento no período de outubro de 2021 à setembro de 2023.

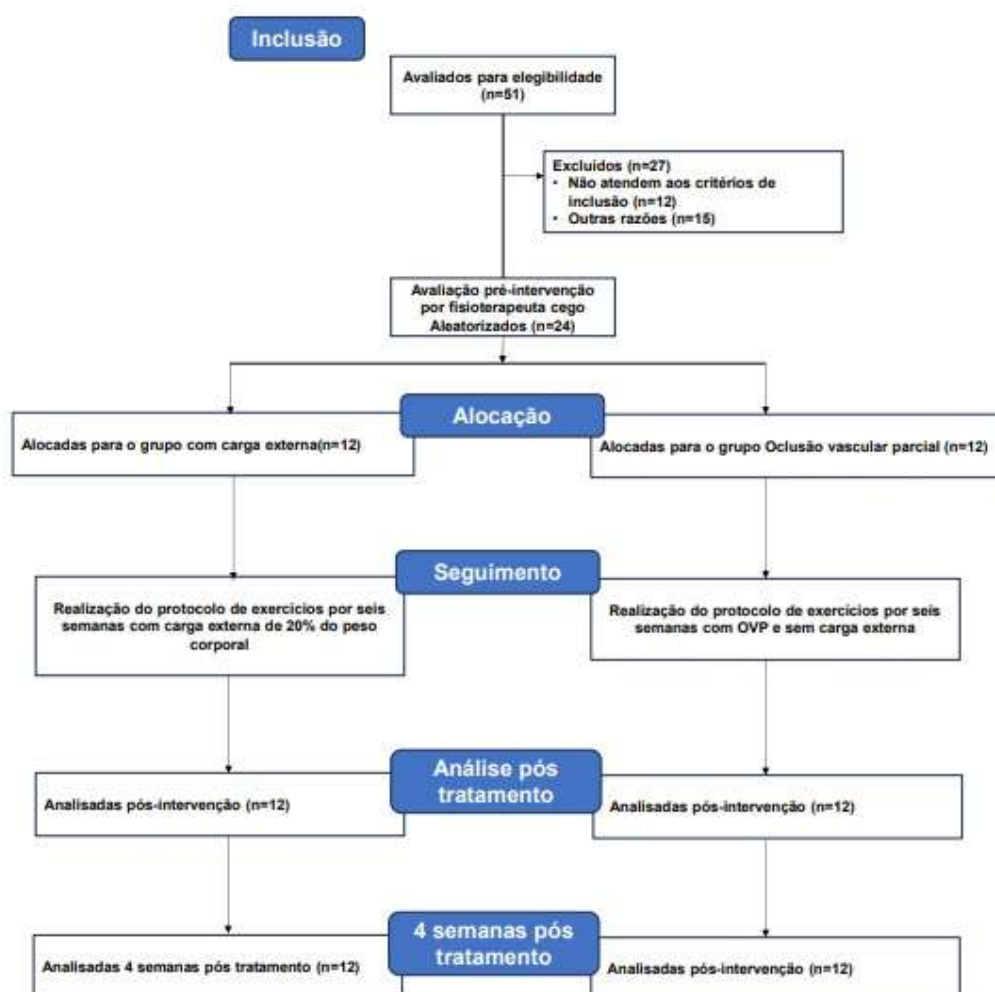


Figura 4 – Fluxograma de alocação, avaliação e seguimento de participantes.

A caracterização da amostra apontou que os grupos foram semelhantes na idade, índice de massa corporal, nível de exercício físico e dor durante a realização do protocolo de tratamento (tabela 1).

Tabela 1: Caracterização dos grupos submetidos a exercícios de fortalecimento de quadríceps com carga externa (grupo 1) e exercícios de fortalecimento de quadríceps sem carga externa e com oclusão vascular parcial (grupo 2).

	Grupo 1 (n=12) Carga externa	Grupo 2 (n=12) OVP	P
Idade (anos)	32,16 (11,93)	28,58 (9,32)	0,41
IMC (kg/m ²)	26,01 (6,03)	26,23 (6,43)	0,75
Dor durante o protocolo (EVA)	2,14 (2,75)	1,74 (2,33)	0,79
Exercício físico (n; %)	Não praticavam (5; 42,7%) Caminhada (2; 16,7%) Corrida (1; 8,3%) Musculação (3; 25%) Futsal recreacional (1; 8,3%)	Não praticavam (9; 75%) Musculação (3; 25%)	0,12

OVP: Oclusão Vascular Parcial. IMC: índice de Massa Corporal. Dados apresentados em média e desvio-padrão e frequência absoluta e relativa.

Os resultados de dor e capacidade funcional estabeleceram melhoras após o tratamento e no follow-up para os dois grupos, sem diferença significativa entre eles (tabela 2); entretanto, somente o grupo submetido a carga externa manteve a melhora da dor no follow-up de quatro semanas. O efeito dos tratamentos intragrupo, entre os momentos pré e pós intervenção, foi forte no grupo de carga externa para dor ($d=3,16$), AKPS ($d=1,50$) e Lysholm ($d=1,71$); e no grupo submetido a OVP para dor ($d=1,90$), AKPS ($d=1,38$) e Lysholm ($d=1,31$).

No controle postural somente o grupo com carga externa apresentou melhora para as atividades de subida e descida de escada, na variável A-COP, sem diferença entre os grupos (tabela 3).

Os resultados para a ativação muscular do quadríceps foram inconclusivos. Foi estabelecida diferença entre os grupos no follow-up para o reto femoral e VMO, com melhores valores no G1 e G2, respectivamente. E o G1 apontou menor recrutamento no follow-up quando comparado ao baseline.

Para a FM os grupos não mostraram diferença significativa e foi observado que somente o G1 melhorou após o tratamento e no follow-up.

Tabela 2 – Análise da dor e capacidade funcional de mulheres submetidas a exercícios de fortalecimento de quadríceps com carga externa (grupo 1) e exercícios de fortalecimento de quadríceps com oclusão vascular parcial (grupo 2).

Variável	Grupos						Diferença entre os grupos		
	Baseline		Pós tratamento		4 semanas Follow Up		Baseline	Pós tratamento	4 semanas Follow Up
	G1 Carga externa	G2 OVP	G1 Carga externa	G2 OVP	G1 Carga externa	G2 OVP	<u>Diferença das medianas</u> <i>P</i>		
EVA (cm)	5,50 (4-6,75)	3,50 (1,25-7,25)	1,05 (0,001-1,77) †	0,001 (0,001-0,84) †	1,64 (0,25-2,94) §	2,28 (2-3,66)	2 0,29	1,04 0,32	0,64 0,11
AKPS (pontos)	72,50 (61,25-84)	80 (63,50-83,75)	86,33 (82,75-92,75) †	90 (83,50-94,75) †	90,41 (87,98-91,78) §	91,42 (90,98-94,75) §	7,50 0,30	3,67 0,38	1,01 0,67
Lysholm (pontos)	68 (54-82,25)	71,50 (48,25-82,25)	88,44 (82,72-94) †	88,50 (78,50-94,75) †	88,56 (85,94-93) §	89,71 (89-92,92) §	3,5 0,95	0,06 0,64	1,15 0,96

AKPS: *Anterior Knee Pain Scale*; EVA: Escala Visual Análoga; G1: Grupo 1 (Carga externa); G2: Grupo 2 (OVP – Oclusão Vascular Parcial).

Os dados estão apresentados em Mediana (25-75 %)

†Diferença entre os tempos baseline e o pós tratamento ($P < 0,05$)

§Diferença entre os tempos baseline e o follow-up ($P < 0,05$)

Tabela 3 – Resultados do controle postural de mulheres submetidas a exercícios de fortalecimento de quadríceps com carga externa (grupo 1) e exercícios de fortalecimento de quadríceps com oclusão vascular parcial (grupo 2).

Variável	Grupos						Diferença entre os grupos		
	Baseline		Pós tratamento		4 semanas Follow Up		Baseline	Pós tratamento	4 semanas Follow-Up
	G1 Carga externa	G2 OVP	G1 Carga externa	G2 OVP	G1 Carga externa	G2 OVP	Diferença das medianas <i>P</i>		
SUBIDA_COP	191,14 (161,29-255,77)	168,12 (114,09-322,25)	147,87 (77,77-222,19) †	243,23 (80,70-316,59)	171,80 (88,79-194,62)	181,74 (123,40-249,20)	23,02 0,86	95,36 0,11	9,94 0,62
SUBIDA_VELAP	23,06 (20,56-31,85)	21,41 (19,01-27,39)	22,18 (19,75-23,68)	24,45 (19,85-33,80)	24,97 (23,84-26,14)	24,03 (23,88-24,90)	1,65 0,62	2,27 0,11	0,94 0,98
SUBIDA_VELML	31,81 (22,75-35,34)	29,59 (16,98-38)	24,55 (15,47-32,63)	30,81 (13,19-38,12)	28,43 (15,83-37,26)	27,85 (20,56-33,76)	2,22 0,40	6,26 0,42	0,58 0,96
DESCIDA_COP	178,41 (140,23-267,70)	157,89 (142,78-179,19)	142,95 (86,31-203,33) †	166,61 (97,33-203,96)	131,66 (60,50-154,00) §	151,67 (150,42-170,52)	20,52 0,19	23,66 0,51	20,01 0,44
DESCIDA_VELAP	52,47 (30,46-62,90)	44,14 (37,75-46,65)	47,28 (36,54-54,22)	45,18 (33,16-57,46)	41,60 (32,13-48,43)	40,77 (36,93-48,49)	8,33 0,29	2,10 0,80	0,83 0,97
DESCIDA_VELML	51,03 (38,68-57,51)	41,61 (27,93-46,49)	40,66 (25,01-53,80)	36,43 (27,61-46,32)	32,28 (18,61-45,80) §	39,85 (39,42-43,75)	9,42 0,10	4,23 0,37	7,57 0,20

G1: Grupo 1(Carga externa); G2: Grupo 2 (OVP – Oclusão Vascular Parcial); COP: Centro de pressão; VELAP: Velocidade Anteroposterior; VELML: Velocidade Mediolateral. Os dados estão apresentados em Mediana (25-75 %)

*Diferença entre os grupos ($P<0,05$); †Diferença entre os tempos baseline e o pós tratamento ($P<0,05$), §Diferença entre os tempos baseline e o follow-up ($P<0,05$)

Tabela 4 - Análise da ativação e força muscular do quadríceps de mulheres submetidas a exercícios de fortalecimento de quadríceps com carga externa (grupo 1) e exercícios de fortalecimento de quadríceps com oclusão vascular parcial (grupo 2).

EMG: Eletromiografia; FM: Força muscular; G1: Grupo 1(Carga externa); G2: Grupo 2 (OVP – Oclusão Vascular Parcial); Kgf: Quilograma-força. Os dados estão apresentados em Mediana ^[25-75]

Variável	Grupos						Diferença entre os grupos		
	Baseline		Pós tratamento		4 semanas Follow Up		Baseline	Pós tratamento	4 semanas Follow Up
	G1 Carga externa	G2 OVP	G1 Carga externa	G2 OVP	G1 Carga externa	G2 OVP	Diferença das medianas <i>P</i>		
EMG_RETO FEMORAL	28,65 (23,71-32,66)	26,01 (22,84-29,37)	25,07 (21,12-29,76)	23,14 (16,99-28,86)	22,50 (19,99-23,46) §	25,59 (24,03-28,30)	2,64 0,78	1,93 0,68	3,09 0,01*
EMG_VASTO MEDIAL	24,55 (20,89-27,58)	22,45 (18,93-25,37)	23,50 (20,17-28,01)	24,98 (21,67-30,35)	26,30 (22,47-29,84)	23,03 (20,41-24,03)	2,1 0,37	1,48 0,30	3,27 0,004*
EMG_VASTO LATERAL	23,72 (20,90-28,19)	21,69 (19,91-30,71)	25,51 (21,49-28,49)	21,44 (18,19-28,05)	25,91 (21,94-29,10)	26,74 (24,22-26,79)	2,03 0,91	4,07 0,11	0,83 0,92
FM QUADRÍCEPS (Kgf)	35,40 (30,90-43,15)	46,07 (40,60-56,44)	45,35 (32,99-60,98) †	44,50 (35,95-53,80)	40,81 (35,42-51,93) §	46,25 (38,62-57,59)	10,67 0,13	0,85 0,80	5,44 0,54

*Diferença entre os grupos ($P < 0,05$)

†Diferença entre os tempos baseline e o pós tratamento ($P < 0,05$)

§Diferença entre os tempos baseline e o follow-up ($P < 0,05$)

DISCUSSÃO

Foram encontrados resultados semelhantes entre os grupos de exercícios de fortalecimento do quadríceps com OVP ou com carga externa de 20% do peso corporal para a dor, capacidade funcional, controle postural e força muscular de mulheres com DPF. Os resultados sobre a ativação muscular foram divergentes e inconclusivos. Destaca-se que os protocolos utilizados têm a vantagem de serem baratos, fácil de realizar e com grande validade externa por serem reproduzíveis em qualquer ambiente terapêutico.

A amostra deste estudo foi estabelecida devido à maior incidência na população do sexo feminino, com o dobro do risco de desenvolvimento de dor (Smith et al., 2018). A faixa etária foi determinada de forma a excluir possíveis alterações degenerativas do joelho (Almeida et al., 2016). Inicialmente as participantes não apresentaram diferenças de idade, IMC, dor apresentada durante o protocolo de tratamento e quanto a prática de exercícios físicos. Entretanto, não foi possível alcançar o cálculo amostral previamente estabelecido em função das dificuldades de recrutamento devido à pandemia de COVID-19, em função do laboratório de pesquisa estar localizado no Hospital Universitário (referência ao tratamento de pacientes com Covid-19) e receio de contaminação pelas participantes, e por não concordarem em desenvolver o tratamento por 12 sessões, sem possibilidade de faltas.

O presente ensaio clínico desenvolveu duas intervenções distintas para mulheres com dor patelofemoral: exercícios para o fortalecimento do músculo quadríceps com carga externa de 20% do peso corporal (Grupo 1) e exercícios de fortalecimento do músculo quadríceps com OVP e sem carga externa (grupo 2). Sabe-se que a terapia com exercícios de fortalecimento de joelho e quadril, preferencialmente, é recomendada para reduzir a dor e melhorar a função (Hansen et al., 2023), além de diminuir o estresse articular e reduzir o risco de lesão de cartilagem nos compartimentos patelofemoral e tibiofemoral, com consequente artrite patelofemoral em mulheres (D'Ambrosi et al., 2022). Destaca-se que otimizar a força do quadríceps pode prevenir os danos estruturais na articulação patelofemoral (Culvenor et al., 2019). Entretanto, a evolução de carga nos exercícios para pacientes com DPF, muitas vezes é difícil devido ao aumento na intensidade de dor, que pode ser minimizada com o uso

da OVP. Acredita-se que a OVP possa manter uma alta carga metabólica no músculo enquanto reduz estresse articular (McClinton et al., 2020) e diminui a dor patelofemoral (Korakakis et al., 2018).

Os resultados de dor não diferiram entre os grupos e apresentaram melhoras após o tratamento e no follow-up, e corroboram com Giles et al (2018) quanto ao uso da OVP na dor patelofemoral, e com Collins et al (2018) e Willy et al (2019) ao indicarem fortalecimento convencional do joelho. Assim as duas intervenções podem ser indicadas para a melhora da dor. A capacidade funcional avaliada por meio da AKPS e da Lysholm mostrou melhora após o tratamento e no follow-up de forma semelhante entre os grupos e confirmam os resultados de Giles et al. (2017) que apontaram melhora na capacidade funcional de mulheres com DPF após oito semanas de tratamento com e sem OVP, assim como o *guideline* Collins et al., (2018) ao apresentar a melhora da função após exercícios na dor patelofemoral.

Sabe-se que indivíduos com DPF apresentam alterações de controle postural, que podem comprometer a execução de atividades da vida diária, prática de atividade física, piorar a capacidade funcional, aumentar o risco de lesões e exacerbar a dor (Citaker et al., 2011; Lee et al., 2022). As alterações do COP em pacientes com DPF, na tarefa de subir e descer degrau, já foram apontadas (Carvalho-e-Silva et al., 2016) e podem estar associadas à fadiga localizada dos abdutores do quadril durante o equilíbrio estático e dinâmico (Carvalho-e-Silva et al., 2016; Lee et al., 2012). Com o desenvolvimento dos protocolos do presente estudo, esperava-se que o controle postural apresentasse melhora semelhante entre os grupos, entretanto esse resultado não foi encontrado.

Os resultados de ativação muscular foram inconsistentes e apontaram que no follow-up o grupo submetido a 20% de carga externa apresentou menor ativação do reto femoral, mas o grupo com OVP ativou menos o vasto medial oblíquo. Estes resultados podem estar associados ao número pequeno da amostra e ao tempo de tratamento de seis semanas, que pode não ter sido suficiente para alterar o padrão de ativação muscular do quadríceps. E para a força muscular, também não houve diferença entre os grupos; o que aponta a possibilidade de escolha entre carga externa de 20% do peso corporal ou OVP.

Por fim, aponta-se que os dois protocolos, com carga externa de 20% do peso corporal e com OVP, são semelhantes para a melhora da dor e capacidade funcional de mulheres com DPF. Também, não diferem na dor relatada durante o exercício, no controle postural e na força muscular. O nosso estudo apresenta limitações, como o tamanho pequeno da amostra e o tempo de tratamento, desenvolvido em apenas seis semanas. Sugere-se, a realização de mais estudos com maior número de participantes, com a utilização do dinamômetro isocinético para avaliação de força muscular, e com outros protocolos com maior tempo de duração. Como contribuição clínica, foi possível estabelecer que o uso da OVP não difere do fortalecimento com carga externa, e que pode ser uma possível escolha para o tratamento da DPF, principalmente nos desfechos dor e capacidade funcional.

Informações de financiamento

Os autores declaram ter recebido apoio financeiro para a pesquisa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – [Código Financeiro 001]

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que exercícios com OVP ou com carga externa de 20% do peso corporal, foram semelhantes para os resultados de dor, capacidade funcional, controle postural e força muscular, e podem ser mais uma opção de escolha do fisioterapeuta.

REFERÊNCIAS (Artigo 2)

Almeida, G. P. L., França, F. J. R., Magalhães, M. O., Burke, T. N., & Marques, A. P. (2016). Q-angle in patellofemoral pain: relationship with dynamic knee valgus, hip abductor torque, pain and function. *Revista Brasileira de Ortopedia (English Edition)*, 51(2), 181–186. <https://doi.org/10.1016/j.rboe.2016.01.010>

Álvarez, C. B., Santamaría, P. I. K., Fernández-Matías, R., Pecos-Martín, D.,

- Achalandabaso-Ochoa, A., Fernández-Carnero, S., Martínez-Amat, A., & Gallego-Izquierdo, T. (2021). Comparison of blood flow restriction training versus non-occlusive training in patients with anterior cruciate ligament reconstruction or knee osteoarthritis: A systematic review. In *Journal of Clinical Medicine* (Vol. 10, Issue 1, pp. 1–23). MDPI.
<https://doi.org/10.3390/jcm10010068>
- Barton, C. J., De Oliveira Silva, D., Morton, S., Collins, N. J., Rathleff, M. S., Vicenzino, B., Van Middelkoop, M., Crossley, K. M., Callaghan, M. J., Selfe, J., Holden, S., Lack, S., MacRi, E. M., Bazett-Jones, D. M., Earl-Boehm, J. E., Riel, H., Powers, C. M., Davis, I. S., & Morrissey, D. (2021). REPORT-PFP: A consensus from the International Patellofemoral Research Network to improve REPORTing of quantitative PatelloFemoral Pain studies. *British Journal of Sports Medicine*, *55*(20), 1135–1143.
<https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-103700>
- Basas, Á., Cook, J., Gómez, M. A., Rafael, M. A., Ramirez, C., Medeiros, B., & Lorenzo, A. (2018). Effects of a strength protocol combined with electrical stimulation on patellar tendinopathy: 42 months retrospective follow-up on 6 high-level jumping athletes. *Physical Therapy in Sport*, *34*, 105–112.
<https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.09.005>
- Bordessa, J. M., Hearn, M. C., Reinfeldt, A. E., Smith, T. A., Baweja, H. S., Levy, S. S., & Rosenthal, M. D. (2021). Comparison of blood flow restriction devices and their effect on quadriceps muscle activation. *Physical Therapy in Sport*, *49*, 90–97. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2021.02.005>
- Bryk, F. F., dos Reis, A. C., Fingerhut, D., Araujo, T., Schutzer, M., Cury, R. de P. L., Duarte, A., & Fukuda, T. Y. (2016). Exercises with partial vascular occlusion in patients with knee osteoarthritis: a randomized clinical trial. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, *24*(5), 1580–1586.
<https://doi.org/10.1007/s00167-016-4064-7>
- Carvalho-e-Silva, A., Almeida, G., Magalhães, M., França, F., Ramos, L., Comachio, J., & Marques, A. (2016). Dynamic postural stability and muscle strength in patellofemoral pain: Is there a correlation? *Knee*, *23*(4), 616–621. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2016.04.013>
- Citaker, S., Kaya, D., Yuksel, I., Yosmaoglu, B., Nyland, J., Atay, O., & Doral, M. (2011). Static balance in patients with patellofemoral pain syndrome. *Sports Health*, *3*(6), 524–527. <https://doi.org/10.1177/1941738111420803>
- Clark, B. C., Manini, T. M., Hoffman, R. L., Williams, P. S., Guiler, M. K., Knutson, M. J., McGlynn, M. L., & Kushnick, M. R. (2011). Relative safety of 4 weeks of blood flow-restricted resistance exercise in young, healthy adults. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, *21*(5), 653–662. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01100.x>
- Cohen, J. (1990). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*.
[https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/0198-9715\(90\)90050-4](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/0198-9715(90)90050-4)
- Collins, N. J., Barton, C. J., Van Middelkoop, M., Callaghan, M. J., Rathleff, M. S., Vicenzino, B. T., Davis, I. S., Powers, C. M., Macri, E. M., Hart, H. F., De Oliveira Silva, D., & Crossley, K. M. (2018). 2018 Consensus statement

- on exercise therapy and physical interventions (orthoses, taping and manual therapy) to treat patellofemoral pain: Recommendations from the 5th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Gold Coast, Australia, 2017. *British Journal of Sports Medicine*, 52(18), 1170–1178. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099397>
- Collins, N. J., Bisset, L. M., Crossley, K. M., & Vicenzino, B. (2012). Efficacy of nonsurgical interventions for anterior knee pain: Systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Sports Medicine*, 42(1), 31–49. <https://doi.org/10.2165/11594460-000000000-00000>
- Culvenor, A. G., Segal, N. A., Guermazi, A., Roemer, F., Felson, D. T., Nevitt, M. C., Lewis, C. E., & Stefanik, J. J. (2019). Sex-Specific Influence of Quadriceps Weakness on Worsening Patellofemoral and Tibiofemoral Cartilage Damage: A Prospective Cohort Study. *Arthritis Care and Research*, 71(10), 1360–1365. <https://doi.org/10.1002/acr.23773>
- D'Ambrosi, R., Meena, A., Raj, A., Ursino, N., & Hewett, T. E. (2022). Anterior Knee Pain: State of the Art. *Sports Medicine - Open*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00488-x>
- Elkins, M., & Moseley, A. (2015). Intention-to-treat analysis. *J Physiother*, 61, 165–167. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2015.05.013>
- Ellefsen, S., Hammarström, D., Strand, T. A., Zacharoff, E., Whist, J. E., Rauk, I., Nygaard, H., Vegge, G., Hanestadhaugen, M., Wernbom, M., Cumming, K. T., Rønning, R., Raastad, T., & Rønnestad, B. R. (2015). Blood flow-restricted strength training displays high functional and biological efficacy in women: a within-subject comparison with high-load strength training. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 309, 767–779. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00497.2014.-Limited>
- Ferreira, D. C., Silva, R. A. d., Zamboti, C. L., Pesenti, F. B., Mazzer, L. P., & Macedo, C. de S. G. (2023). McConnell patellar taping improves unipodal squat postural control in women with patellofemoral pain syndrome: A randomised trial. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2023.04.025>
- Gear, K. M., Kim, K., & Lee, S. (2022). Effects of Training with Blood Flow Restriction on Muscular Strength: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Exercise Science*, 15(3), 1563–1577. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/36583141> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC9762165>
- Giles, L., Webster, K. E., McClelland, J., & Cook, J. L. (2017). Quadriceps strengthening with and without blood flow restriction in the treatment of patellofemoral pain: A double-blind randomised trial. *British Journal of Sports Medicine*, 51(23), 1688–1694. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096329>
- Hansen, R., Brushøj, C., Rathleff, M. S., Magnusson, S. P., & Henriksen, M. (2023). Quadriceps or hip exercises for patellofemoral pain? A randomised controlled equivalence trial. *British Journal of Sports Medicine*, 1–9. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-106197>

- Hornikel, B., Saffold, K. S., Mota, J. A., Esco, M. R., Fedewa, M. V., Wind, S. A., & Winchester, L. J. (2023). Acute Blood Flow Responses to Varying Blood Flow Restriction Pressures in the Lower Limb. *International Journal of Exercise Science*, 16(2), 118–128.
- Hrubes, M., & Nicola, T. L. (2014). Rehabilitation of the patellofemoral joint. *Clinics in Sports Medicine*, 33(3), 553–566. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2014.03.009>
- Humes, C., Agüero, S., Chahla, J., & Foad, A. (2020). Blood flow restriction and its function in postoperative anterior cruciate ligament reconstruction therapy: Expert opinion. In *Archives of Bone and Joint Surgery* (Vol. 8, Issue 5, pp. 570–574). Mashhad University of Medical Sciences. <https://doi.org/10.22038/abjs.2020.42068.2145>
- Kongsgaard, M., Aagaard, P., Roikjaer, S., Olsen, D., Jensen, M., Langberg, H., & Magnusson, S. P. (2006). Decline eccentric squats increases patellar tendon loading compared to standard eccentric squats. *Clinical Biomechanics*, 21(7), 748–754. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2006.03.004>
- Korakakis, V., Whiteley, R., & Epameinontidis, K. (2018). Blood Flow Restriction induces hypoalgesia in recreationally active adult male anterior knee pain patients allowing therapeutic exercise loading. *Physical Therapy in Sport*, 32, 235–243. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.05.021>
- Kujala, U., Jaakkola, L., Koskinen, S., Taimela, S., Hurme, M., & Nelimarkka, O. (1993). Scoring of Patellofemoral Disorders. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopy and Related Surgery*, 9 (2), 159–163. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2004.01.004>
- Lee, J. H., Shin, K. H., Han, S. B., Sun Hwang, K., Lee, S. J., & Jang, K. M. (2022). Prospective comparative study between knee alignment-oriented static and dynamic balance exercise in patellofemoral pain syndrome patients with dynamic knee valgus. *Medicine (United States)*, 101(37), E30631. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000030631>
- Lee, S.-P., Souza, R. B., & Powers, C. M. (2012). The influence of hip abductor muscle performance on dynamic postural stability in females with patellofemoral pain. *Gait & Posture*, 36(3), 425–429. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2012.03.024>
- McClinton, S. M., Cobian, D. G., & Heiderscheit, B. C. (2020). Physical Therapist Management of Anterior Knee Pain. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 13(6), 776–787. <https://doi.org/10.1007/s12178-020-09678-0>
- Mostamand J, Bader DL, H. Z. (2013). Reliability testing of vasti activity measurements in taped and untaped patellofemoral conditions during single leg squatting in healthy subjects: A pilot study. *Journal of Bodywork & Movement Therapies*, 17(3), 271–277. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2012.08.005>

- Nakajima, T., Takano, H., Kurano, H., Iida, N., Kubota, T., Yasuda, M., Kato, K., Meguro, Y., Sato, Y., Yamazaki, S., Kawashima, H., Ohshima, S., Tachibana, T., Nagata, T., Abe, N., Ishii, T., & Morita. (2007). Nakajima, 2007. *International Journal of KAATSU Training Research*, 3, 11–20.
- Neal, B. S., Bartholomew, C., Barton, C. J., Morrissey, D., & Lack, S. D. (2022). Six Treatments Have Positive Effects at 3 Months for People With Patellofemoral Pain: A Systematic Review With Meta-analysis. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 52(11), 750–768. <https://doi.org/10.2519/jospt.2022.11359>
- Peccin, M. S., Ciconelli, R., & Cohen, M. (2006). Specific questionnaire for knee symptoms - the “Lysholm Knee Scoring Scale”: translation and validation into Portuguese. *Acta Ortopédica Brasileira*, 14(5), 268–272. <http://www.scielo.br/j/aob/a/L8Wy6qCCDqHLh7cb9t7vqKs/?lang=en>
- Powers, C. M., Ho, K.-Y., Chen, Y.-J., Souza, R. B., & Farrokhi, S. (2014). Patellofemoral Joint Stress During Weight-Bearing and Non—Weight-Bearing Quadriceps Exercises. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 44(5), 320–327. <https://doi.org/10.2519/jospt.2014.4936>
- Smith, B. E., Selfe, J., Thacker, D., Hendrick, P., Bateman, M., Moffatt, F., Rathleff, M. S., Smith, T. O., & Logan, P. (2018). Incidência e prevalência de dor femoropatelar: uma revisão sistemática e metanálise. *Plos One*, 13(1), e0190892.
- Willy, R. W., Hogle, L. T., Barton, C. J., Bolgia, L. A., Scalzitti, D. A., Logerstedt, D. S., Lynch, A. D., Snyder-Mackler, L., & McDonough, C. M. (2019). 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 and Sports Physical Therapy*, 49(9), CPG1–CPG95. <https://doi.org/10.2519/jospt.2019.0302>

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A seguinte tese desenvolvida no Programa de doutorado em Ciências da reabilitação mostrou que a oclusão vascular parcial em região proximal de coxa não altera a força e ativação muscular do quadríceps, ou o controle postural em mulheres jovens e saudáveis durante a realização de atividades funcionais em posturas estática unipodal, dinâmica em agachamento unipodal e subida e descida de escada, portanto, a OVP pode ser utilizada de forma segura em treinamentos e programas de prevenção.

Em programas de reabilitação para mulheres com dor patelofemoral, aponta-se que exercícios para quadríceps realizados sem carga e com OVP melhoram a dor e a capacidade funcional de mulheres com DPF tanto quanto exercícios para quadríceps com carga externa de 20% do peso corporal, e que seis semanas de exercícios de fortalecimento para quadríceps com OVP não alteram o padrão de ativação muscular de quadríceps de forma conclusiva, e também não apresentam melhora da força muscular com OVP, entretanto, exercícios para quadríceps com carga adicional de 20% do peso corporal melhoram a força muscular em seis semanas para mulheres com DPF. Novos estudos são indicados com maior número de participantes e equipamento de dinamômetro isocinético para avaliação da força muscular.

7 REFERÊNCIAS DA TESE

- Aliberti, S., Costa, M. de S. X., de Campos Passaro, A., Arnone, A. C., Hirata, R., & Sacco, I. C. N. (2011). Influence of patellofemoral pain syndrome on plantar pressure in the foot rollover process during gait. *Clinics*, *66*(3), 367–372. <https://doi.org/10.1590/S1807-59322011000300001>
- Almeida, G. P. L., França, F. J. R., Magalhães, M. O., Burke, T. N., & Marques, A. P. (2016). Q-angle in patellofemoral pain: relationship with dynamic knee valgus, hip abductor torque, pain and function. *Revista Brasileira de Ortopedia (English Edition)*, *51*(2), 181–186. <https://doi.org/10.1016/j.rboe.2016.01.010>
- Almeida, G. P. L., & Rios, J. F. M. (2023). Lower-Limb Kinematics and Clinical Outcomes: Correlation Does Not Imply Causality. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, *16*(11), 1–1. <https://doi.org/10.2519/jospt.2023.0203>
- Alsaleh, S. A., Murphy, N. A., Miller, S. C., Morrissey, D., & Lack, S. D. (2021). Local neuromuscular characteristics associated with patellofemoral pain: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Biomechanics*, *90*(April), 105509. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2021.105509>
- Álvarez, C. B., Santamaría, P. I. K., Fernández-Matías, R., Pecos-Martín, D., Achalandabaso-Ochoa, A., Fernández-Carnero, S., Martínez-Amat, A., & Gallego-Izquierdo, T. (2021). Comparison of blood flow restriction training versus non-occlusive training in patients with anterior cruciate ligament reconstruction or knee osteoarthritis: A systematic review. In *Journal of Clinical Medicine* (Vol. 10, Issue 1, pp. 1–23). MDPI. <https://doi.org/10.3390/jcm10010068>
- Aminaka, N., & Gribble, P. A. (2005). A systematic review of the effects of therapeutic taping on patellofemoral pain syndrome. *Journal of Athletic Training*, *40*(4), 341–351.
- Aminaka N, G. P. A. (2008). Patellar Taping, Patellofemoral Pain Syndrome, Lower Extremity Kinematics, and Dynamic Postural Control. *Journal of Athletic Training*, *43*(1), 21–28.
- Aquino, V. D. S., Falcon, S. F. M., Neves, L. M. T., Rodrigues, R. C., & Sendin, F. A. (2011). Tradução e adaptação cultural para a língua portuguesa do questionário scoring of patellofemoral disorders: estudo preliminar translation and cross-cultural adaptation of the scoring of patellofemoral disorders into portuguese: PRELIMINARY STUDY. *Acta Ortop Bras*, *19*(5), 273–279.
- Baldon, R., Serrão, F., Silva, S., & Piva, S. (2014). 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*, *44*(4), 240-A8.

<https://doi.org/10.2519/jospt.2014.4940>

- Baldon, R., Serrão, F. V., Santiago, P. R. P., Benze Galvão, B., Carvalho, L. P., & Lobato, D. F. M. (2011). Relationship Between Eccentric Hip Torque and Lower-Limb Kinematics: Gender Differences. *Journal of Applied Biomechanics*, *27*, 223–232.
- Barela, A., & Duarte, M. (2011). Utilização da plataforma de força para aquisição de dados cinéticos durante a marcha humana. *Braz J Mot Behav*, *6*(1), 56–61. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2004\)18<551](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2004)18<551)
- Barton C, Balachandar V, Lack S, M. D. (2014). Patellar taping for patellofemoral pain: a systematic review and meta-analysis to evaluate clinical outcomes and biomechanical mechanisms. *Br J Sports Med*, *48*(6), 417–424.
- Barton, C. J., De Oliveira Silva, D., Morton, S., Collins, N. J., Rathleff, M. S., Vicenzino, B., Van Middelkoop, M., Crossley, K. M., Callaghan, M. J., Selfe, J., Holden, S., Lack, S., MacRi, E. M., Bazett-Jones, D. M., Earl-Boehm, J. E., Riel, H., Powers, C. M., Davis, I. S., & Morrissey, D. (2021). REPORT-PFP: A consensus from the International Patellofemoral Research Network to improve REPORTing of quantitative PatelloFemoral Pain studies. *British Journal of Sports Medicine*, *55*(20), 1135–1143. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-103700>
- Bordessa, J. M., Hearn, M. C., Reinfeldt, A. E., Smith, T. A., Baweja, H. S., Levy, S. S., & Rosenthal, M. D. (2021). Comparison of blood flow restriction devices and their effect on quadriceps muscle activation. *Physical Therapy in Sport*, *49*, 90–97. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2021.02.005>
- Botta, A. F. B., de Cássia Pinto da Silva, J., Dos Santos Lopes, H., Boling, M. C., Briani, R. V., & de Azevedo, F. M. (2023). Group- and sex-related differences in psychological and pain processing factors in people with and without patellofemoral pain: correlation with clinical outcomes. *BMC Musculoskeletal Disorders*, *24*(1), 397. <https://doi.org/10.1186/s12891-023-06513-8>
- Bryk, F. F., dos Reis, A. C., Fingerhut, D., Araujo, T., Schutzer, M., Cury, R. de P. L., Duarte, A., & Fukuda, T. Y. (2016). Exercises with partial vascular occlusion in patients with knee osteoarthritis: a randomized clinical trial. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, *24*(5), 1580–1586. <https://doi.org/10.1007/s00167-016-4064-7>
- Cerqueira, M. S., Costa, E. C., Santos Oliveira, R., Pereira, R., & Brito Vieira, W. H. (2021). Blood Flow Restriction Training: To Adjust or Not Adjust the Cuff Pressure Over an Intervention Period? *Frontiers in Physiology*, *12*(June), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.678407>
- Chamorro-Moriana, G., Perez-Cabezas, V., Espuny-Ruiz, F., Torres-Enamorado, D., & Ridao-Fernández, C. (2022). Assessing knee functionality: Systematic review of validated outcome measures. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, *65*(6). <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2021.101608>

- Chamorro, C., Armijo-Olivo, S., De La Fuente, C., Fuentes, J., & Javier Chiroso, L. (2017). Absolute reliability and concurrent validity of hand held dynamometry and isokinetic dynamometry in the hip, knee and ankle joint: Systematic review and meta-analysis. *Open Medicine (Poland)*, 12(1), 359–375. <https://doi.org/10.1515/med-2017-0052>
- Chester, R., Smith, T. O., Sweeting, D., Dixon, J., Wood, S., & Song, F. (2008). The relative timing of VMO and VL in the aetiology of anterior knee pain: A systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 9. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-9-64>
- Chevidikunnan, M., Al Saif, A., Gaowgzeh, R., & Mamdouh, K. (2016). Effectiveness of core muscle strengthening for improving pain and dynamic balance among female patients with patellofemoral pain syndrome. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(5), 1518–1523. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.1518>
- Cichanowski, H. R., Schmitt, J. S., Johnson, R. J., & Niemuth, P. E. (2007). Hip strength in collegiate female athletes with patellofemoral pain. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(8), 1227–1232. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3180601109>
- Citaker S, Kaya D, Yuksel I, Yosmaoglu B, Nyland J, Atay O A, D. M. N. (2011). Static balance in patients with patellofemoral pain syndrome. *Sports Health*, 3(6), 524–527. <https://doi.org/10.1177/1941738111420803>
- Clark, B. C., Manini, T. M., Hoffman, R. L., Williams, P. S., Guiler, M. K., Knutson, M. J., McGlynn, M. L., & Kushnick, M. R. (2011). Relative safety of 4 weeks of blood flow-restricted resistance exercise in young, healthy adults. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 21(5), 653–662. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01100.x>
- Collins, N. J., Barton, C. J., Van Middelkoop, M., Callaghan, M. J., Rathleff, M. S., Vicenzino, B. T., Davis, I. S., Powers, C. M., Macri, E. M., Hart, H. F., De Oliveira Silva, D., & Crossley, K. M. (2018). 2018 Consensus statement on exercise therapy and physical interventions (orthoses, taping and manual therapy) to treat patellofemoral pain: Recommendations from the 5th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Gold Coast, Australia, 2017. *British Journal of Sports Medicine*, 52(18), 1170–1178. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099397>
- Collins, N. J., Bisset, L. M., Crossley, K. M., & Vicenzino, B. (2012). Efficacy of nonsurgical interventions for anterior knee pain: Systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Sports Medicine*, 42(1), 31–49. <https://doi.org/10.2165/11594460-000000000-00000>
- Cowan SM, Bennell KL, H. P. W. (2002). Therapeutic patellar taping changes the timing of vasti muscle activation in people with patellofemoral pain syndrome. *Clin J Sport Med*, 12(6), 339–347.

- D'Ambrosi, R., Meena, A., Raj, A., Ursino, N., & Hewett, T. E. (2022). Anterior Knee Pain: State of the Art. *Sports Medicine - Open*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00488-x>
- Da Cunha, R. A., Pena Costa, L. O., Hespanhol Junior, L. C., Pires, R. S., Kujala, U. M., & Lopes, A. D. (2013). Translation, cross-cultural adaptation, and clinimetric testing of instruments used to assess patients with patellofemoral pain syndrome in the Brazilian population. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 43(5), 332–339. <https://doi.org/10.2519/jospt.2013.4228>
- de Moura Campos Carvalho-e-Silva, A. P., Peixoto Leão Almeida, G., Oliveira Magalhães, M., Renovato França, F. J., Vidal Ramos, L. A., Comachio, J., & Pasqual Marques, A. (2016). Dynamic postural stability and muscle strength in patellofemoral pain: Is there a correlation? *Knee*, 23(4), 616–621. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2016.04.013>
- Dos Reis, A. C., Ferrari Correa, O. C., Bley, A. S., Dos Anjos Rabelo, N. D., Fukuda, T. Y., & Garcia Lucareli, P. R. (2015). Kinematic and kinetic analysis of the single-leg triple hop test in women with and without patellofemoral pain. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 45(10), 799–807. <https://doi.org/10.2519/jospt.2015.5011>
- Duarte M, F. S. (2010). Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. *Rev Bras Fisioter*, 14(3), 183–192. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552010000300003>
- Dunsky, A., Zeev, A., & Netz, Y. (2017). Balance Performance Is Task Specific in Older Adults. *BioMed Research International*, 2017, 0–6. <https://doi.org/10.1155/2017/6987017>
- Ellefsen, S., Hammarström, D., Strand, T. A., Zacharoff, E., Whist, J. E., Rauk, I., Nygaard, H., Vegge, G., Hanestadhaugen, M., Wernbom, M., Cumming, K. T., Rønning, R., Raastad, T., & Rønnestad, B. R. (2015). Blood flow-restricted strength training displays high functional and biological efficacy in women: a within-subject comparison with high-load strength training. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 309, 767–779. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00497.2014.-Limited>
- Felicio LR, Masull CL, Saad MC, B.-G. D. (2014). The Effect of a Patellar Bandage on the Postural Control of Individuals with Patellofemoral Pain Syndrome. *J. Phys. Ther. Sci*, 26(3), 461–464. <https://doi.org/10.1589/jpts.26.461>
- Ferlito, J. V., Pecce, S. A. P., Oselame, L., & De Marchi, T. (2020). The blood flow restriction training effect in knee osteoarthritis people: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*, 34(11), 1378–1390. <https://doi.org/10.1177/0269215520943650>
- Fujita, S., Abe, T., Drummond, M. J., Cadenas, J. G., Dreyer, H. C., Sato, Y., Volpi, E., & Rasmussen, B. B. (2007). Blood flow restriction during low-

intensity resistance exercise increases S6K1 phosphorylation and muscle protein synthesis. *Journal of Applied Physiology*, 103(3), 903–910. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00195.2007>

Gaitonde, D. Y., Ericksen, A., & Robbins, R. C. (2019). Patellofemoral Pain Syndrome. *American Family Physician*, 99(2), 88–94.

Gear, K. M., Kim, K., & Lee, S. (2022). Effects of Training with Blood Flow Restriction on Muscular Strength: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Exercise Science*, 15(3), 1563–1577. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/36583141><http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC9762165>

Giles, L., Webster, K. E., McClelland, J., & Cook, J. L. (2017). Quadriceps strengthening with and without blood flow restriction in the treatment of patellofemoral pain: A double-blind randomised trial. *British Journal of Sports Medicine*, 51(23), 1688–1694. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096329>

Gribble, P. A., & Hertel, J. (2004). Effect of hip and ankle muscle fatigue on unipedal postural control. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 14(6), 641–646. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2004.05.001>

Guillen-Garcia, P., Concejero-Lopez, V., Rodriguez-Vazquez, J., Guillen-Vicente, I., Vicente, M., & Fernandez-Jaén, T. (2014). The patellofemoral joint: State of the art in evaluation and management. *The Patellofemoral Joint: State of the Art in Evaluation and Management*, 1–287. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-54965-6>

Hansen, R., Brushøj, C., Rathleff, M. S., Magnusson, S. P., & Henriksen, M. (2023). Quadriceps or hip exercises for patellofemoral pain? A randomised controlled equivalence trial. *British Journal of Sports Medicine*, 1–9. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-106197>

Hassan, K. A., Youssef, R. S. E. E., Mahmoud, N. F., Eltagy, H., & El-Desouky, M. A. (2022). The relationship between ankle dorsiflexion range of motion, frontal plane projection angle, and patellofemoral pain syndrome. *Foot and Ankle Surgery*, 28(8), 1427–1432. <https://doi.org/10.1016/j.fas.2022.08.003>

Hott, A., Brox, J. I., Pripp, A. H., Juel, N. G., Paulsen, G., & Liavaag, S. (2019). Effectiveness of Isolated Hip Exercise, Knee Exercise, or Free Physical Activity for Patellofemoral Pain: A Randomized Controlled Trial. *American Journal of Sports Medicine*, 47(6), 1312–1322. <https://doi.org/10.1177/0363546519830644>

Hrubes, M., & Nicola, T. L. (2014). Rehabilitation of the patellofemoral joint. *Clinics in Sports Medicine*, 33(3), 553–566. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2014.03.009>

Hughes, D. C., Ellefsen, S., & Baar, K. (2018). Adaptations to endurance and strength training. In *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine* (Vol. 8,

Issue 6). Cold Spring Harbor Laboratory Press.
<https://doi.org/10.1101/cshperspect.a029769>

Humes, C., Aguero, S., Chahla, J., & Foad, A. (2020). Blood flow restriction and its function in postoperative anterior cruciate ligament reconstruction therapy: Expert opinion. In *Archives of Bone and Joint Surgery* (Vol. 8, Issue 5, pp. 570–574). Mashhad University of Medical Sciences.
<https://doi.org/10.22038/abjs.2020.42068.2145>

Jardim, R. A. C., de Sousa, T. S., dos Santos, W. N. N., Matos, A. P., & Iosimuta, N. C. R. (2022). Blood flow restriction with different load levels in patients with knee osteoarthritis: protocol of a randomized controlled trial. *Trials*, 23(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s13063-022-05998-3>

Jessee, M. B., Buckner, S. L., Dankel, S. J., Counts, B. R., Abe, T., & Loenneke, J. P. (2016). The Influence of Cuff Width, Sex, and Race on Arterial Occlusion: Implications for Blood Flow Restriction Research. *Sports Medicine*, 46(6), 913–921. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0473-5>

Kapandji, A. (2000). *Fisiologia Articular, volume 2: miembros inferiores* (5ª). Panamericana.

Kujala, U., Jaakkola, L., Koskinen, S., Taimela, S., Hurme, M., & Nelimarkka, O. (1993). Scoring of Patellofemoral Disorders. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopy and Related Surgery*, 9 (2), 159–163.
<https://doi.org/10.1016/j.crad.2004.01.004>

Lankhorst, N. E., Van Middelkoop, M., Van Trier, Y. D. M., Van Linschoten, R., Koes, B. W., Verhaar, J. A. N., & Bierma-Zeinstra, S. M. A. (2015). Can we predict which patients with patellofemoral pain are more likely to benefit from exercise therapy? A secondary exploratory analysis of a randomized controlled trial. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 45(3), 183–189. <https://doi.org/10.2519/jospt.2015.5583>

Laza-Cagigas, R., Goss-Sampson, M., Larumbe-Zabala, E., Termkolli, L., & Naclerio, F. (2019). Validity and reliability of a novel optoelectronic device to measure movement velocity, force and power during the back squat exercise. *Journal of Sports Sciences*, 37(7), 795–802.
<https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1527673>

Lee, S. P., Souza, R. B., & Powers, C. M. (2012). The influence of hip abductor muscle performance on dynamic postural stability in females with patellofemoral pain. *Gait and Posture*, 36(3), 425–429.
<https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2012.03.024>

Loenneke, J. P., Fahs, C. A., Rossow, L. M., Sherk, V. D., Thiebaud, R. S., Abe, T., Bembien, D. A., & Bembien, M. G. (2012). Effects of cuff width on arterial occlusion: Implications for blood flow restricted exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 112(8), 2903–2912. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-2266-8>

- Loenneke, J. P., Thiebaud, R. S., Fahs, C. A., Rossow, L. M., Abe, T., & Bembien, M. G. (2013). Effect of cuff type on arterial occlusion. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 33(4), 325–327. <https://doi.org/10.1111/cpf.12035>
- Loenneke, J. P., Wilson, G. J., & Wilson, J. M. (2010). A mechanistic approach to blood flow occlusion. *International Journal of Sports Medicine*, 31(1), 1–4. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1239499>
- Lotfi, H., Moghadam, A., & Shati, M. (2021). Electromyography Activity of Vastus Medialis Obliquus and Vastus Lateralis Muscles During Lower Limb Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Patterns in Individuals with and without Patellofemoral Pain Syndrome. *Physical Therapy Research*, 24(3), 218–224. <https://doi.org/10.1298/ptr.e10094>
- Magalhães, E., Fukuda, T. Y., Sacramento, S. N., Forgas, A., Cohen, M., & Abdalla, R. J. (2010). A comparison of hip strength between sedentary females with and without patellofemoral pain syndrome. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 40(10), 641–647. <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3120>
- Martinez, J. E., Grassi, D. C., & Marques, L. G. (2011). Análise da aplicabilidade de três instrumentos de avaliação de dor em distintas unidades de atendimento: ambulatório, enfermaria e urgência. *Revista Brasileira de Reumatologia*, 51(4), 304–308. <https://doi.org/10.1590/s0482-50042011000400002>
- McConnell, J. (2007). Rehabilitation and nonoperative treatment of patellar instability. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, 15(2), 95–104. <https://doi.org/10.1097/JSA.0b013e318054e35c>
- Middelkoop, van der H. R. L. N. van L. R. B.-Z. S. van. (2015). Exercise for treating patellofemoral pain syndrome (Cochrane review) [with consumer summary]. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2015(1), 1–143. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010387.pub2.www.cochranelibrary.com>
- Milovanović, D., Begović, N., Bukva, B., Dučić, S., Vlahović, A., Paunović, Z., Kadija, M., Topalović, N., & Stijak, L. (2023). The Influence of the Q-Angle and Muscle Strength on Idiopathic Anterior Knee Pain in Adolescents. *Medicina*, 59(6), 1016. <https://doi.org/10.3390/medicina59061016>
- Moreira, A., Maia, G., Lizana, C., Martins, E., & Oliveira, P. (2008). Reprodutibilidade E Concordância Do Teste De Salto Vertical Com Contramovimento Em Futebolistas De Elite Da Categoria Sub-21. *Rev Da Educ Física/UEM*.
- Moritani, T., Sherman, W. M., Shibata, M., Matsumoto, T., & Shinohara, M. (1992). Oxygen availability and motor unit activity in humans. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 64(6), 552–556.

<https://doi.org/10.1007/BF00843767>

- Mouser, J. G., Dankel, S. J., Jessee, M. B., Mattocks, K. T., Buckner, S. L., Counts, B. R., & Loenneke, J. P. (2017). A tale of three cuffs: the hemodynamics of blood flow restriction. *European Journal of Applied Physiology*, *117*(7), 1493–1499. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3644-7>
- Nakajima, T., Takano, H., Kurano, H., Iida, N., Kubota, T., Yasuda, M., Kato, K., Meguro, Y., Sato, Y., Yamazaki, S., Kawashima, H., Ohshima, S., Tachibana, T., Nagata, T., Abe, N., Ishii, T., & Morita. (2007). Nakajima, 2007. *International Journal of KAATSU Training Research*, *3*, 11–20.
- Neal, B. S., Bartholomew, C., Barton, C. J., Morrissey, D., & Lack, S. D. (2022). Six Treatments Have Positive Effects at 3 Months for People With Patellofemoral Pain: A Systematic Review With Meta-analysis. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, *52*(11), 750–768. <https://doi.org/10.2519/jospt.2022.11359>
- Ostrowska B, Kuczyński M, D. E. (2008). Does osteoarthritis further compromise the postural stability of women with osteoporosis? *Ortop Traumatol Rehabil.*, *10*(2), 178–182.
- Pacini, P., Martino, M., Giuliani, L., Santilli, G., Agostini, F., Del Gaudio, G., Bernetti, A., Mangone, M., Paoloni, M., Toscano, M., De Vito, C., Ottonello, C., Santilli, V., & Cantisani, V. (2023). Patello-Femoral Pain Syndrome: Magnetic Resonance Imaging versus Ultrasound. *Diagnostics*, *13*(8). <https://doi.org/10.3390/diagnostics13081496>
- Pappas, E., & Wong-Tom, W. M. (2012). Prospective Predictors of Patellofemoral Pain Syndrome: A Systematic Review With Meta-analysis. *Sports Health*, *4*(2), 115–120. <https://doi.org/10.1177/1941738111432097>
- Park, S. K., & Stefanyshyn, D. J. (2011). Greater Q angle may not be a risk factor of Patellofemoral Pain Syndrome. *Clinical Biomechanics*, *26*(4), 392–396. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2010.11.015>
- Patterson, S. D., Hughes, L., Warmington, S., Burr, J., Scott, B. R., Owens, J., Abe, T., Nielsen, J. L., Libardi, C. A., Laurentino, G., Neto, G. R., Brandner, C., Martin-Hernandez, J., & Loenneke, J. (2019). Blood flow restriction exercise position stand: Considerations of methodology, application, and safety. *Frontiers in Physiology*, *10*(MAY), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00533>
- Pearson, S. J., & Hussain, S. R. (2015). A Review on the Mechanisms of Blood-Flow Restriction Resistance Training-Induced Muscle Hypertrophy. *Sports Medicine*, *45*(2), 187–200. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0264-9>
- Peccin, M. S., Ciconelli, R., & Cohen, M. (2006). Specific questionnaire for knee symptoms - the “Lysholm Knee Scoring Scale”: translation and validation into Portuguese. *Acta Ortopédica Brasileira*, *14*(5), 268–272.

<http://www.scielo.br/j/aob/a/L8Wy6qCCDqHLh7cb9t7vqKs/?lang=em>

- Pinsault, N., & Vuillerme, N. (2009). Test-retest reliability of centre of foot pressure measures to assess postural control during unperturbed stance. *Medical Engineering and Physics*, 31(2), 276–286. <https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2008.08.003>
- Pollock, A., DURWARD, B., & ROWE, P. (2000). Pollock2000. *Clinical Rehabilitation*, 2155(December 1998), 402–406.
- Powers, C. M. (2003). The Influence of Altered Lower-Extremity Kinematics on Patellofemoral Joint Dysfunction: A Theoretical Perspective. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 33(11), 639–646. <https://doi.org/10.2519/jospt.2003.33.11.639>
- Powers, C. M. (2010). The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: A biomechanical perspective. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 40(2), 42–51. <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3337>
- Powers, C. M., Bolgla, L., Callaghan, M., Collins, N., & Sheehan, F. (2012). *Patellofemoral Pain: Proximal, Distal, and Local Factors*. 42(6), 1–21. <https://doi.org/10.2519/jospt.2012.0301.Patellofemoral>
- Powers, C. M., Witvrouw, E., Davis, I. S., & Crossley, K. M. (2017). 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*, 51(24), 1713–1723. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098717>
- Prins, M. R., & van der Wurff, P. (2009). Females with patellofemoral pain syndrome have weak hip muscles: a systematic review. *Australian Journal of Physiotherapy*, 55(1), 9–15. [https://doi.org/10.1016/S0004-9514\(09\)70055-8](https://doi.org/10.1016/S0004-9514(09)70055-8)
- Ramskov, D., Barton, C., Nielsen, R. O., & Rasmussen, S. (2015). High eccentric hip abduction strength reduces the risk of developing patellofemoral pain among novice runners initiating a self-structured running program: A 1-year observational study. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 45(3), 153–161. <https://doi.org/10.2519/jospt.2015.5091>
- Rapello, F., & Rezende, G. (2019). Exercícios de oclusão vascular parcial no tratamento fisioterapêutico das lesões de joelho. In N. Bittencourt & P. Lima (Eds.), *PROFISIO Programa de Atualização em Fisioterapia Esportiva e Atividade Física: Ciclo 8*. (v. 3, pp. 77–117). Porto Alegre: Artmed Panamericana.
- Ratamess, N. A., Alvar, B. A., Evetoch, T. K., Housh, T. J., Kibler, B., Kraemer, W. J., & Triplett, T. (2009). Progression models in resistance training for healthy adults. In *Medicine and Science in Sports and Exercise* (Vol. 41,

Issue 3, pp. 687–708). <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181915670>

- Reeves, G. V., Kraemer, R. R., Hollander, D. B., Clavier, J., Thomas, C., Francois, M., & Castracane, V. D. (2006). Comparison of hormone responses following light resistance exercise with partial vascular occlusion and moderately difficult resistance exercise without occlusion. *Journal of Applied Physiology*, *101*(6), 1616–1622. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00440.2006>
- Rolnick, N., Kimbrell, K., & de Queiros, V. (2023). Beneath the cuff: Often overlooked and under-reported blood flow restriction device features and their potential impact on practice—A review of the current state of the research. *Frontiers in Physiology*, *14*(March), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1089065>
- Saç, A., & Taşmektepligil, M. Y. (2018). Correlation between the Q angle and the isokinetic knee strength and muscle activity. *Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, *64*(4), 308–313. <https://doi.org/10.5606/tftrd.2018.2366>
- Sato, Y. (2005). *The history and future of KAATSU Training*. *Int. J. Kaatsu Training Res.* 2005; 1: 1-5
- Segal, N., Davis, M. D., & Mikesky, A. E. (2015). Efficacy of Blood Flow-Restricted Low-Load Resistance Training For Quadriceps Strengthening in Men at Risk of Symptomatic Knee Osteoarthritis. *Geriatric Orthopaedic Surgery and Rehabilitation*, *6*(3), 160–167. <https://doi.org/10.1177/2151458515583088>
- Shallan, A., Hawamdeh, M., Gaowgzeh, R. A. M., Obaidat, S. M., Jastania, R., Muhsen, A., Hafiz, A. E., Alghamdi, N. H., Al-Nassan, S. M., Hawamdeh, Z., Almohiza, M. A., Asiri, F., & Altam, T. A. (2023). The association between kinesiphobia and dynamic balance in patients with patellofemoral pain syndrome. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, *27*(6), 2216–2221. https://doi.org/10.26355/eurrev_202303_31755
- Sheehan, F. T., Derasari, A., Fine, K. M., Brindle, T. J., & Alter, K. E. (2010). Q-angle and J-sign: Indicative of maltracking subgroups in patellofemoral pain. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, *468*(1), 266–275. <https://doi.org/10.1007/s11999-009-0880-0>
- Shigaki, L., Rabello, L. M., Camargo, M. Z., Santos, V. B. da C., Gil, A. W. de O., de Oliveira, M. R., da Silva, R. A., & Macedo, C. de S. G. (2013). Comparative analysis of one-foot balance in rhythmic gymnastics athletes. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, *19*(2), 104–107. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922013000200006>
- Silva, D. D. O., Briani, R. V., Ferrari, D., & Pazzinatto, M. F. (2015). *No son buenos indicadores de dolor y de limitaciones funcionales el ángulo Q y la pronación subastragalina en los sujetos con síndrome de dolor*

patelofemoral PORTUGUES. 169–175. <https://doi.org/10.590/1809-2950/14031522022015>

- Singh, D. K. A., Bailey, M., & Lee, R. (2011). Strength and fatigue of lumbar extensor muscles in older adults. *Muscle and Nerve*, *44*(1), 74–79. <https://doi.org/10.1002/mus.21998>
- Slomka, B., Rongies, W., Sierdzinski, J., Dolecki, W., Worwag, M., & Trzepla, E. (2019). Assessment of postural stability in women with hip osteoarthritis: A case–control study. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*, *53*(1), 56–60. <https://doi.org/10.1016/j.aott.2018.07.006>
- Smith, B. E., Selfe, J., Thacker, D., Hendrick, P., Bateman, M., Moffatt, F., Rathleff, M. S., Smith, T. O., & Logan, P. (2018). Incidência e prevalência de dor femoropatelar: uma revisão sistemática e metanálise. *Plos One*, *13*(1), e0190892.
- Soares, A., Ferreira, C. L., Glaviano, N. R., Rabelo, N. D. dos A., & Lucareli, P. R. G. (2022). Is there a correlation between isometric muscle strength and the kinematics of the pelvis, hip and knee during functional tasks in women with patellofemoral pain? *Physical Therapy in Sport*, *57*, 33–39.
- Souza, T. R. de, Pinto, R. Z. de A., Trede, R. G., Araújo, P. A. de, Fonseca, H. L., & Fonseca, S. T. da. (2011). Pronação excessiva e varismos de pé e perna: relação com o desenvolvimento de patologias músculo-esqueléticas - revisão de literatura. *Fisioterapia e Pesquisa*, *18*(1), 92–100. <https://doi.org/10.1590/s1809-29502011000100016>
- Souza, R. B., Draper, C. E., Fredericson, M., & Powers, C. M. (2010). Femur rotation and patellofemoral joint kinematics: A weight-bearing magnetic resonance imaging analysis. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, *40*(5), 277–285. <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3215>
- Stanitski, C. L. (2018). Pediatric and Adolescent ACL Injury and Sports Medicine: The Early Years. In *The Pediatric Anterior Cruciate Ligament* (pp. 1–6). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-64771-5_1
- Takarada, Y., Takazawa, H., Sato, Y., Takebayashi, S., Tanaka, Y., & Ishii, N. (2000). *Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans.* <http://www.jap.org>
- Tong, T. K., Wu, S., & Nie, J. (2014). Sport-specific endurance plank test for evaluation of global core muscle function. *Physical Therapy in Sport*, *15*(1), 58–63. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2013.03.003>
- Wan, J. J., Qin, Z., Wang, P. Y., Sun, Y., & Liu, X. (2017). Muscle fatigue: General understanding and treatment. *Experimental and Molecular Medicine*, *49*(10), e384-11. <https://doi.org/10.1038/emm.2017.194>
- Wareńczak, A., & Lisiński, P. (2019). Does total hip replacement impact on

postural stability? *BMC Musculoskeletal Disorders*, 20(1), 1–9.
<https://doi.org/10.1186/s12891-019-2598-9>

Watson, C. J., Propps, M., Ratner, J., Zeigler, D. L., Horton, P., & Smith, S. S. (2005). Reliability and responsiveness of the lower extremity functional scale and the anterior knee pain scale in patients with anterior knee pain. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 35(3), 136–146.
<https://doi.org/10.2519/jospt.2005.35.3.136>

Willy, R. W., Hogle, L. T., Barton, C. J., Bolgia, L. A., Scalzitti, D. A., Logerstedt, D. S., Lynch, A. D., Snyder-Mackler, L., & McDonough, C. M. (2019). 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 and Sports Physical Therapy*, 49(9), CPG1–CPG95.
<https://doi.org/10.2519/jospt.2019.0302>

Winters, M., Holden, S., Lura, C. B., Welton, N. J., Caldwell, D. M., Vicenzino, B. T., Weir, A., & Rathleff, M. S. (2021). Comparative effectiveness of treatments for patellofemoral pain: A living systematic review with network meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 55(7), 369–377.
<https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102819>

Zaffagnini, S., Dejour, D., Grassi, A., Bonanzinga, T., Marcheggiani Muccioli, G. M., Colle, F., Raggi, F., Benzi, A., & Marcacci, M. (2013). Patellofemoral anatomy and biomechanics: Current concepts. *Joints*, 1(2), 15–20.
<https://doi.org/10.11138/jts/2013.1.2.015>

APÊNDICES

APÊNDICE A**FICHA DE CARACTERIZAÇÃO (Artigo 1)**

Nome: _____

Idade: _____ Peso: _____ Altura: _____ IMC: _____

Telefone: _____ E-mail: _____

Pratica alguma atividade física: () SIM () NÃO

Modalidade: _____

Frequência por semana: _____

Tempo por treino: _____

Membro inferior dominante: () Direito () Esquerdo

Queixas de dor/lesão:

Atual: _____

Nos últimos seis meses: _____

Antecedentes cirúrgicos: _____

Critérios de inclusão:

- Mulheres;
- 18 à 30 anos;
- Não-atletas.

Critérios de exclusão:

- Atletas;
- Disfunções e/ou algias;
- Doenças vasculares;
- Gravidez

APÊNDICE B

FICHA DE CARACTERIZAÇÃO (Artigo 2)

Nome: _____
 Idade: _____ Peso: _____ Altura: _____ IMC: _____
 Sexo: _____ Telefone: _____
 E-mail: _____

Pratica alguma atividade física? () SIM () NÃO

Modalidade: _____

Frequência por semana: _____

Total de horas por treino: _____

Membro inferior dominante: () Direito () Esquerdo

Queixas de dor/lesão:

Atual: _____

Nos últimos seis meses: _____

Cirurgias já realizadas: _____

Critérios de inclusão:

- Mulheres;
- Faixa etária 18 a 45 anos;
- Não atletas;
- Dor de início insidioso, sem relação com trauma (EVA:3 ou mais);
- Dor em um ou ambos os joelhos por no mínimo 3 meses;
- Apresentar dor em pelo menos 3 atividades funcionais:
 - Dor em atividades funcionais
 - Agachar por tempo prolongado
 - Subir ou descer escadas
 - Ajoelhar
 - Correr
 - Permanecer muito tempo na posição sentada.

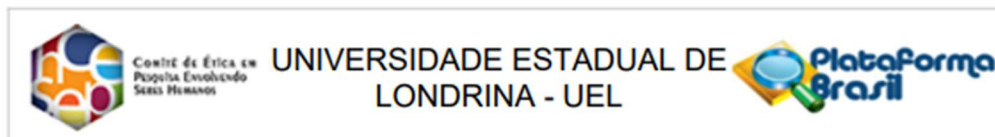
Critérios de exclusão:

- Atletas;
- Disfunções e/ou algias em outras regiões que não seja joelho;
- Doenças vasculares;
- História de cirurgia no nos membros inferiores;
- Presença de doenças neurológicas, cardiovasculares ou reumatológicas;
- Gravidez;
- Fisioterapia nos últimos 6 meses.

ANEXOS

ANEXO A

Aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EFEITOS DE UM PROGRAMA DE TREINAMENTO MUSCULAR COM E SEM OCLUSÃO VASCULAR NA DOR, FUNCIONALIDADE, CONTROLE POSTURAL E RECRUTAMENTO MUSCULAR DO QUADRICEPS DE MULHERES COM SÍNDROME DA DOR PATELOFEMORAL: ENSAIO CLÍNICO ALEATORIZADO

Pesquisador: Christiane de Souza Guerino Macedo

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 31906720.1.0000.5231

Instituição Proponente: CCS - Progr. de Pós-Grad. em Ciências da Reabilitação

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.062.833

Apresentação do Projeto:

Ensaio clínico controlado aleatorizado e cego. A amostra será composta por 20 mulheres sedentárias que responderão a um questionário para a caracterização da amostra (idade, peso, altura, membro inferior dominante, membro com dor, histórico de dor, preencherão as escalas EVA, AKPS e o Questionário de análise funcional do membro inferior (Lysholm). Na sequência serão acoplados os eletrodos de eletromiografia de superfície para o músculo quadríceps e a participante desenvolverá dois exercícios sobre a plataforma de força o Agachamento unipodal e a subida/descida de escada, para análise do controle postural e recrutamento muscular. Após a avaliação as participantes serão aleatorizadas em dois grupos, com intervenção de seis semanas (2x por semana as sessões): Grupo fortalecimento muscular convencional e Grupo fortalecimento muscular com oclusão vascular. Ao término da intervenção todas serão reavaliadas, com follow-up após quatro e oito semanas. Ao término do estudo espera-se encontrar resultados semelhantes entre os grupos de intervenção, com melhora das variáveis analisadas para os dois grupos de forma semelhante. Este estudo poderá comprovar o efeito dos exercícios com oclusão vascular parcial e menores cargas articulares para mulheres com Síndrome da dor Patelofemoral.

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

UF: PR

Telefone: (43)3371-5455

Município: LONDRINA

CEP: 86.057-970

E-mail: cep268@uel.br



CONSELHO DE ÉTICA EM
PESQUISA ENVOLVENDO
SERES HUMANOS

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
LONDRINA - UEL



Continuação do Parecer: 4.062.833

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo geral:

- Estabelecer o efeito do fortalecimento muscular do músculo quadríceps com oclusão vascular parcial e baixa carga de intensidade de exercícios no desempenho funcional de mulheres com síndrome da dor patelofemoral.

Objetivo Específico:

- Comparar o efeito do fortalecimento muscular do quadríceps com e sem oclusão vascular na dor, pela Escala Visual Analógica, em mulheres sedentárias com disfunção patelofemoral;
- Estabelecer o efeito do fortalecimento muscular do quadríceps com e sem oclusão vascular na funcionalidade, por meio dos questionários Lysholm e Anterior Knee Pain Scale (AKPS) em mulheres sedentárias com disfunção patelofemoral;
- Apontar o efeito do treinamento muscular do quadríceps com e sem oclusão vascular parcial no recrutamento muscular por eletromiografia de superfície do Vasto Medial oblíquo (VMO), Vasto Lateral (VL) e Reto Femoral (RF) em mulheres sedentárias com disfunção patelofemoral durante atividade de agachamento unipodal, subida e descida de escada;
- Analisar o efeito do treinamento muscular do quadríceps com e sem oclusão vascular parcial no controle postural dinâmico sob a plataforma de força em mulheres sedentárias com disfunção patelofemoral durante atividade de agachamento unipodal e subida e descida de escada.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

- O desenvolvimento dos exercícios de avaliação e tratamento poderão desencadear dor femoropatelar leve. Caso a dor relatada pela participante seja grande, a avaliação ou o protocolo de tratamento serão interrompidos e a participante receberá o tratamento fisioterapêutico pelas pesquisadoras até que a dor cesse.

Benefícios:

- Espera-se encontrar resultados semelhantes entre os grupos de intervenção. Se for possível evidenciar que o treinamento resistido com oclusão vascular parcial proporciona resultados favoráveis nos desfechos a serem analisados, com baixas cargas de intensidade nos exercícios, será muito importante para a prática clínica, pois os pacientes poderão realizar exercícios com menor estresse à articulação do joelho, além de maior conforto para a realização dos mesmos.

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

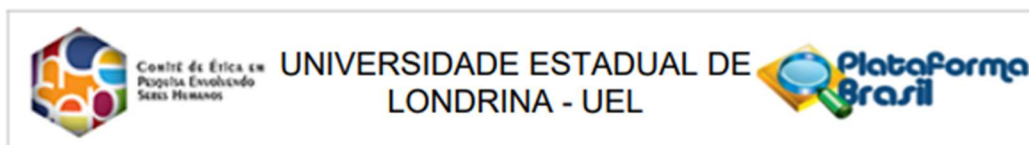
UF: PR

Município: LONDRINA

Telefone: (43)3371-5455

CEP: 86.057-970

E-mail: cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 4.062.833

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa relevante, inovadora, que poderá trazer benefícios a esta população de estudo.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

- Apresentou folha de rosto devidamente assinada;
- Apresentou projeto detalhado pertencente a aluna de doutorado Daiane;
- Apresentou autorização de realização nas dependências do Centro Especializado em Pesquisa e Pós-Graduação em Saúde (CEPPoS) pela coordenadora da Pós graduação;
- Apresentou TCLE.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Realizou as reformulações solicitadas esclarecendo que o recrutamento das participantes será por meio de divulgação na comunidade externa através de cartazes físicos e digitais, bem como esclareceu no procedimento metodológico como será garantido o transporte das participantes (sendo estes custeados pelas pesquisadoras por meio de fornecimento de vale-transporte e lanche).

Considerações Finais a critério do CEP:

Prezado(a) Pesquisador(a),

Este é seu parecer final de aprovação, vinculado ao Comitê de Ética em Pesquisas Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina. É sua responsabilidade apresenta-Lo aos órgãos e/ou instituições pertinentes.

Ressaltamos, para início da pesquisa, as seguintes atribuições do pesquisador, conforme Resolução CNS 466/2012 e 510/2016:

A responsabilidade do pesquisador é indelegável e indeclinável e compreende os aspectos éticos e legais, cabendo-lhe:

- conduzir o processo de Consentimento e de Assentimento Livre e Esclarecido;
- apresentar dados solicitados pelo sistema CEP/CONEP a qualquer momento;
- desenvolver o projeto conforme delineado, justificando, quando ocorridas, a sua mudança ou interrupção;
- elaborar e apresentar os relatórios parciais e final;
- manter os dados da pesquisa em arquivo, físico ou digital, sob sua guarda e responsabilidade, por um período mínimo de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa;
- encaminhar os resultados da pesquisa para publicação, com os devidos créditos aos pesquisadores e pessoal técnico integrante do projeto;
- justificar fundamentadamente, perante o sistema CEP/CONEP, interrupção do projeto ou a não

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

UF: PR

Município: LONDRINA

Telefone: (43)3371-5455

CEP: 86.057-970

E-mail: cep268@uel.br



Centro de Ética em
População Envolvendo
Seres Humanos

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
LONDRINA - UEL



Continuação do Parecer: 4.062.833

publicação dos resultados.

Coordenação CEP/UEL.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_P ROJETO_1558222.pdf	30/05/2020 18:20:05		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	versaoalterada_ProjetoFinal.pdf	30/05/2020 18:17:33	Christiane de Souza Guerino Macedo	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	versaoalterada_TCLE.pdf	30/05/2020 18:16:19	Christiane de Souza Guerino Macedo	Aceito
Declaração de concordância	Carta_autorizacao.pdf	16/05/2020 12:55:51	Christiane de Souza Guerino Macedo	Aceito
Folha de Rosto	folhaderostocomassinaturas.pdf	16/05/2020 12:46:59	Christiane de Souza Guerino Macedo	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

LONDRINA, 01 de Junho de 2020

Assinado por:

**Adriana Lourenço Soares Russo
(Coordenador(a))**

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

CEP: 86.057-970

UF: PR

Município: LONDRINA

Telefone: (43)3371-5455

E-mail: cep268@uel.br

ANEXO B

Checklist – CONSORT



Lista de informações CONSORT 2010 para incluir no relatório de um estudo randomizado

Seção/Tópico	Item No	Itens da Lista	Relatado na pg No
Título e Resumo	1a	Identificar no título como um estudo clínico randomizado	56
	1b	Resumo estruturado de um desenho de estudo, métodos, resultados e conclusões para orientação específica, consulte CONSORT para resumos	57
Introdução	2a	Fundamentação científica e explicação do raciocínio	59
	2b	Objetivos específicos ou hipóteses	60
Fundamentação e objetivos			67
			N/A
Métodos	3a	Descrição do estudo clínico (como paralelo, factorial) incluindo a taxa de alocação	
	3b	Alterações importantes nos métodos após ter iniciado o estudo clínico (como critérios de elegibilidade), com as razões	N/A
Desenho do estudo	4a	Critérios de elegibilidade para participantes	61
	4b	Informações e locais de onde foram coletados os dados	64
Participantes	5	As intervenções de cada grupo com detalhes suficientes que permitam a replicação, incluindo como e quando eles foram realmente administrados	64
Intervenções	6a	Medidas completamente pré-especificadas definidas de desfechos primários e secundários, incluindo como e quando elas foram avaliadas	60
	6b	Quaisquer alterações nos desfechos após o estudo clínico ter sido iniciado, com as razões	N/A
Desfechos	7a	Como foi determinado o tamanho da amostra	67
	7b	Quando aplicável, deve haver uma explicação de qualquer análise de interim e diretrizes de encerramento	N/A
Tamanho da amostra	8a	Método utilizado para geração de seqüência randomizada de alocação	67
	8b	Tipos de randomização, detalhes de qualquer restrição (tais como randomização por blocos e tamanho do bloco)	67
Randomização:	9	Mecanismo utilizado para implementar a seqüência de alocação randomizada (como recipientes numerados seqüencialmente), descrevendo os passos seguidos para a ocultação da seqüência até as intervenções serem atribuídas	67
Seqüência de geração			
Alocação mecanismo de ocultação			
Implementação	10	Quem gerou a seqüência de alocação randomizada, quem inscreveu os participantes e quem atribuiu as intervenções aos participantes	67
Cegamento	11a	Se realizado, quem foi cegado após as intervenções serem atribuídas (ex. Participantes, cuidadores, assessores de resultado) e como	68
	11b	Se relevante, descrever a semelhança das intervenções	62
Métodos estatísticos	12a	Métodos estatísticos utilizados para comparar os grupos para desfechos primários e secundários	68
	12b	Métodos para análises adicionais, como análises de subgrupo e análises ajustadas	68
Resultados	13a	Para cada grupo, o número de participantes que foram randomicamente atribuídos, que receberam o tratamento pretendido e que foram analisados para o desfecho primário	69
	13b	Para cada grupo, perdas e exclusões após a randomização, junto com as razões	N/A
Fluxo de participantes (é fortemente recomendado a utilização de um diagrama)			
Recrutamento	14a	Definição das datas de recrutamento e períodos de acompanhamento	69
	14b	Dizer os motivos de o estudo ter sido finalizado ou interrompido	N/A
Dados de Base	15	Tabela apresentando os dados de base demográficos e características clínicas de cada grupo	70

Lista de informações CONSORT 2010

Página 1

Lista de informações CONSORT 2010

Página 2

Números analisados	16	Para cada grupo, número de participantes (denominador) incluídos em cada análise e se a análise foi realizada pela atribuição original dos grupos	70
Desfechos e estimativa	17a	Para cada desfecho primário e secundário, resultados de cada grupo e o tamanho efetivo estimado e sua precisão (como intervalo de confiança de 95%)	70-73
	17b	Para desfechos binários, é recomendada a apresentação de ambos os tamanhos de efeito, absolutos e relativos	N/A
Análises auxiliares	18	Resultados de quaisquer análises realizadas, incluindo análises de subgrupos e análises ajustadas, distinguindo-se as pré-especificadas das exploratórias	N/A
Danos	19	Todos os importantes danos ou efeitos indesejados em cada grupo (observar a orientação específica CONSORT para danos)	N/A
Discussão			
Limitações	20	Limitações do estudo clínico, abordando as fontes dos potenciais vieses, imprecisão, e, se relevante, relevância das análises	74
Generalização	21	Generalização (validade externa, aplicabilidade) dos achados do estudo clínico	76
Interpretação	22	Interpretação consistente dos resultados, balanço dos benefícios e danos, considerando outras evidências	76
Outras informações			
Registro	23	Número de inscrição e nome do estudo clínico registrado	78
Protocolo	24	Onde o protocolo completo do estudo clínico pode ser acessado, se disponível	78
Fomento	25	Fontes de financiamento e outros apoios (como abastecimento de drogas), papel dos financiadores	78

ANEXO C

Anterior Knee Pain Scale (Cunha et al., 2013)

BRAZILIAN PORTUGUESE VERSIONS OF THE INSTRUMENTS

ESCALA PARA DOR ANTERIOR DO JOELHO (EDAJ - AKPS)

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. Apóio totalmente, sem dor
 - b. Apóio, 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 dificuldade
 - b. Sinto um pouco de dor ao descer
 - c. Sinto dor ao descer e ao 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
 - 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

ANEXO D

Questionário Lysholm (Peccin et al., 2006)

Quadro 1 - Questionário Lysholm (Escala).

<p>Mancar (5 pontos) Nunca = 5 Leve ou periodicamente = 3 Intenso e constantemente = 0</p> <p>Apoio (5 pontos) Nenhum = 5 Bengala ou muleta = 2 Impossível = 0</p> <p>Travamento (15 pontos) Nenhum travamento ou sensação de travamento = 15 Tem sensação, mas sem travamento = 10 Travamento ocasional = 6 Frequente = 2 Articulação (junta) travada no exame = 0</p> <p>Instabilidade (25 pontos) Nunca falseia = 25 Raramente, durante atividades atléticas ou outros exercícios pesados = 20 Frequentemente durante atividades atléticas ou outros exercícios pesados (ou incapaz de participação) = 15 Ocasionalmente em atividades diárias = 10 Frequentemente em atividades diárias = 5 Em cada passo = 0</p>	<p>Dor (25 pontos) Nenhuma = 25 Inconstante ou leve durante exercícios pesados = 20 Marcada durante exercícios pesados = 15 Marcada durante ou após caminhar mais de 2 Km = 10 Marcada durante ou após caminhar menos de 2 Km = 5 Constante = 0</p> <p>Inchaço (10 pontos) Nenhum = 10 Com exercícios pesados = 6 Com exercícios comuns = 2 Constante = 0</p> <p>Subindo escadas (10 pontos) Nenhum problema = 10 Levemente prejudicado = 6 Um degrau cada vez = 2 Impossível = 0</p> <p>Agachamento (5 pontos) Nenhum problema = 5 Levemente prejudicado = 4 Não além de 90 graus = 2 Impossível = 0</p> <p>Pontuação total: _____</p>
<p>Quadro de pontuação: Excelente: 95 – 100; Bom: 84 – 94; Regular: 65 – 83; Ruim: < 64</p>	

ANEXO E

Escala Visual Analógica de dor (EVA)

