

# A utilização de um único exercício resistido com ou sem restrição do fluxo sanguíneo no tratamento da dor na osteoartrite de joelho: um ensaio clínico randomizado

*The use of a single resistance exercise with or without blood flow restriction in the treatment of pain in knee osteoarthritis: a randomized clinical trial*

Fernando Schorr Grossl<sup>1</sup>, Marzo Edir Da-Sila-Grigoletto<sup>2</sup>, Fátima Ferretti<sup>1</sup>, Sedinei Lopes Copatti<sup>1</sup>, Vanessa da Silva Corralo<sup>1</sup>, Clodoaldo Antônio De-Sá<sup>1</sup>

DOI 10.5935/2595-0118.20230023-pt

## RESUMO

**JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS:** O exercício físico é uma estratégia não farmacológica eficiente para o tratamento da osteoartrite de joelho (OAJ). A restrição do fluxo sanguíneo (RFS) é uma técnica conhecida por potencializar o ganho de força e hipertrofia quando combinada com exercícios de resistência de baixa intensidade. Este estudo teve como objetivo analisar os efeitos de 12 semanas de treinamento de resistência de baixa intensidade com e sem restrição de fluxo sanguíneo (RFS) no controle da dor e melhora da força em pacientes com OAJ.

**MÉTODOS:** Dois grupos de intervenção realizaram exercício resistido de baixa intensidade (extensão da articulação do joelho na cadeira extensora a 30% de uma repetição máxima) com (ER+RFS, n=13) ou sem restrição do fluxo sanguíneo (ER, n=13), duas vezes por semana durante 12 semanas. Foram avaliados pré e pós-teste de uma repetição máxima, força funcional (Chair-test), pico de torque para exercício de extensão de joelho unilateral e dor (Escala Analógica Visual).

**RESULTADOS:** Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos na redução da dor ( $p>0,05$ ). Ambas as intervenções aumentaram a força muscular e a força funcional após 12 semanas de intervenção ( $p<0,05$ ). O pico de torque para extensão da articulação do joelho aumentou apenas no grupo ER+RFS ( $p<0,05$ ). A dor crônica relacionada à OAJ não apresentou diferença estatisticamente significativa na redução da dor ( $p>0,05$ ) em resposta a ambas as intervenções.

**CONCLUSÃO:** Os resultados do presente estudo evidenciaram que a RFS associada ao exercício de resistência de baixa intensidade não produz efeitos adicionais na redução da dor e no ganho de força em pacientes com osteoartrite de joelho, quando comparada apenas ao exercício de resistência.

**Descritores:** Dor crônica, Força muscular, Manejo da dor, Terapia por exercício.

## ABSTRACT

**BACKGROUND AND OBJECTIVES:** Physical exercise is an efficient non-pharmacological strategy for the treatment of knee osteoarthritis (KOA). Blood flow restriction (BFR) is a technique known to enhance strength and hypertrophy gains when combined with low-intensity resistance exercise. This study aimed to analyze the effects of 12 weeks of low-intensity resistance training with and without blood flow restriction (BFR) on pain control and strength improvement in patients with KOA.

**METHODS:** Two intervention groups performed low-intensity resistance exercise (knee joint extension on the leg extension chair at 30% of one repetition maximum) with (LI+BFR, n=13) or without blood flow restriction (LI, n=13), twice a week for 12 weeks. Pre- and post-test of one repetition maximum, functional strength (Chair-test), peak torque for unilateral knee extension exercise and pain (Visual Analogue Scale) were evaluated.

**RESULTS:** No statistically significant differences were observed between treatments in pain reduction ( $p>0.05$ ). Both interventions increased muscle strength and functional strength after 12 weeks of intervention ( $p<0.05$ ). The peak torque for knee joint extension increased only in the LI+BFR group ( $p<0.05$ ). There was no difference in reducing pain in patients with KOA among the groups ( $p<0.05$ ), both in the LI+BFR and the LI group.

**CONCLUSION:** The results of the present study showed that BFR associated with low-intensity resistance exercise does not produce additional effects in terms of pain reduction and strength.

Fernando Schorr Grossl – <https://orcid.org/0000-0001-8629-4262>;  
Clodoaldo Antônio De-Sá – <https://orcid.org/0000-0001-7409-8870>;  
Marzo Edir Da-Sila-Grigoletto – <https://orcid.org/0000-0003-3338-1359>;  
Fátima Ferretti – <https://orcid.org/0000-0002-0326-2984>;  
Sedinei Lopes Copatti – <https://orcid.org/0000-0001-6712-8074>;  
Vanessa da Silva Corralo – <https://orcid.org/0000-0003-4234-4875>.

1. Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Escola de Saúde, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Chapecó, SC, Brasil.
2. Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Educação Física, Aracaju, SE, Brasil.

## DESTAQUES

- Não há diferença na melhora da dor se o exercício for realizado com ou sem restrição do fluxo sanguíneo.
- Um único exercício pode ser usado como uma opção para as fases iniciais da reabilitação.
- O exercício resistido de baixa intensidade com ou sem restrição do fluxo sanguíneo, pode ser aplicado como alternativa em casos de osteoartrose do joelho.

Apresentado em 25 de janeiro de 2023.

Aceito para publicação em 27 de março de 2023.

Conflito de interesses: nenhum – Fontes de fomento: este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Código Financeiro 001.

## Correspondência para:

Clodoaldo Antônio De-Sá

E-mail: clodoaldodesa@gmail.com

gain in patients with knee osteoarthritis, when compared to resistance exercise alone.

**Keywords:** Chronic pain, Exercise therapy, Muscle strength, Pain Management.

## INTRODUÇÃO

A osteoartrite (AO) é uma condição dolorosa que afeta as articulações, levando a uma condição inflamatória que, com o tempo, resulta em rigidez articular, comprometendo o desempenho das atividades da vida diária ou do esporte devido à condição dolorosa em 80% dos pacientes<sup>1</sup>. Em cerca de 25% dos casos, essas limitações estão associadas ao agravamento da qualidade de vida, especialmente em relação à dor e à dimensão psicológica<sup>2</sup>.

Os principais fatores de risco são: idade avançada, lesão anterior no joelho, obesidade, sexo feminino, histórico familiar da doença e demanda ocupacional. Nos Estados Unidos, mais de 22,7 milhões de pessoas têm sintomas de AO, com comprometimento concomitante ao nível de prática de atividade física<sup>3</sup>. No Brasil, segundo a Sociedade Brasileira de Reumatologia<sup>4</sup>, a AO é a doença reumatológica mais comum, especialmente a osteoartrose do joelho (OAJ).

A dor é uma condição que compromete a prática de atividades físicas em pacientes com AO, aumentando a redução da força muscular. Essa condição, de forma cíclica, potencializa a perda de força e a dor<sup>5</sup>. Em casos de OAJ, o tratamento sem fármacos inclui perda de peso e exercícios de baixo impacto como ciclismo, remo, natação, caminhada, treino de fortalecimento e Tai-Chi-Chuan, que têm efeitos positivos na redução da dor e na melhoria da funcionalidade<sup>1</sup>. O treinamento de resistência de moderada a alta intensidade está entre as principais intervenções indicadas para melhorar as condições que podem estar associadas à dor crônica em pacientes com OAJ, tais como fraqueza muscular<sup>6</sup>. Um estudo<sup>7</sup> forneceu evidências de que o fortalecimento dos músculos extensores do joelho desempenha um papel importante, tanto na prevenção como no tratamento da OAJ. Intervenções baseadas em exercícios de resistência com foco no aumento da força muscular estão associadas a importantes melhorias na qualidade de vida, especialmente em grupos populacionais mais vulneráveis, como idosos e pacientes com dor crônica<sup>8,9</sup>. Considerando que o exercício resistido de alta intensidade é mais eficaz para a diminuição da dor e a melhora da força e da funcionalidade em pacientes com OAJ, e que este tipo de exercício (de alta intensidade) nem sempre é bem tolerado, as alternativas de exercício de baixa intensidade devem ser exploradas com vistas a uma maior aderência aos protocolos de intervenção<sup>10</sup>. Portanto, as técnicas de restrição do fluxo sanguíneo (RFS) associadas ao exercício de baixa intensidade têm potencial como uma intervenção não-farmacológica no tratamento da dor em pacientes com OAJ<sup>10</sup>.

Além disso, o interesse na técnica de restrição do fluxo sanguíneo associada ao exercício de baixa intensidade está crescendo, devido a seus efeitos sobre a musculatura serem comparáveis aos do exercício de alta intensidade e ao potencial de gerar menos dor e desconforto durante o exercício em pacientes com OAJ<sup>10,11</sup>.

Portanto, o presente estudo teve como objetivo analisar os efeitos do treinamento de resistência de baixa intensidade com e sem restrição do fluxo sanguíneo para o controle da dor e melhoria da força e da capacidade funcional em pacientes com OAJ.

A hipótese deste estudo foi que a restrição do fluxo sanguíneo associada ao exercício de baixa intensidade (extensão do joelho na cadeira extensora) seria mais eficaz para a redução da intensidade da dor do que o exercício de baixa intensidade sozinho, aumentando a força muscular e a força funcional em pacientes com OAJ.

## MÉTODOS

O presente estudo foi caracterizado como um ensaio clínico aleatório, seguindo o protocolo registrado em ensaiosclínicos.gov.br, e foi executado de acordo com os critérios do *Consolidated Standards of Reporting Trials* (CONSORT)<sup>12</sup>.

### Projeto do estudo

Como mostrado na figura 1, 35 sujeitos com diagnóstico clínico de OAJ, de ambos os sexos, com idade entre 45 e 70 anos, foram recrutados. Vinte e seis homens (n=10) e mulheres (n=16) preencheram os critérios de elegibilidade, foram submetidos ao pré-teste e foram designados aleatoriamente a dois grupos experimentais: exercício resistido de baixa intensidade com restrição do fluxo sanguíneo (ER+RFS: n=13), e exercício resistido de baixa intensidade sem restrição do fluxo sanguíneo (ER: n=13). Todos os sujeitos, independentemente do protocolo, realizaram duas sessões por semana durante 12 semanas e foram reavaliados (pós-teste).

### Participantes

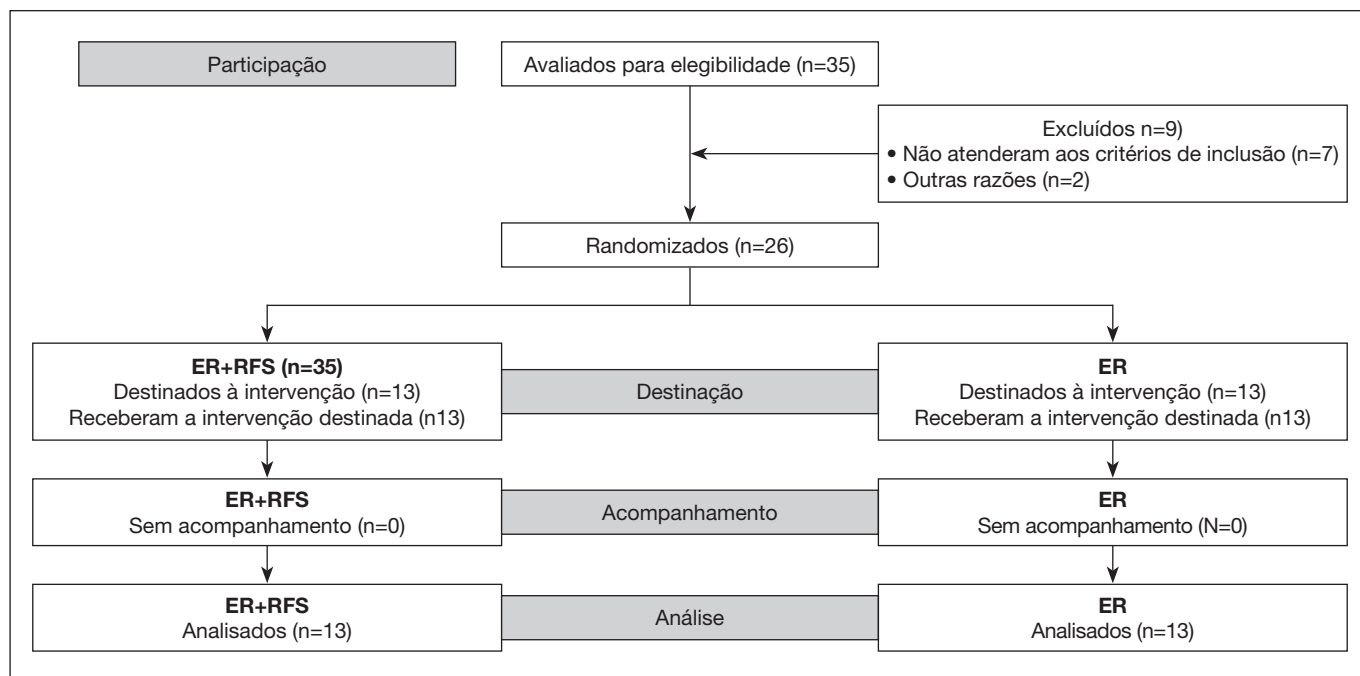
A amostra do presente estudo consistiu de 26 participantes distribuídos nos dois grupos de intervenção. Para calcular o tamanho da amostra, foi utilizada uma calculadora on-line ([http://hedwig.mgh.harvard.edu/sample\\_size/](http://hedwig.mgh.harvard.edu/sample_size/)). O tamanho da amostra foi estimado considerando um poder estatístico de 0,85; um nível de significância de 0,05 (bicaudal), um desvio padrão médio da variável principal de resultado (dor) de duas unidades<sup>13</sup> e uma diferença mínima detectável entre o tratamento de 2,5 unidades. Considerando uma perda amostral de 10%, a amostra do presente estudo consistiu de 26 participantes (ER+RFS = 13 e ER = 13).

### Elegibilidade

Este estudo incluiu homens e mulheres entre 45 e 70 anos de idade, com diagnóstico de OAJ (avaliado por um médico especializado), sem restrições clínicas para a realização de exercícios, recrutados em uma Unidade Básica de Saúde (UBS). Para a classificação da osteoartrite, foram utilizados os critérios estabelecidos pelo *American College of Rheumatology*<sup>14</sup>. Foram excluídos da amostra os pacientes que foram submetidos a um procedimento cirúrgico recente (últimos três meses), que comprometeram sua participação no estudo, com um diagnóstico de problemas vasculares, e aqueles que tinham limitações funcionais para realizar o exercício proposto nos protocolos de intervenção.

### Randomização

Todo o processo de randomização foi projetado e realizado por um técnico administrativo que não fazia parte da equipe de pesquisa. Os participantes foram designados aleatoriamente para um dos dois grupos de intervenção, com envelopes lacrados opacos contendo a descrição das intervenções.



**Figura 1.** Projeto do estudo.

ER+RFS = exercício resistido de baixa intensidade com restrição do fluxo sanguíneo; ER = exercício resistido de baixa intensidade.

## Intervenções

### *Exercício resistido de baixa intensidade com restrição do fluxo sanguíneo (ER+RFS)*

O protocolo consistiu na realização de duas sessões semanais de exercício bilateral de extensão da articulação do joelho na cadeira de extensão (TRG Fitness™, Blumenau-SC, Brasil), durante 12 semanas. Nas duas primeiras sessões, foi realizado um conjunto de 15 repetições, seguido por dois conjuntos de 15 repetições nas duas sessões seguintes e três conjuntos de 15 repetições até o final das 12 semanas de intervenção. Todos os participantes executaram o número de conjuntos e repetições prescritas nos protocolos de intervenção. A progressão do número de conjuntos e repetições foi escolhida com base na prática clínica para minimizar a dor durante a fase de adaptação ao exercício físico e motivar a adesão ao protocolo de intervenção. A carga utilizada foi equivalente a 30% de uma repetição máxima (1-RM), avaliada no pré-teste e no início da 3ª, 5ª, 8ª, e 10ª semanas de intervenção.

A velocidade de execução do exercício foi de três segundos para cada repetição (1,5 segundos para a fase concêntrica e 1,5 segundos para a fase excêntrica) monitorada por um metrônomo digital (Sanny Personal Counter™, São Bernardo do Campo-SP, Brasil) e o intervalo de recuperação entre os conjuntos, em todas as fases do protocolo de intervenção, foi de um minuto. Para restringir o fluxo sanguíneo, torniquetes pneumáticos 7,5 x 90 cm (Clinic Leg WCS, Tecnologia/Cardiomed™, Curitiba-PR, Brasil) foram fixados na porção proximal de ambas as coxas a uma altura equivalente à linha glútea. A pressão utilizada nos torniquetes correspondia a 70% da pressão de oclusão da artéria tibial posterior medida pelo Doppler Vascular Portátil (MEDPEJ™ DV-2001, Ribeirão Preto-SP, Brasil) com o sujeito na posição em pé.

A Escala Analógica Visual (EAV) foi utilizada para o monitoramento da dor, antes, durante e imediatamente após cada sessão de treinamento.

### *Exercício resistido de baixa intensidade (ER)*

Foi utilizado o mesmo exercício de força que o indicado no protocolo de baixa intensidade, mas sem o uso de torniquetes pneumáticos.

## Medidas de desfechos

### *Desfechos primários*

A avaliação da dinâmica máxima da força muscular no exercício de extensão do joelho (TRG Fitness™, Blumenau, Santa Catarina, Brasil) seguiu as recomendações da *American Society of Exercise Physiologists*<sup>14</sup>. O exercício consistiu na extensão total da articulação do joelho (180°), a partir da posição inicial (90°), com subsequente retorno à posição inicial. Para avaliar a intensidade da dor, a EAV, conforme proposta por um estudo<sup>15</sup>, foi utilizada no pré e pós-teste e imediatamente após cada sessão de treinamento. O instrumento consistia em uma escala com uma pontuação variando de zero (sem dor) a 10 (pior dor possível).

### *Desfechos secundários*

A avaliação do pico de torque médio para a extensão unilateral da articulação do joelho<sup>16,17</sup> foi realizada utilizando um dinamômetro isocinético (Biodex System 4 Pro™, Biodex Medical Systems INC., Shirley, NY, EUA). A resistência do quadríceps de ambas as pernas foi avaliada, embora para o presente estudo tenha sido considerado apenas o pico de torque do membro com AO. Em resumo, um minuto após o final do aquecimento (cicloergômetro durante cinco minutos), os participantes realizaram seis extensões concêntricas máximas em cada membro

a uma velocidade de 60°/s. O torque de pico é definido como a maior força de saída exercida a qualquer momento durante uma repetição. Para avaliar a força funcional dos membros inferiores, foi utilizado o teste da cadeira, que consiste em levantar de uma cadeira sem apoio de braço, realizar uma extensão completa das articulações do joelho e quadril, manter o tronco ereto e retornar à posição inicial, tantas vezes quanto possível, dentro de 30 segundos<sup>18</sup>.

### Coleta de dados e cegamento

Todos os participantes selecionados para o estudo compareceram à clínica de fisioterapia uma semana antes do início da coleta de dados, para se familiarizarem com os procedimentos de coleta de dados que foram utilizados no pré e pós-teste. Na semana seguinte, em dias e horários previamente estabelecidos, cada sujeito compareceu à clínica para avaliar parâmetros antropométricos (massa corporal e altura) e avaliar a força funcional e a força dinâmica máxima. A avaliação isocinética foi realizada como previamente agendado na clínica de fisioterapia. Na semana seguinte ao pré-teste, foram iniciadas 12 semanas de intervenção, seguidas de avaliações pós-teste.

Os protocolos de intervenção foram realizados em momentos diferentes, de modo que sujeitos de grupos diferentes não utilizaram o local de intervenção ao mesmo tempo. Para minimizar o risco de enviesamento, foram tomadas medidas adicionais. Todos os procedimentos de coleta de dados foram realizados por profissionais que estavam cegos para os tratamentos.

### Procedimentos éticos

Todos os procedimentos, objetivos, riscos e benefícios do estudo foram explicados aos voluntários, que assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), consentindo em sua participação na pesquisa. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos 3.061.166) e registrado no Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos (ReBEC).

### Análise estatística

Os testes de Shapiro-wilk, Levene e Mauchly foram usados para analisar as características de distribuição e dados (normalidade, homocedasticidade e esfericidade, respectivamente). Foram feitos ajustes logarítmicos e correção de Greenhouse-Geisser quando a distribuição não atendeu às suposições de normalidade na distribuição dos dados. Uma análise de variância bidirecional (ANOVA 2x2) foi utilizada para comparações entre tempo (pré e pós-intervenção) e entre grupos (ER+RFS e ER) e para a avaliação da interação “tempo x grupo”, seguida pelo teste de comparação múltipla de Bonferroni. Para todas as análises, foi utilizado o *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS™) versão 24.0, e o nível de significância adotado para todas as análises foi de 5%.

Os tamanhos dos efeitos foram calculados para as variáveis de resultado, como sugerido por um autor<sup>19</sup>. Os tamanhos de efeito foram classificados como muito pequenos (< 0,19), pequenos (0,20 a 0,49), médios (0,50 a 0,79), grandes (0,80 a 1,19), muito grandes (1,20 - 1,99) e enormes (> 2,0)<sup>20</sup>. O cálculo dos intervalos de confiança para os tamanhos de efeito foi realizado conforme proposto por um estudo<sup>21</sup>.

## RESULTADOS

A figura 1 mostra o diagrama de fluxo do estudo. De 35 indivíduos convidados a participar da pesquisa, sete não preenchiam os critérios de inclusão e dois tinham outro motivo para a exclusão. Dos 26 indivíduos restantes, 26 foram randomizados para o programa de exercícios com e sem grupos de restrição de fluxo sanguíneo. A análise final incluiu todos os indivíduos aleatorizados (13 no exercício resistido de baixa intensidade com restrição do fluxo sanguíneo ER+RFS e 13 no exercício resistido de baixa intensidade ER).

A tabela 1 mostra as características sociodemográficas e clínicas dos participantes (pré-teste).

**Tabela 1.** Caracterização dos participantes do estudo.

Variáveis	ER+RFS		ER		Valor de p
	Média	DP	Média	DP	
Idade (anos)	65,54	± 8,15	63,31	± 8,91	0,512 <sup>a</sup>
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	30,70	± 4,48	30,69	± 5,37	0,889 <sup>a</sup>
Força 1-RM (kgf)	28,85	± 15,43	22,69	± 16,02	0,223 <sup>b</sup>
Força relativa (kgf/kg)	0,37	± 0,17	0,30	± 0,23	0,139 <sup>b</sup>
Dor (EAV)	6,08	± 1,66	6,08	± 1,66	0,997 <sup>a</sup>

ER+RFS = exercício resistido de baixa intensidade com restrição do fluxo sanguíneo; ER = exercício resistido de baixa intensidade; DP = desvio padrão; EAV = Escala Analógica Visual

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos (ER+RFS e ER) para as variáveis idade; IMC = índice de massa corporal; força para 1-RM, força relativa e dor ( $p \geq 0,05$ ).

A análise dos dados relacionados aos efeitos das intervenções sobre a dor crônica é apresentada na tabela 2. Não houve diferenças estatisticamente significativas ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos de redução da dor. Em ambos os protocolos, o tamanho do efeito foi avaliado como grande (ER+RFS: TE = -2,44; ER: TE = -2,04). A análise dos dados sobre dor mostrou que ambos os protocolos (ER+RFS e ER) reduziram significativamente a dor entre o pré-teste e o pós-teste ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 2.** Efeitos do exercício resistido de baixa intensidade com restrição do fluxo sanguíneo (ER+RFS) e do exercício resistido de baixa intensidade (ER) sobre a dor em pacientes com osteoartrite no joelho.

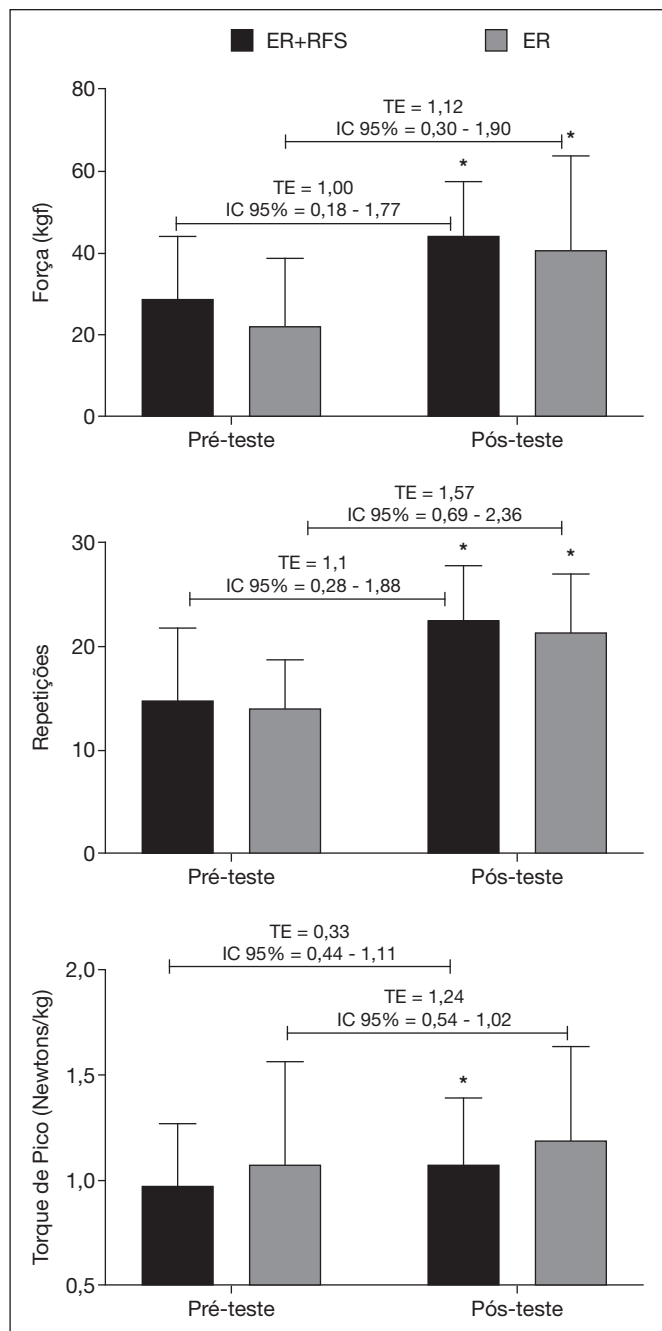
	Pré-teste Média (± DP)	Pós-teste Média (± DP)	TE	IC-TE 95%	
ER+RFS	6,08 <sup>a</sup> (1,89)	1,47 <sup>b</sup> (1,71)	-2,44	-3,45	-1,23
ER	6,08 <sup>a</sup> (1,66)	2,69 <sup>b</sup> (1,70)	-2,04	-2,99	-0,92

DP = Desvio padrão; IC-TE 95% = Intervalo de confiança para o tamanho do efeito; DP = desvio padrão. Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre pré e pós-teste ou entre grupos ( $p < 0,05$ ).

Os dados relativos à resistência para 1-RM, resistência funcional (teste da cadeira) e torque de pico são mostrados na figura 2. Nenhuma diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos foi encontrada para as variáveis resistência para 1-RM e resistência funcional. Tanto a resistência para 1-RM quanto a resistência funcional aumentaram significativamente ( $p < 0,05$ ), do pré-teste para o pós-teste, em ambos os protocolos de inter-

venção (ER+RFS e ER). O pico de torque, expresso como uma função da massa corporal, mostrou um aumento significativo do pré-teste para o pós-teste somente no grupo ER+RFS ( $p < 0,05$ ). Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ( $p \geq 0,05$ ), tanto no pré como no pós-teste, para as variáveis resistência para 1-RM, resistência funcional e pico de torque (Figura 2).

Os tamanhos dos efeitos relacionados às intervenções (Figura 2) foram avaliados como grandes e muito grandes para a resistência funcional (ER+RFS: TE = 1,10; ER: TE = 1,57, respectivamente), grandes para a resistência a 1-RM (ER+RFS: TE = 1,00; ER: TE = 1,12), e pequenos para o pico de torque (ER+RFS = 0,33; ER: TE = 0,24). Deve-se notar que a magnitude do efeito das intervenções foi bastante semelhante em ambos os tratamentos, quanto às variáveis de força para 1-RM, força funcional (teste da cadeira) e pico de torque.



**Figura 2.** Efeitos de 12 semanas de exercício de força (extensão da articulação do joelho na cadeira extensora) sobre a força dinâmica máxima (1-RM) e a força funcional (chair-test) em pacientes com osteoartrite do joelho (OA).

LI+BFR: Exercício resistido de baixa intensidade com restrição de fluxo sanguíneo; LI: Exercício resistido de baixa intensidade; ES: Tamanho do efeito intragrupo. \*Diferença estatisticamente significativa do pré-teste ( $p < 0,001$ ).

## DISCUSSÃO

A principal descoberta deste estudo foi o fato de que a restrição do fluxo sanguíneo acrescentada ao exercício resistido não produz efeitos adicionais no ganho de força e na redução da dor em pacientes com OAJ. As magnitudes dos efeitos dos resultados analisados foram semelhantes em todas as intervenções. Embora não tenham sido demonstradas diferenças entre as intervenções quanto aos resultados analisados, ambos os protocolos analisados aumentaram a força muscular para 1-RM, a força funcional e reduziram a dor em pacientes com OAJ.

Na OAJ, a força muscular é geralmente reduzida e acompanhada de dor. Por essa razão, a Escola Americana de Reumatologia (*American College of Rheumatology*) recomenda o fortalecimento muscular como a primeira estratégia terapêutica para o tratamento dessa condição<sup>14</sup>. O fortalecimento do quadríceps femoral é comumente indicado no tratamento da OAJ, considerando que essa condição tem um efeito condroprotetor estático e dinâmico sobre a articulação do joelho.

No presente estudo, ambas as intervenções foram eficazes para melhorar a força e reduzir a dor em pacientes com OAJ. O exercício de baixa intensidade pode ter sido um fator que contribuiu para a alta adesão dos participantes, com uma consequente melhora nos resultados avaliados<sup>22</sup>. Outro aspecto que pode ser considerado para explicar os resultados deste estudo foi sugerido por um estudo<sup>23</sup>, que relatou que os efeitos das intervenções contra a OAJ podem estar principalmente relacionados ao efeito placebo, à história natural da doença e à longa duração da intervenção, que podem aumentar a resposta-placebo a descobertas subjetivas como a dor.

Até certo ponto, os dados do presente estudo sobre os efeitos potenciais do exercício físico de baixa intensidade, com ou sem restrição do fluxo sanguíneo, na redução da dor podem estar associados ao aumento da força e à hipertrofia muscular, conforme proposto por um estudo<sup>24</sup>, que também observou que as condições isquêmicas potencializam a rede de sinalização que aumenta a expressão gênica de substâncias envolvidas na preservação do sistema nervoso e na apoptose neuronal em pacientes com lesões ortopédicas.

Embora um estudo<sup>24</sup> tenha mostrado que o exercício com restrição do fluxo sanguíneo potencializa ganhos de força e massa muscular, e o mesmo estudo<sup>24</sup> tenha defendido fortemente a inclusão do RFS para ganhar força e massa muscular nos estágios iniciais da reabilitação, quando exercícios de alta intensidade não seriam tolerados pelos pacientes, e outro estudo<sup>5</sup> tenha demonstrado que exercícios de alta intensidade não reduzem mais a dor no joelho e as forças de compressão articular do que exercícios de baixa intensidade, no presente estudo o RFS não foi eficiente para promover aumentos adicionais de força dinâmica ou força funcional, razão pela qual

melhora da dor foi semelhante em ambos os protocolos experimentais utilizados.

Outros estudos sobre pacientes com OAJ também demonstraram que o exercício com RFS foi eficaz para promover ganho de força e melhora da dor<sup>7,8,11,14</sup>. Entretanto, nesses estudos, os autores utilizaram diferentes protocolos como a contração isométrica do abdômen, abdução de quadril, treinamento sensorimotor e extensão do joelho na cadeira de extensão associada ao exercício de pressão na perna. Nenhum dos protocolos estudados na literatura mostrou características similares ao presente estudo. Um estudo<sup>11</sup> foi o mais próximo metodologicamente do presente estudo, entretanto o protocolo utilizado no referido estudo incluiu dois exercícios (exercício bilateral de prensa de perna e exercício de extensão de joelho) e foi realizado em um ambiente hospitalar.

Ao contrário do estudo<sup>11,26</sup> que não encontrou nenhum aumento na força muscular associado ao exercício de baixa intensidade, apesar de realizar um protocolo com dois exercícios durante 12 semanas, o presente estudo demonstrou que apenas um exercício de extensão do joelho era o suficiente para aumentar a força muscular em resposta ao mesmo período de treinamento. Embora os resultados deste estudo sejam encorajadores, eles precisam ser interpretados com cuidado. Para o paciente com OAJ, mais importante do que o aumento da massa muscular é o aumento da força, especialmente na fase inicial da intervenção, e diferentes componentes musculares da sarcopenia e diferentes intervenções terapêuticas para aumentar a força muscular têm impactos importantes na redução da dor e na melhoria do desempenho nas atividades da vida diária, com consequente melhora da qualidade de vida<sup>27</sup>.

A dor associada à disfunção física é um dos principais fatores que comprometem as atividades diárias das pessoas com OAJ<sup>7,27-30</sup>. Uma revisão sistemática com meta-análise<sup>31</sup> mostrou que o fortalecimento do quadríceps melhora a dor em pacientes com OAJ, embora não haja consenso sobre o protocolo mais apropriado a ser usado, especialmente em relação às dosagens de exercício<sup>30,31</sup>. Os resultados deste estudo apontam para a importância do fortalecimento muscular, especialmente do quadríceps, no tratamento da dor em pacientes com OAJ. Apesar de ser um estudo com limitações, os resultados deste estudo representam uma perspectiva positiva para análises futuras sobre esse protocolo para indivíduos com osteoartrite do joelho.

Nesta pesquisa, o ganho de força, independentemente do tipo de intervenção, ocorreu concomitantemente com a melhoria da função muscular e com a redução da dor. Assim, esta pesquisa levantou a hipótese de que tais fatores associados também podem resultar em um aumento da autoconfiança para realizar atividades da vida diária (não avaliado), aliviando o medo e a expectativa de dor<sup>27,32,33</sup>. Deve-se notar que a principal vantagem atribuída à restrição do fluxo sanguíneo (RFS) é ser uma intervenção clínica eficaz voltada para aumentar a força em indivíduos saudáveis. Entretanto, seus efeitos na dor e na função em indivíduos com dor no joelho são desconhecidos<sup>34</sup>. Neste estudo, a restrição do fluxo sanguíneo não produziu efeitos adicionais, em relação aos parâmetros utilizados, quando comparada ao exercício sem restrição do fluxo sanguíneo. As descobertas deste estudo mostraram que na fase inicial de uma intervenção (primeiras 12 semanas), um único exercício resistido de baixa intensidade, duas vezes por semana, é o suficiente para reduzir significativamente a dor em um paciente

com OAJ, e que a restrição do fluxo sanguíneo não era uma condição que potencializava esse efeito.

As melhorias de pico de torque no exercício de extensão isocinética do joelho (ER+RFS) foram consistentes com outros estudos nos quais o ganho de força foi semelhante entre protocolos de exercício de baixa intensidade com RFS<sup>11,26,34,35</sup>, reforçando a hipótese de que a melhora da dor pode ser atribuída ao ganho de força. Os dados deste estudo corroboram as descobertas de uma pesquisa<sup>7</sup>, que também mostraram melhorias, em relação ao pré-teste, no pico de torque para o grupo ER+RFS. Também deve ser observado que os aumentos na força funcional estão associados a um melhor desempenho nas atividades da vida diária, e esse fator pode ter contribuído indiretamente para reduzir a dor causada por OAJ<sup>27</sup>.

Com relação à frequência nas sessões<sup>36</sup>, foi demonstrado que uma alta frequência de treinamento de baixa intensidade, associada ao RFS, durante um período de três semanas pode produzir aumentos significativos na área da seção transversal de todos os músculos quadríceps sem inchaço muscular induzido por edema. Um estudo sugeriu que a baixa intensidade, curta duração e alta frequência de RFS pode ser uma melhor abordagem de treinamento do que a alta intensidade, para alcançar hipertrofia sem influência perceptível de edema muscular<sup>36</sup>. Essa hipótese corrobora os resultados do presente estudo, que a curto prazo registraram uma melhora significativa na dor somente com exercício de baixa intensidade, independentemente da restrição do fluxo sanguíneo.

Uma limitação do presente estudo foi o pequeno tamanho das amostras. Uma segunda limitação foi a ausência de um exercício resistido de alta intensidade e de um grupo de exercício de controle, bem como faltou incluir uma avaliação dos biomarcadores que permitem identificar os mecanismos envolvidos em resposta ao exercício com RFS. Entretanto, até o momento, poucos estudos demonstraram novas alternativas para os pacientes com OAJ<sup>7,24,27</sup>. Neste sentido, os protocolos analisados neste estudo são uma possível alternativa eficaz para aumentar a força dinâmica máxima, a força funcional e reduzir a dor, especialmente por utilizar um único exercício, fácil de aplicar e executar, o que facilita a aderência ao tratamento. Claramente, são necessários mais estudos para examinar se os resultados atuais são representativos da população geral com OAJ.

## CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo demonstraram que a restrição do fluxo sanguíneo associada ao exercício resistido de baixa intensidade não produz efeitos adicionais no ganho de força muscular e redução da dor em pacientes com osteoartrite de joelho, em comparação com o exercício de força sozinho. Nesse sentido, a hipótese do estudo foi rejeitada.

## CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

### Fernando Schorr Grossi

Análise Estatística, Gerenciamento do Projeto, Investigação, Metodologia, Redação - Preparação do Original, Redação - Revisão e Edição, Validação

**Clodoaldo Antônio De-Sá**

Análise Estatística, Metodologia, Redação - Revisão e Edição, Supervisão, Validação

**Marzo Edir Da-Sila-Grigoletto**

Análise estatística, Metodologia, Validação, Visualização

**Fátima Ferretti**

Redação - Revisão e Edição, Supervisão, Validação

**Sedinei Lopes Copatti**

Análise estatística, Gerenciamento do Projeto, Redação - Preparação do Original

**Vanessa da Silva Corralo**

Metodologia, Redação - Revisão e Edição, Supervisão, Visualização

**REFERÊNCIAS**

1. Incze MA. I have arthritis of the knees: what should i do? *JAMA Intern Med.* 2019;179(5):736.
2. Fransen M, McConnell S, Harmer AR, Van der Esch M, Simic M, Bennell KL. Exercise for osteoarthritis of the knee: a Cochrane systematic review. *Br J Sports Med.* 2015;49(24):1554-7.
3. Mandl LA. Osteoarthritis year in review 2018: clinical. *Osteoarthritis Cartilage.* 2019;27(3):359-64.
4. Brazilian Society of Rheumatology. Osteoartrite (Artrose). 2011; Available at: <https://www.reumatologia.org.br/doencas/principais-doencas/osteoartrite-artrose/> Accessed september 9, 2021.
5. Jorge RT, Souza MC, Jones A, Lombardi Júnio I, Jennings F, Natour J. Progressive resistance training in chronic musculoskeletal disorders. *Braz J Reumatol.* 2009;49(6):726-34.
6. Takagi S, Omori G, Koga H, Endo K, Koga Y, Nawata A, Endo N. Quadriceps muscle weakness is related to increased risk of radiographic knee OA but not its progression in both women and men: the Matsuda Knee Osteoarthritis Survey. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018;26(9):2607-14.
7. Harper SA, Roberts LM, Layne AS, Jaeger BC, Gardner AK, Sibille KT, Wu SS, Vincent KR, Fillingim RB, Manini TM, Buford TW. Blood-flow restriction resistance exercise for older adults with knee osteoarthritis: a pilot randomized clinical trial. *J Clin Med.* 2019;8(2):265.
8. Fusco O, Ferrini A, Santoro M, Lo Monaco MR, Gambassi G, Cesari M. Physical function and perceived quality of life in older persons. *Aging Clin Exp Res.* 2012;24(1):68-73.
9. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, Nieman DC, Swain DP; American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(7):1334-59.
10. Pitsillides A, Stasinopoulos D, Mamais I. Blood flow restriction training in patients with knee osteoarthritis: systematic review of randomized controlled trials. *J Bodyw Mov Ther.* 2021;27:477-86.
11. Ferraz RB, Gualano B, Rodrigues R, Kurimori CO, Fuller R, Lima FR, DE Sá-Pinto AL, Roschel H. Benefits of resistance training with blood flow restriction in knee osteoarthritis. *Med Sci Sports Exerc.* 2018;50(5):897-905.
12. Schulz KF, Altman DG, Moher D, CONSORT Group. CONSORT 2010 statement: updated guidelines for reporting parallel group randomized trials. *BMC Med.* 2010;8:18. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-8-18>.
13. Aguiar GC, Do Nascimento MR, De Miranda AS, Rocha NP, Teixeira AL, Scalzo PL. Effects of an exercise therapy protocol on inflammatory markers, perception of pain, and physical performance in individuals with knee osteoarthritis. *Rheumatol Int.* 2015;35(3):525-31.
14. Hochberg MC, Altman RD, April KT, Benkhalti M, Guyatt G, McGowan J, Towheed T, Welch V, Wells G, Tugwell P. American College of Rheumatology 2012 recommendations for the use of nonpharmacologic and pharmacologic therapies in osteoarthritis of the hand, hip, and knee. *Arthritis Care Res (Hoboken).* 2012;64(4):465-74.
15. Martinez JE, Grassi DC, Marques LG. Analysis of the applicability of different pain questionnaires in three hospital settings: outpatient clinic, ward and emergency unit. *Rev Bras Reumatol.* 2011;51(4):299-308.
16. Martins W, Oliveira R, Silva M, et al. Assessment of knee extension strength in older adults: reliability of an isokinetic testing protocol. *Rev Bras Ativ Física Saúde.* 2015;20(4):435-435.
17. Siqueira CM, Pelegrini FRMM, Fontana MF, Greve JMD. Isokinetic dynamometry of knee flexors and extensors: comparative study among non-athletes, jumper athletes and runner athletes. *Rev Hosp Clin Fac Med São Paulo.* 2002;57(1):19-24.
18. Rikli RE, Jones C J. Senior fitness test manual. Champaign, IL: Human kinetics Publishers; 2013.
19. Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences.* 2nd ed. Taylor and Francis; 2013. Available at: <https://www.perlego.com/book/1616435/statistical-power-analysis-for-the-behavioral-sciences-pdf>.
20. Sawilowsky SS. New effect size rules of thumb. *J Mod Appl Stat Methods.* 2009;8(2):26.
21. Berben L, Sereika SM, Engberg S. Effect size estimation: methods and examples. *Int J Nurs Stud.* 2012;49(8):1039-47.
22. Loenneke J, Fahs CA, Rossow LM, Abe T, Bembem MG. The anabolic benefits of venous blood flow restriction training may be induced by muscle cell swelling. *Med Hypotheses.* 2012;78(1):151-4.
23. Messier SP, Mihalko SL, Beavers DP. Effect of high-intensity strength training on knee pain and knee joint compressive forces among adults with knee osteoarthritis: the start randomized clinical trial. *JAMA.* 2021;325(7):646-57.
24. Lorenz DS, Bailey L, Wilk KE, Mangine RE, Head P, Grindstaff TL, Morrison S. Blood flow restriction training. *J Athl Train.* 2021;56(9):937-44.
25. Lixandráo ME, Ugrinowitsch C, Laurentino G. Effects of exercise intensity and occlusion pressure after 12 weeks of resistance training with blood-flow restriction. *Eur J Appl Physiol.* 2015;115(12):2471-80.
26. Bryk FF, Dos Reis AC, Fingerhut D. Exercises with partial vascular occlusion in patients with knee osteoarthritis: a randomized clinical trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016;24(5):1580-6.
27. Trombetti A, Reid KF, Hars M, Herrmann FR, Pasha E, Phillips EM, Fielding RA. Age-associated declines in muscle mass, strength, power, and physical performance: impact on fear of falling and quality of life. *Osteoporos Int.* 2016;27(2):463-71.
28. Lixandráo ME, Ugrinowitsch C, Berton R. 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 Med.* 2018;48(2):361-78.
29. Hughes L, Patterson SD. The effect of blood flow restriction exercise on exercise-induced hypoalgesia and endogenous opioid and endo-cannabinoid mechanisms of pain modulation. *J App Physiol.* 2020;128(4):914-24.
30. Creamer P, Lethbridge-Cejku M, Hochberg MC. Factors associated with functional impairment in symptomatic knee osteoarthritis. *Rheumatology.* 2000;39(5):490-6.
31. Rocha TC, Ramos PDS, Dias AG, Martins EA. The effects of physical exercise on pain management in patients with knee osteoarthritis: a systematic review with meta-analysis. *Rev Bras Ortop.* 2020;55(5):509-17.
32. Dor A, Kalichman L. A myofascial component of pain in knee osteoarthritis. *J Bodyw Mov Ther.* 2017;21(3):642-7.
33. Bushnell MC, Čeko M, Low LA. Cognitive and emotional control of pain and its disruption in chronic pain. *Nat Rev Neurosci.* 2013;14(7):502-11.
34. 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):465-78.
35. Behringer M, Heinke L, Leyendecker J, Mester J. Effects of blood flow restriction during moderate-intensity eccentric knee extensions. *J Physiol Sci.* 2018;68(5):589-99.
36. Shiromaru FF, De Salles Painelli V, Silva-Batista C. Differential muscle hypertrophy and edema responses between high-load and low-load exercise with blood flow restriction. *Scand J Med Sci Sports.* 2019;29(11):1713-26.

