

Efeitos do treinamento resistido com restrição parcial do fluxo sanguíneo em pacientes com osteoartrite do joelho: Revisão Sistemática

Effects of resistance training with blood flow restriction in patients with knee osteoarthritis: Systematic Review

Maurício Tatsch Ximenes Carvalho, Aline Machado Veiga, Paula Valente de Mesquita, Victor Edgar Pitzer Neto, Airton José Rombaldi, Marcelo Cozzensa da Silva

Como citar este artigo:

CARVALHO, MAURÍCIO T. X.; VEIGA, ALINE M.; MESQUITA, PAULA V.; PITZER NETO, VICTOR E.; ROMBALDI, AIRTON J.; SILVA, MARCELO C.; Efeitos do treinamento resistido com restrição parcial do fluxo sanguíneo em pacientes com osteoartrite do joelho: Revisão Sistemática. Revista Saúde (Sta. Maria). 2021; 47 (1).

Autor correspondente:

Nome: Maurício Tatsch Ximenes Carvalho
E-mail: carvalhomaucio960@gmail.com
Telefone: (55) 996782793
Formação Profissional: Mestre em Reabilitação Funcional pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

Filiação Institucional: Universidade Federal de Pelotas (UFPEL).
Endereço para correspondência:
Rua: Luiz de Camões, 625
Bairro: Tablada
Cidade: Pelotas
Estado: RS
CEP: 96055-630

Data de Submissão:

16/07/2021

Data de aceite:

02/11/2021

Conflito de Interesse: Não há conflito de interesse



RESUMO

O treinamento resistido combinado à restrição parcial do fluxo sanguíneo confere benefícios funcionais a pacientes de diferentes perfis clínicos. Este estudo visou investigar através de uma revisão sistemática os efeitos do exercício resistido com restrição parcial do fluxo sanguíneo sobre a força, o volume muscular e a dor de pacientes com osteoartrite de joelho. Os estudos foram selecionados nas bases de dados: LILACS, PubMed e Physiotherapy Evidence Database (PEDro). Os descritores utilizados foram Blood Flow Restriction AND Knee Osteoarthritis AND Clinical Trial AND Exercise. A qualidade metodológica foi determinada através da escala PEDro. Foram incluídos quatro estudos na revisão. Os achados indicaram que o treinamento resistido de baixa intensidade com restrição parcial do fluxo sanguíneo promoveu efeitos similares aos programas de treinamento convencionais na força muscular dos extensores do joelho, no volume muscular do quadríceps femoral e na dor de pacientes com osteoartrite de joelho. Em contrapartida, em um estudo houve aumento da força muscular dos extensores do joelho e em outro, redução do escore de dor após treinamento com restrição parcial do fluxo sanguíneo. Apesar da escassez de estudos sobre a temática e as amostras pequenas dos ensaios clínicos, os achados dos estudos sugeriram que a adição da restrição parcial do fluxo sanguíneo a programas de treinamento resistido de baixa intensidade emerge como uma potencial ferramenta de reabilitação, tendo em vista que os efeitos são similares aos programas de treinamento convencionais.

PALAVRAS-CHAVE: Exercício Físico; Terapia por Exercício; Osteoartrite do Joelho.

ABSTRACT

Resistance training associated with partial blood flow restriction confers functional benefits to patients with different clinical profiles. This study aimed to investigate, through a systematic review, the effects of resistance exercise with partial blood flow restriction on strength, muscle volume and pain in patients with knee osteoarthritis. The studies were selected from the following databases: LILACS, PubMed and Physiotherapy Evidence Database (PEDro). The descriptors used were Blood Flow Restriction AND Knee Osteoarthritis AND Clinical Trial AND Exercise. The methodological quality was determined using the PEDro scale. Four studies were included in the review. The findings indicated that low-intensity resistance training with partial blood flow restriction promoted similar effects to conventional training programs on the knee extension strength, quadriceps femoris muscle volume and pain of patients with knee osteoarthritis. On the other hand, in one study there was an increase in the knee extension strength, and in another, there was a reduction in pain intensity after blood flow restriction training. Despite the scarcity of studies on the subject and the small samples of clinical trials, findings of these studies suggested that addition of partial blood flow restriction to low-intensity resistance training programs emerges as a potential rehabilitation tool, considering similar effects to conventional training programs.

KEYWORDS: Physical Exercise; Exercise Therapy; Osteoarthritis, Knee.

INTRODUÇÃO

A osteoartrite (OA) do joelho é uma doença articular degenerativa e progressiva caracterizada por dor, rigidez e fraqueza muscular. Uma condição clínica complexa e multifatorial que está entre as principais doenças crônicas. Estima-se que 250 milhões de pessoas em todo o mundo tenham OA^{1,2}. Embora possa ocorrer o quadro de OA em outras articulações, o joelho é habitualmente o mais atingido e como consequência ocorre disfunção no quadríceps femoral, a qual é caracterizada por fadiga e redução do desempenho muscular durante uma atividade física, aspecto que reflete na força, na potência e/ou trabalho esperado. Essas alterações são acompanhadas por mudanças na atividade elétrica muscular, onde há diminuição da excitação das unidades motoras e alteração na velocidade de condução desses impulsos³.

Entre as repercussões funcionais relacionadas a OA do joelho destaca-se a redução da força dos músculos extensores do joelho e do volume muscular do quadríceps femoral^{4,5}. Tal declínio da força muscular ocorre concomitante com a progressão sintomática da OA do joelho e com a condição funcional do paciente e relaciona-se com a redução da área de secção transversa dos músculos extensores do joelho^{6,7}.

A abordagem da OA é composta por estratégias terapêuticas farmacológicas e não-farmacológicas, das quais, o exercício físico é fortemente recomendado para todos os pacientes como a principal intervenção em um programa de reabilitação⁸. O treinamento resistido (TR) de forma isolada é uma alternativa viável para a redução da dor e melhora da função física de pacientes com OA, no entanto, a dose ideal de atividade física e exercício resistido permanece desconhecida⁹. Nesse contexto, o TR combinado a restrição parcial do fluxo sanguíneo é tolerável e eficaz quando inserido em programas de reabilitação musculoesquelética, tornando-se uma alternativa terapêutica segura para tratar a OA¹⁰.

A restrição parcial do fluxo sanguíneo é caracterizada como um método que restringe parcialmente o influxo arterial e totalmente o fluxo venoso na musculatura de trabalho através da aplicação de compressão mecânica gradual usando um manguito na região proximal da musculatura, durante o exercício de resistência voluntário, aeróbico ou também passivamente sem exercício^{11,12}. Estudos clínicos recentes¹³⁻¹⁵ identificaram que o TR quando associado a restrição parcial do fluxo sanguíneo confere benefícios funcionais a pacientes de diferentes perfis clínicos, no entanto, ainda há uma lacuna na literatura¹⁶ em relação a pacientes com OA de joelho. Dessa forma, a presente revisão busca responder o seguinte questionamento: quais os efeitos do exercício resistido com restrição parcial do fluxo sanguíneo na força, volume muscular e dor de pacientes com OA de joelho?

MÉTODO

Tipo de estudo

O presente estudo trata-se de uma revisão sistemática da literatura com base nas recomendações da colaboração Cochrane, a qual fora registrada no PROSPERO (CRD42021227123).

Estratégias de busca

Foram conduzidas buscas sistemáticas, nas bases de dados LILACS, PubMed e PEDro, as quais englobaram os seguintes termos de busca, com os seus respectivos operadores booleanos, Blood Flow Restriction [AND] Knee osteoarthritis [AND] Clinical Trial [AND] Exercise. A estratégia de busca utilizada no PubMed pode ser observada na Tabela 1. Não foram feitas restrições de data de publicação, todavia limitou-se os idiomas em inglês, espanhol e português. Além disso foram identificados estudos a partir das referências dos estudos incluídos.

Tabela 1 - Estratégia de busca utilizada na base de dados PubMed.

#5	Search (#1 AND #2 AND #3 AND #4)
#4	Search: ((((((((((((((Exercise[MeSH Terms]) OR (Motor activity[MeSH Terms])) OR (Resistance Training[MeSH Terms]) OR (Exercise Therapy[MeSH Terms])) OR (Physical Activit*[Title/Abstract])) OR (Physical Exercise*[Title/Abstract])) OR (Acute Exercise*[Title/Abstract])) OR (Isometric Exercise*[Title/Abstract])) OR (Aerobic Exercise*[Title/Abstract])) OR (Exercise Training*[Title/Abstract])) OR (Strength Training[Title/Abstract])) OR (Weight-Lifting Exercise Program*[Title/Abstract])) OR (Weight-Bearing Strengthening Program*[Title/Abstract])) OR (Weight-Bearing Exercise Program*[Title/Abstract]))))
#3	Search: ((Clinical Trial) OR (Clinical Trials) OR (Randomized Controlled Trial) OR (Randomized Controlled Trials) OR (Controlled Clinical Trial) OR (Controlled Clinical Trials))
#2	Search: (((Knee Osteoarthritis[MeSH Terms]) OR (Knee Osteoarthritis[Title/Abstract])) OR (Osteoarthritis of the Knee[Title/Abstract]))
#1	Search: blood flow restriction[Title/Abstract]

Seleção dos estudos

Quatro avaliadores, de forma independente, selecionaram os estudos potencialmente relevantes a partir da leitura dos títulos e resumos. Quando estes não forneceram informações suficientes para excluir o estudo, o texto completo foi verificado. Após, os mesmos revisores avaliaram de forma independente os estudos completos, fizeram a seleção de acordo com os critérios de elegibilidade, os quais foram: (1) desenho metodológico do ensaio clínico; (2) OA de joelho; (3) efeitos do TR com restrição parcial do fluxo sanguíneo; (4) grupo controle (exercício convencional ou placebo); (5)

redação na língua portuguesa brasileira, espanhola ou inglesa. Os casos discordantes foram resolvidos por consenso, e quando necessário, por intermédio de um quinto avaliador experiente.

Extração de dados e Análise da qualidade metodológica

Somente os estudos incluídos foram submetidos à extração de dados e análise de qualidade metodológica. As informações foram extraídas por meio de formulário padronizado e englobaram: nome do primeiro autor, ano de publicação, participantes, protocolo de intervenção e desfechos.

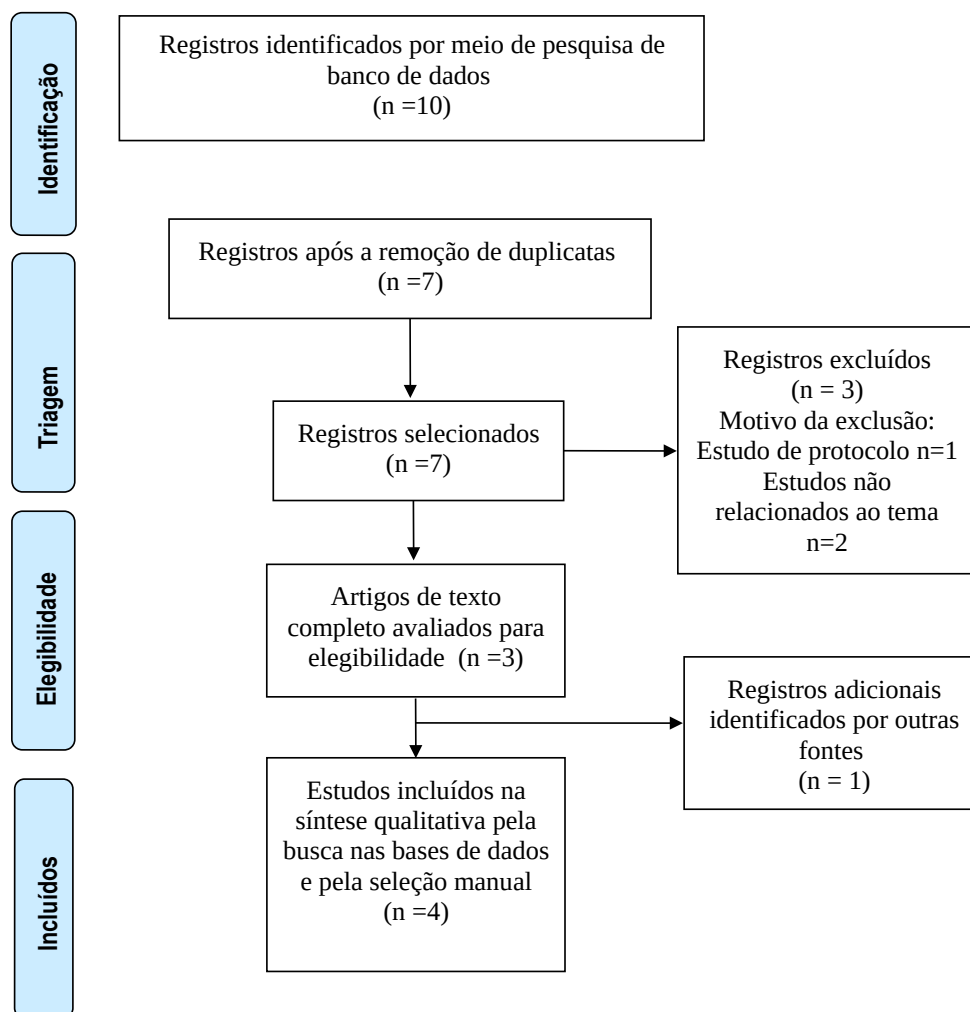
Os estudos selecionados foram avaliados pela escala Physiotherapy Evidence Database (PEDro)¹⁷. O referido instrumento é composto por 11 itens, dos quais, o primeiro trata-se de um critério adicional representativo da validade externa ou o potencial de generalização do estudo, não sendo incluído no escore total da escala. Os itens 2 a 9 são utilizados para análise dos aspectos relacionados à validade interna (alocação aleatória e secreta dos participantes, semelhança dos sujeitos no início do estudo, cegamento dos participantes, terapeutas e avaliadores, medidas de resultados e análise por intenção de tratar) 10 e 11 destinados à verificação da análise estatística (comparações estatísticas entre grupos e presença de medidas pontuais e de variabilidade para pelo menos um resultado).

Os critérios são qualificados em aplicável ou não aplicável, gerando um escore total que varia entre 0 e 10 pontos. Dessa forma, os estudos classificados com pontuação na escala <4 foram considerados de baixa qualidade metodológica, pontuações de 4-5, razoáveis, pontuações de 6-8, boas, e pontuações de 9-10 excelentes¹⁸. Assim como nas outras etapas, a avaliação da qualidade metodológica foi realizada de forma independente pelos quatro avaliadores anteriores, sendo as divergências resolvidas pelo quinto avaliador experiente.

RESULTADOS

A busca bibliográfica resultou em 10 estudos, subdivididos nas seguintes bases: PubMed (n = 5), LILACS (n = 1) e PEDro (n = 4). Desses, três estavam duplicados¹⁹⁻²¹, permanecendo sete estudos para leitura. Após a leitura dos títulos e resumos, três foram excluídos²¹⁻²³. Dessa forma, quatro estudos foram avaliados para elegibilidade e três contemplaram os critérios de seleção^{20,24,25}. Um artigo adicional identificado através de outra fonte foi incluído¹⁹. Dessa forma, após a leitura na íntegra dos estudos selecionados, quatro foram incluídos na revisão sistemática (Figura 1)^{19,20,24,25}.

Figura 1. Fluxograma dos estudos selecionados para revisão no modelo PRISMA.



Como pode ser visto na tabela 2, as intervenções duraram de quatro a 12 semanas e apresentaram frequência semanal de duas a três sessões. O tamanho da amostra variou de 35 a 48 sujeitos. Quanto ao protocolo de intervenção, nos quatro estudos incluídos, a restrição parcial do fluxo sanguíneo, aplicada através de manguitos pneumáticos com pressão entre 100 a 200mmHg, foi implementada durante os exercícios de força de baixa intensidade (com carga de treinamento determinada pelo teste de uma repetição máxima – 1RM) em comparação ao treinamento sem restrição parcial do fluxo sanguíneo ou ao exercício resistido de moderada a alta intensidade^{19,20,24,25}. Em três estudos foi descrito o dispositivo utilizado para realização da restrição parcial do fluxo sanguíneo^{19,20,25} e a pressão de oclusão parcial do fluxo sanguíneo foi pré-estabelecida no início do tratamento com progressão ao longo das semanas^{19,20}. Em um estudo, a pressão de oclusão parcial do fluxo sanguíneo foi determinada como a pressão necessária para completar a oclusão parcial do fluxo no repouso²⁴ e, em outro estudo, foi utilizada uma fórmula para determinar a pressão de oclusão²⁵.

Tabela 2 – Resumo dos estudos sobre os efeitos do treinamento resistido com restrição parcial do fluxo sanguíneo em sujeitos com osteoartrite de joelho.

Autores	Amostra	Objetivo	Desfechos	Intervenção	Principais resultados
Segal <i>et al.</i> ¹⁹	n=41 Homens (≥45 anos)	Avaliar se a restrição parcial do fluxo sanguíneo é um meio eficaz de aumentar a força dos membros inferiores em homens com risco de OA de joelho.	Força muscular de extensores do joelho. Dor no joelho.	GI = TR com carga ajustada a 30% de 1RM em <i>leg press</i> bilateral, durante 4 semanas, associado a restrição do fluxo sanguíneo de 30 mmHg na sessão inicial e 40mmHg nas sessões subsequentes. GC = TR com carga ajustada a 30% de 1RM em <i>leg press</i> bilateral sem restrição do fluxo sanguíneo.	Não houve diferença significativa entre os grupos na força muscular extensora do joelho. A restrição parcial do fluxo sanguíneo durante o TR não foi associada à piora da dor no joelho, mas houve uma melhora significativa no grupo controle.
Segal <i>et al.</i> ²⁰	n=45 Mulheres (45-65 anos)	Avaliar a eficácia de um TR de baixa carga com aplicação simultânea de restrição de fluxo sanguíneo nas variáveis força, volume e potência muscular do quadríceps de pacientes com OA de joelho sintomática.	Força muscular de extensores do joelho. Volume muscular do quadríceps femoral. Dor no joelho.	GI = TR de baixa carga com 4 séries de <i>leg press</i> bilaterais a 30% de sua 1RM, 3 vezes por semana durante 4 semanas com utilização do dispositivo para restrição do fluxo sanguíneo de 30 mmHg na sessão inicial e 40mmHg nas sessões seguintes. GC = TR de baixa carga com 4 séries de <i>leg press</i> bilaterais a 30% de sua 1RM, 3 vezes por semana durante 4 semanas.	No GI houve aumento significativo na força de 1RM em comparação ao GC. Mudanças no volume do quadríceps femoral e na dor relacionada ao joelho não diferiram significativamente entre os grupos.
Ferraz <i>et al.</i> ²⁴	n=48 Mulheres (50 -65 anos)	Avaliar os efeitos de um programa de TR de baixa intensidade associado a restrição parcial do fluxo sanguíneo em desfechos clínicos selecionados em pacientes com OA de joelho.	Força muscular, dos extensores do joelho. Área de secção transversal do quadríceps femoral.	Grupo TR de alta intensidade = TR com carga ajustada a 80% de 1RM em <i>leg press</i> bilateral e em exercícios de extensão do joelho durante 12 semanas. Grupo TR de baixa intensidade = TR com carga ajustada a 30% de 1RM em <i>leg press</i> bilateral e em exercícios de extensão do joelho durante 12 semanas. Grupo TR de baixa intensidade com restrição parcial do fluxo sanguíneo = TR com carga ajustada a 30% de 1RM em <i>leg press</i> bilateral e em exercícios de extensão do joelho, durante 12 semanas, com a adição da restrição parcial do fluxo sanguíneo com uma pressão média no manguito ao longo do treinamento de 97,4±7,6 mmHg.	Os grupos de TR de alta intensidade e o de baixa intensidade com restrição parcial do fluxo sanguíneo apresentaram efeitos semelhantes no aumento da força muscular e volume muscular do quadríceps femoral em mulheres idosas com OA de joelho. Além disso, os sujeitos que receberam o protocolo de restrição parcial do fluxo sanguíneo apresentaram melhora significativa na dor no joelho.

Harper <i>et al.</i> 25	n=35 Homens e Mulheres (≥60 anos)	Avaliar a viabilidade do treinamento com restrição parcial do fluxo sanguíneo comparado a uma intervenção de TR de intensidade moderada clinicamente recomendada entre adultos mais velhos com OA de joelho.	Força muscular de membros inferiores. Dor no joelho.	G1 = TR de moderada intensidade: realizaram quatro exercícios para os membros inferiores (<i>leg press, leg extension, leg curl e calf flexion</i>) a 60% de 1RM, seguindo as diretrizes de exercícios para idosos com OA. G2 = Restrição parcial do fluxo sanguíneo: o grupo de TR de baixa carga realizou os mesmos quatro exercícios de membros inferiores a 20% de 1RM com a adição de compressão externa aplicada à coxa proximal de ambas as pernas.	O TR com restrição parcial do fluxo sanguíneo destaca-se como um regime de treinamento alternativo para melhorar a dor e a função entre adultos mais velhos com OA de joelho. Embora, a restrição parcial do fluxo sanguíneo possa potencialmente ter eficácia inferior comparada ao TR de moderada intensidade.
----------------------------	--	--	---	---	--

OA=Osteoartrite de Joelho. GI=Grupo intervenção. GC=Grupo controle. G1=Grupo um. G2=Grupo 2. TR=Treinamento resistido. 1RM=

Uma repetição máxima.

Entre os desfechos dos ensaios clínicos que avaliaram as respostas do TR com restrição parcial do fluxo sanguíneo, a força muscular extensora do joelho e a dor autorreferida foram consideradas nos quatro estudos incluídos^{19,20,24,25} e o volume muscular em dois^{20,24}. Para a avaliação da força muscular extensora do joelho foi utilizada a dinamometria^{19,20,25} e o teste de 1RM²⁴. Para avaliação da dor autorreferida foram utilizados o Knee Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)^{19,20}, o Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC)²⁴ e a escala visual analógica (EVA)²⁵. O volume muscular foi medido por tomografia computadorizada²⁰ e ressonância magnética²⁴.

Os resultados encontrados em dois dos estudos revisados indicaram que o TR de carga baixa com restrição parcial do fluxo sanguíneo confere efeitos similares na força muscular extensora do joelho^{19,24} em comparação a protocolos de exercício resistido de carga baixa a alta, embora o estudo de Harper *et al.*²⁵ ter reportado eficácia inferior da restrição parcial do fluxo sanguíneo na força muscular extensora do joelho quando comparado a um programa de treinamento de moderada intensidade. No entanto, em um ensaio clínico a força muscular dos extensores do joelho aumentou significativamente após programa de exercício resistido de carga baixa combinado a restrição parcial do fluxo sanguíneo²⁰.

Em relação à dor autorreferida no joelho, em três dos ensaios clínicos selecionados para a revisão^{19,20,25} o TR com restrição parcial do fluxo sanguíneo promoveu efeitos similares a protocolos de exercício resistido convencionais, no entanto, no estudo de Ferraz *et al.*²⁴ a adição da restrição parcial do fluxo sanguíneo ao TR de carga baixa foi capaz de melhorar a dor e induzir menos estresse articular, emergindo como um adjuvante terapêutico viável e eficaz no tratamento da OA. No que diz respeito ao volume muscular da coxa, o TR de baixa carga com restrição parcial do fluxo sanguíneo apresentou efeitos similares a programas de exercício convencionais de carga baixa e alta^{20,24}.

O escore de avaliação da qualidade metodológica através da escala PEDro está descrito na tabela 3. Dos quatro estudos incluídos, todos foram considerados de boa qualidade metodológica, ou seja, com escore na escala PEDro de 6 a 8^{19,20,24,25}. Todos os estudos incluídos contemplaram os critérios 1,3,6,9,10 da escala PEDro, os quais estão relacionados a alocação aleatória, a semelhança dos sujeitos no início do estudo, ao cegamento dos avaliadores de desfecho, as comparações estatísticas entre grupos e a presença de medidas pontuais e de variabilidade para pelo menos um resultado. Por outro lado, os critérios 4 e 5 (cegamento dos participantes e terapeutas, respectivamente) não foram contemplados em todos os estudos. Dois estudos não mencionaram a respeito da alocação secreta dos participantes^{24,25}, assim como estudos que não abordaram se as medidas de pelo menos um resultado-chave foram obtidas em mais de 85% dos sujeitos incluídos^{24,25} ou que não realizaram análise por intenção de tratar^{19,20}.

Tabela 3. Avaliação da qualidade metodológica dos estudos pela escala PEDro.

Estudos incluídos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Escore Final (0 a 10)
Segal <i>et al.</i> (2015) ¹⁹	1	1	1			1	1		1	1	7
Segal <i>et al.</i> (2015) ²⁰	1	1	1			1	1		1	1	7
Ferraz <i>et al.</i> (2018) ²⁴	1		1			1		1	1	1	6
Harper <i>et al.</i> (2019) ²⁵	1		1			1		1	1	1	6

Apresentação da pontuação da Escala PEDro por critérios e escore final. 1=Contempla o critério da escala PEDro.

DISCUSSÃO

Na presente revisão sistemática, quatro estudos atenderam totalmente aos critérios de inclusão e em todos foi avaliada a resposta do TR combinado a restrição parcial do fluxo sanguíneo na força muscular extensora e na dor autorreferida de pacientes com OA de joelho. Os achados dos estudos revisados indicaram efeitos similares da restrição parcial do fluxo sanguíneo na força muscular extensora^{19,24} e na dor no joelho^{19,20,25} quando comparado a um programa de treinamento convencional adotando somente o TR. No entanto, é importante mencionar que no estudo de Segal *et al.*²⁰ e Ferraz *et al.*²⁴ a adição da restrição parcial do fluxo sanguíneo ao programa de treinamento aumentou a força muscular extensora do joelho²⁰ e reduziu a dor²⁴ dos pacientes respectivamente. Em dois estudos, o efeito do TR com restrição parcial do fluxo sanguíneo no volume do quadríceps femoral foi semelhante àquele promovido pelo treinamento convencional^{20,24}.

Segundo o Osteoarthritis Research Society International (OARSI)²⁶, a reabilitação clínica de pacientes com OA de joelho deve ser norteada por um programa de TR, o qual caracteriza-se como uma importante alternativa para reabilitação clínica com a finalidade de atenuar as repercussões musculoesqueléticas e funcionais. No entanto, quando o treinamento é realizado em alta intensidade pode ser desafiador para os pacientes, tendo em vista o possível agravamento da dor, o edema e a inflamação, os quais contribuem para reduzir a aderência ao exercício^{27,28}. Desse modo, torna-se relevante a adição da restrição parcial do fluxo sanguíneo ao TR, pois produz menos estresse mecânico nas articulações em comparação ao treinamento convencional e pode ser uma terapia adjuvante para idosos com restrição de mobilidade²⁹.

Em uma revisão sistemática com metanálise³⁰ foi descrito que a adição da restrição parcial do fluxo sanguíneo ao treinamento de baixa intensidade em pacientes em reabilitação musculoesquelética pode produzir respostas superiores na força muscular quando comparado ao treinamento de baixa intensidade. Dos estudos incluídos na presente revisão, somente no ensaio clínico randomizado de Segal et al.²⁰, ocorreu aumento da força muscular dos extensores do joelho após programa de exercício resistido de carga baixa combinado a restrição parcial do fluxo sanguíneo em mulheres com OA de joelho. Esses achados diferem de dois estudos selecionados, tendo em vista que o TR combinado a restrição parcial do fluxo sanguíneo promoveu respostas similares na força muscular em comparação ao treinamento convencional^{19,24}. No estudo de Segal et al.¹⁹, no qual o protocolo de treinamento durou quatro semanas, houve evidências a respeito da necessidade do exercício de força com restrição parcial do fluxo sanguíneo a longo prazo. Ferraz et al.²⁴ implementaram um programa de restrição parcial do fluxo sanguíneo combinado ao treinamento de baixa intensidade durante 12 semanas comparando-o ao treinamento convencional de alta intensidade, sendo que nos dois programas de exercício os efeitos foram similares na força muscular. Os autores destacaram que apenas a força muscular isométrica foi mensurada e, apesar da relevância do desfecho, a mensuração da força muscular dinâmica máxima reproduziria de forma mais precisa o movimento fisiológico. Em contrapartida, no estudo de Harper et al.²⁵, os achados indicaram uma eficácia inferior da restrição parcial do fluxo sanguíneo quando comparado a um programa de treinamento de moderada intensidade. No entanto, cabe salientar que o trabalho tratou-se de um estudo piloto, logo os resultados precisam ser interpretados com cautela.

Em pacientes com OA de joelho, o volume muscular do quadríceps femoral é consideravelmente menor em comparação ao membro contralateral saudável e relacionado com a redução da força muscular de extensão do joelho e com o relato de dor ao caminhar⁵. Os achados de uma recente metanálise conduzida por Liao et al.³¹ indicaram efeitos positivos do treinamento de força na espessura muscular e na área de secção transversa de sujeitos com OA de extremidades inferiores. Em contrapartida, nos dois estudos incluídos na presente revisão, a adição da restrição parcial do fluxo sanguíneo a um programa de TR conferiu efeitos similares no volume muscular do quadríceps femoral, quando comparado a um programa de treinamento convencional.

A não ocorrência do aumento no volume do quadríceps femoral pode-se dar, segundo Segal et al.²⁰, pela realização de protocolos de treinamento a curto prazo. Os mesmos autores sugerem que um programa de exercício de força de longo prazo implicaria em melhores resultados no volume muscular. Nesse sentido, o estudo conduzido por Ferraz et al.²⁴, com uma amostra composta somente por mulheres, demonstrou que o TR de baixa intensidade, durante 12 semanas, conferiu aumento similar na área de secção transversa do quadríceps femoral em comparação ao treinamento de alta intensidade. Tais achados são clinicamente relevantes devido ao fato de que a massa muscular da coxa está relacionada com a força muscular e a potência extensora em mulheres com OA de joelho. Portanto, um dos pilares da prescrição do treinamento deve ser aprimorar a massa muscular do quadríceps femoral e não somente a força muscular extensora do joelho³².

Nos últimos 20 anos, houve aumento na prevalência de dor no joelho, assim como de pacientes com OA sintomática³³. Nesse contexto, em uma recente metanálise¹⁶, os achados indicaram evidências de baixa qualidade de que o exercício resistido com restrição parcial do fluxo sanguíneo não melhoraria a dor em comparação com exercícios resistidos em pacientes com dor no joelho. Desse modo, no estudo de Ferraz²⁴, a melhora da dor e rigidez no joelho, após protocolo de restrição parcial do fluxo sanguíneo combinado ao treinamento de baixa intensidade, foi superior ao grupo de alta intensidade de treinamento. É importante mencionar que 25% da amostra incluída no protocolo de alta intensidade desistiu do tratamento relatando dor relacionada ao exercício. Em contrapartida, nenhum evento adverso foi observado no grupo restrição parcial do fluxo sanguíneo, aspecto que aumentaria a aderência em treinamentos de longo prazo. Em três dos estudos incluídos na presente revisão^{19,20,25}, a adição da restrição parcial do fluxo sanguíneo ao TR promoveu efeitos similares a protocolos de exercício resistido convencionais na dor autorreferida no joelho. A relevância clínica desses achados reside no fato de que a restrição parcial do fluxo sanguíneo trata-se de um programa de treinamento alternativo para melhorar a dor e a função em sujeitos com OA de joelho.

De forma geral, a classificação dos estudos incluídos foi considerada “boa”, tendo em vista que a média do escore na escala PEDro foi de 6,5 (Tabela 3). Uma pontuação entre 9 e 10 indica excelente qualidade metodológica, portanto, nenhum dos estudos apresentou esse escore na avaliação. Os critérios contemplados em todos os ensaios clínicos foram a alocação aleatória, a semelhança dos sujeitos no início do estudo, o cegamento dos avaliadores de desfecho, as comparações estatísticas entre grupos e a presença de medidas pontuais e de variabilidade para pelo menos um resultado. Não foi realizado o cegamento dos terapeutas e dos sujeitos de pesquisa nos estudos e tal aspecto pode ser atribuído à natureza das intervenções realizadas. Nesse contexto, cabe salientar que todos os avaliadores de desfecho foram cegados para a atribuição da intervenção conforme preconizado pelo grupo Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT) para ensaios clínicos baseados em protocolo de exercício^{34,35}. Outros critérios não contemplados nos estudos e que reduziram a pontuação no escore total da PEDro foram a alocação secreta dos participantes, estudos que

não abordaram se as medidas de pelo menos um resultado-chave foram obtidas em mais de 85% dos sujeitos incluídos e a análise por intenção de tratar.

Em relação à interpretação dos resultados, há uma limitação na presente revisão sistemática que deve ser mencionada. Os achados deste estudo advêm de apenas quatro ensaios clínicos, embora o tema TR com restrição parcial do fluxo sanguíneo seja um tópico frequentemente pesquisado, o número de estudos que investigam seus efeitos especificamente em indivíduos com OA de joelho ainda é escasso.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adição da restrição parcial do fluxo sanguíneo a um programa de TR promoveu efeitos semelhantes aos programas de treinamento convencionais de baixa a alta intensidade em relação a força muscular dos extensores do joelho, a dor autorreferida e ao volume muscular do quadríceps femoral. Dessa forma, sugere-se que a restrição parcial do fluxo sanguíneo combinada ao TR de baixa intensidade emerge como uma potencial ferramenta de reabilitação clínica, pois através de um menor estresse articular induz efeitos semelhantes ou superiores aos programas convencionais.

REFERÊNCIAS

1. Ojoawo AO, Olaogun MOB, Hassan MA. Comparative effects of proprioceptive and isometric exercises on pain intensity and difficulty in patients with knee osteoarthritis: A randomised control study. *Technol Health Care*. 2016;24(6):853-863. doi: 10.3233/THC-161234
2. Silva NCOV, Cardoso TSG, Andrade EA, Battistella LR, Alfieri FM. Dor, incapacidade e catastrofização em indivíduos com osteoartrite do joelho. *BrJP*. 2020;3(4):322-7. doi: <http://dx.doi.org/10.5935/2595-0118.20200193>
3. Cavalcante MLC, Teixeira PRL, Sousab TCS, Limaa POP, Oliveiraa RR. Índice de fadiga do músculo quadríceps femoral em atletas de futebol após reconstrução do ligamento cruzado anterior. *Rev Bras Ort*. 2016;51(5):535-540. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rbo.2015.12.002>
4. Zhang X, Pan X, Deng L, Fu W. Relationship between Knee Muscle Strength and Fat/Muscle Mass in Elderly Women with Knee Osteoarthritis Based on Dual-Energy X-Ray Absorptiometry. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(2):573. doi: 10.3390/ijerph17020573

5. Tsukada A, Uchida K, Aikawa J, Takano S, Iwase D, Mukai M, et al. Unilateral-dominant reduction in muscle volume in female knee osteoarthritis patients: computed tomography-based analysis of bilateral sides. *Orthop Surg Res.* 2020;15(1):543. doi: 10.1186/s13018-020-02074-x

6. Kemnitz J, Wirth W, Eckstein F, Culvenor AG. The role of thigh muscle and adipose tissue in knee osteoarthritis progression in women: data from the Osteoarthritis Initiative. *Osteoarthritis Cartilage.* 2018;26(9):1190-1195. doi: 10.1016/j.joca.2018.05.020

7. Gökçen N, Başaran S, Benlidayi IC, Özdemir Ç, Seydaoğlu G. Which Predicts Quadriceps Muscle Strength in Knee Osteoarthritis: Biological Markers or Clinical Variables? *Arch Rheumatol.* 2016;32(1):32-38. doi: 10.5606/ArchRheumatol.2017.5919

8. Kolasinski SL, Neogi T, Hochberg MC, Oatis C, Guyatt G, Block J, et al. 2019 American College of Rheumatology/Arthritis Foundation Guideline for the Management of Osteoarthritis of the Hand, Hip, and Knee. *Arthritis Care Res (Hoboken).* 2020;72(2):149-162. doi: 10.1002/acr.24131

9. Turner MN, Hernandez DO, Cade W, Emerson CP, Reynolds JM, Best TM. The Role of Resistance Training Dosing on Pain and Physical Function in Individuals With Knee Osteoarthritis: A Systematic Review. *Sports Health.* 2020;12(2):200-206. doi: 10.1177/1941738119887183

10. Minniti MC, Statkevich AP, Kelly RL, Rigsby VP, Exline MM, et al. The Safety of Blood Flow Restriction Training as a Therapeutic Intervention for Patients With Musculoskeletal Disorders: A Systematic Review. *Am J Sports Med.* 2020;48(7):1773-1785. doi: 10.1177/0363546519882652

11. Scott BR, Loenneke JP, Slattery KM, Dascombe BJ. Exercise with blood flow restriction: an updated evidence-based approach for enhanced muscular development. *Sports Med.* 2015;45(3):313-25. doi: 10.1007/s40279-014-0288-1

12. Patterson SD, Hughes L, Warmington S, Burr J, Scott BR, Owens J. Blood Flow Restriction Exercise: Considerations of Methodology, Application, and Safety. *Front Physiol.* 2019; 10: 533. doi: 10.3389/fphys.2019.00533

-
13. Clarkson MJ, Conway L, Warmington SA. Blood flow restriction walking and physical function in older adults: A randomized control trial. *J Sci Med Sport*. 2017;20(12):1041–6. doi: 10.1016/j.jsams.2017.04.012
14. Hughes L, Rosenblatt B, Haddad F, Gissane C, McCarthy D, Clarke T, et al. Comparing the Effectiveness of Blood Flow Restriction and Traditional Heavy Load Resistance Training in the Post-Surgery Rehabilitation of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Patients: A UK National Health Service Randomised Controlled Trial. *Sport Med*. 2019;49(11):1787–805. doi: 10.1007/s40279-019-01137-2
15. Cardoso RK, Araujo AM, Del Vecchio FB, Bohlke M, Barcellos FC, Oses JP, et al. Intradialytic exercise with blood flow restriction is more effective than conventional exercise in improving walking endurance in hemodialysis patients: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2020;34(1):91–8. doi: 10.1177/0269215519880235
16. Cuyul-Vásquez I, Leiva-Sepúlveda A, Catalán-Medalla O, Araya-Quintanilla F, Gutiérrez-Espinoza H. The addition of blood flow restriction to resistance exercise in individuals with knee pain: a systematic review and meta-analysis. *Braz J Phys Ther*. 2020; 24(6):465-478. doi: 10.1016/j.bjpt.2020.03.001
17. Moseley AM, Herbert RD, Sherrington C, Maher CG. Evidence for physiotherapy practice: a survey of the Physiotherapy Evidence Database (PEDro). *Aust. J Physiother*. 2002; 48(1):43-49. doi: 10.1016/s0004-9514(14)60281-6.
18. Shiwa SR, Costa LOP, Moser ADL, Aguiar IC, Oliveira LVF. PEDro: a base de dados de evidências em fisioterapia. *Fisioter. Mov*. 2011 Set; 24(3):523-533. doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-51502011000300017>
19. Segal N, Davis MD, Mikesky AE. Efficacy of Blood Flow-Restricted Low-Load Resistance Training For Quadriceps Strengthening in Men at Risk of Symptomatic Knee Osteoarthritis. *Geriatr Orthop Surg Rehabil*. 2015;6(3):160-7. doi: 10.1177/2151458515583088
20. Segal NA, Williams GN, Davis M, Wallace RB, Mikesky A. Efficacy of Blood Flow Restricted Low-Load Resistance Training in Women with Risk Factors for Symptomatic Knee Osteoarthritis. *PM R*. 2015;7(4): 376–384. doi:10.1016/j.pmrj.2014.09.014

21. Cerqueira MS, De Brito Vieira WH. Effects of blood flow restriction exercise with very low load and low volume in patients with knee osteoarthritis: Protocol for a randomized trial. *Trials*. 2019;20(1):135. doi: 10.1186/s13063-019-3238-2

22. Ferlito JV, Pecce SAP, Oselame L, De Marchi T. The blood flow restriction training effect in knee osteoarthritis people: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil*. 2020;34(11):1378–90. doi: 10.1177/0269215520943650

23. Cook SB, LaRoche DP, Villa MR, Barile H, Manini TM. Blood flow restricted resistance training in older adults at risk of mobility limitations. *Exp Gerontol*. 2017;99:138–45. doi: 10.1016/j.exger.2017.10.004

24. Ferraz RB, Gualano B, Rodrigues R, Kurimori CO, Fuller R, Lima FR, et al. Benefits of Resistance Training with Blood Flow Restriction in Knee Osteoarthritis. 2018;50(5):897-905. doi: 10.1249/MSS.0000000000001530

25. Harper SA, Roberts LM, Layne AS, Jaeger BC, Gardner AK, Sibille KT, et al. Blood-Flow Restriction Resistance Exercise for Older Adults with Knee Osteoarthritis: A Pilot Randomized Clinical Trial. *J Clin Med*. 2019;8(2):265. doi: 10.3390/jcm8020265

26. Bannuru RR, Osani MC, Vaysbrot EE, Arden NK, Bennell K, Bierma-Zeinstra SMA, et al. OARSI guidelines for the non-surgical management of knee, hip, and polyarticular osteoarthritis. *Osteoarthr Cartil*. 2019;27(11):1578–89. doi:10.1016/j.joca.2019.06.011

27. Jan M-H, Lin J-J, Liao J-J, Lin Y-F, Lin D-H. Investigation of Clinical Effects of High- and Low-Resistance Training for Patients With Knee Osteoarthritis: A Randomized Controlled Trial. *Phys Ther*. 2008;88:427–436. doi: 10.2522/ptj.20060300

28. Bennell KL, Dobson F, Hinman RS. Exercise in osteoarthritis: moving from prescription to adherence. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2014;28:93–117. doi: 10.1016/j.berh.2014.01.009

-
29. Cook SB, LaRoche DP, Villa MR, Barile H, Manini TM. Blood flow restricted resistance training in older adults at risk of mobility limitations. *Exp Gerontol.* 2017;99:138-145. doi: 10.1016/j.exger.2017.10.004.
30. Hughes L, Paton B, Rosenblatt B, Gissane C, Patterson SD. Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: A systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2017;51(13):1003-1011. doi: 10.1136/bjsports-2016-097071.
31. Liao C-D, Chen H-C, Kuo Y-C, Tsao J-Y, Huang S-W, Liou T-H. Effects of Muscle Strength Training on Muscle Mass Gain and Hypertrophy in Older Adults With Osteoarthritis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Arthritis Care Res (Hoboken)* 2020;72(12):1703-1718. doi: 10.1002/acr.24097.
32. Davison MJ, Maly MR, Keir PJ, Hapuhennedige SM, Kron AT, Adachi JD, et al. Lean muscle volume of the thigh has a stronger relationship with muscle power than muscle strength in women with knee osteoarthritis. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2017;41:92-97. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2016.11.005.
33. Nguyen USDT, Zhang Y, Zhu Y, Niu J, Zhang B, Felson DT. Increasing prevalence of knee pain and symptomatic knee osteoarthritis: Survey and cohort data. *Ann Intern Med.* 2011;155(11):725–32. doi: 10.7326/0003-4819-155-11-201112060-00004
34. Boutron I, Moher D, Altman DG, Schulz KF, Ravaud P. Methods and processes of the CONSORT Group: example of an extension for trials assessing nonpharmacologic treatments. *Ann Intern Med.* 2008;148(4):W60-6. doi: 10.7326/0003-4819-148-4-200802190-00008-w1
35. Boutron I, Moher D, Altman DG, Schulz KF, Ravaud P. Extending the CONSORT statement to randomized trials of nonpharmacologic treatment: explanation and elaboration. *Ann Intern Med.* 2008;148(4):295-309. doi: 10.7326/0003-4819-148-4-200802190-00008.