

# UNIDADE DE ENSINO SUPERIOR DE FEIRA DE SANTANA

# PAULO SILAS DE JESUS SANTOS

# RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO SOBRE A FORÇA MUSCULAR E A DOR EM PACIENTES COM LESÃO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR: REVISÃO SISTEMÁTICA

# PAULO SILAS DE JESUS SANTOS

# RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO SOBRE A FORÇA MUSCULAR E A DOR EM PACIENTES COM LESÃO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR: REVISÃO SISTEMÁTICA

Trabalho de Trabalho de Conclusão de Curso da Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana, como requisito para obtenção do título de bacharel em Fisioterapia.

Orientador: Prof. Dr. André Luiz Lisboa Cordeiro

Feira de Santana

# S237r Santos, Paulo Silas de Jesus

Restrição de fluxo sanguíneo sobre a força muscular e a dor em pacientes com lesão do ligamento cruzado anterior: revisão sistemática./ Paulo Silas de Jesus Santos. Edição do autor. – Feira de Santana, 2022.

26f; il.

Orientador: Prof.º Dr. André Luiz Lisboa Cordeiro.

TCC (graduação) Bacharelado em Fisioterapia – Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana – UNEF - 2022. Data da defesa: 15/03/2022

1. Treinamento de resistência 2. Ligamento cruzado anterior 3. Força muscular. 4. Dor. I. Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana – UNEF. II. Título.

CDU: 612.73

Ficha Catalográfica Elaborada por: Deivisson Lopes Pimentel Bibliotecário CRB 5/1562



# PAULO SILAS DE JESUS SANTOS

# RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO SOBRE A FORÇA MUSCULAR E A DOR EM PACIENTES COM LESÃO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR: REVISÃO SISTEMÁTICA

Feira de Santana, 2022

Banca examinadora:



Prof. Dr. André Luiz Lisboa Cordeiro
Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana
Orientador



Prof. Msc. Dijalma Campos
Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana
Examinador

Hayssa de Carria Mascarenhas Barbosa

Prof. Msc. Hayssa Mascarenhas
Unidade de Ensino Superior de Feira Santana
Examinador

# LISTA DE SIGLAS

**DECS** Descritores em ciências da saúde

LCA Ligamento cruzado anterior

LILACS Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde

**KOOS** Pontuação de resultado de lesão no joelho e osteoartrite

PICO População, intervenção, controle e resultado

**PRISMA** Relatório Preferenciais para Revisões Sistemáticas e Meta-análises

**RFS** Restrição de Fluxo Sanguíneo

RM Repetição Máxima

**TR-CP** Treino de Resistência com Cargas Pesadas

**TR-RFS** Treino de Resistência com Restrição de Fluxo Sanguíneo

# LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma para obtenção de ensaios clínicos randomizados com base na restrição
de fluxo sanguíneo sobre a força muscular e a dor em pacientes com lesão do ligamento cruzado
anterior

# LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Avaliação metodológica dos estudos incluídos nesta revisão, utilizando a escala de
anco de dados PEDro15
Quadro 2 - Dados gerais dos ensaios clínicos randomizados incluídos sobre a restrição de fluxo
anguíneo sobre a força muscular e a dor na reabilitação de lesão do ligamento cruzado anterior

# **SUMÁRIO**

INTRODUÇÃO	10
MÉTODOS	11
RESULTADOS	13
DISCUSSÃO	22
CONCLUSÃO	24
REFERÊNCIAS	24

# RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO SOBRE A FORÇA MUSCULAR E A DOR EM PACIENTES COM LESÃO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR: REVISÃO SISTEMÁTICA

Paulo Silas de Jesus Santos<sup>1</sup>; André Luiz Lisboa Cordeiro<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana, Feira de Santana, Bahia, Brasil.

# **RESUMO**

Introdução: A lesão do ligamento cruzado anterior (LCA) é uma das mais comuns da articulação do joelho e após a reconstrução do ligamento, os pacientes apresentam déficits de força muscular, causado pela dor gerada após a cirurgia, sendo a recuperação da força um dos principais objetivos da reabilitação. A restrição de fluxo sanguíneo (RFS) tem sido relatada como uma estratégia eficaz de fortalecimento e redução da dor. Objetivo: Revisar o efeito da restrição de fluxo sanguíneo sobre a força muscular e a dor em pacientes na reabilitação de lesão do ligamento cruzado anterior. Métodos: Trata-se de uma revisão sistemática utilizando a estratégia PICO, com busca realizada nas bases de dados PubMed, Central, PEDro e LILACS, com os descritores: ligamento cruzado anterior, lesão do ligamento cruzado anterior, LCA, restrição de fluxo sanguíneo, oclusão vascular, treinamento de oclusão, treinamento kaatsu, oclusão do fluxo sanguíneo, treinamento com restrição de fluxo sanguíneo, força muscular, força, função muscular, dor, dor muscular, dor no joelho e desconforto, adicionados pelos operadores booleanos "AND" e "OR". Resultados: Foram encontrados seis artigos após leitura de título e resumo, sendo cinco selecionados pelos critérios de inclusão que mostraram que o treinamento com RFS pode ser uma abordagem eficaz para o fortalecimento de pacientes com lesão do LCA, principalmente no período inicial da reabilitação e quando realizada com treinamento de resistência com cargas baixas, reduzindo também dor na articulação do joelho. Conclusão: A RFS foi eficaz para o fortalecimento e redução da dor em pacientes na reabilitação de lesão do LCA.

Palavras-chave: Treinamento de resistência; ligamento cruzado anterior; força muscular; dor.

# **ABSTRACT**

**Introduction:** The anterior cruciate ligament (ACL) injury is one of the most common in the knee joint and after ligament reconstruction, patients have deficits in muscle strength, caused by the pain generated after surgery, with strength recovery being one of the main goals of rehabilitation. Blood flow restriction (RFS) has been reported as an effective strategy for strengthening and reducing pain. **Objective:** To review the effect of blood flow restriction on muscle strength and pain in patients undergoing rehabilitation from anterior cruciate ligament injury. **Methods:** This is a systematic review using the PICO strategy, with a search performed in the PubMed, Central, PEDro and LILACS databases, with the descriptors: anterior cruciate ligament, anterior cruciate ligament injury, ACL, blood flow restriction, vascular occlusion,

occlusion training, kaatsu training, blood flow occlusion, blood flow restriction training, muscle strength, strength, muscle function, pain, muscle pain, knee pain and discomfort, added by Boolean operators "AND" and "OR". **Results:** Six articles were found after reading the title and abstract, five of which were selected by the inclusion criteria that showed that training with RFS can be an effective approach for strengthening patients with ACL injuries, especially in the initial period of rehabilitation and when performed with resistance training with low loads, also reducing pain in the knee joint. **Conclusion:** RFS was effective for strengthening and reducing pain in patients undergoing ACL injury rehabilitation.

**Keywords:** Resistance training; anterior cruciate ligament; muscle strength; pain.

# INTRODUÇÃO

Após a reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA) é comum o paciente apresentar um déficit de força muscular, causado pela dor gerada após a cirurgia. A recuperação da força, principalmente do quadríceps, está relacionada a uma boa função do joelho e é um dos principais objetivos da reabilitação (BIELER et al., 2014). Para recuperação da força, a restrição de fluxo sanguíneo (RFS), realizada através de um sistema pneumático, promovendo a oclusão venosa nos grupos musculares alvo, permite que o fortalecimento muscular seja realizado utilizando menos carga que o fortalecimento tradicional, podendo ser uma abordagem mais eficaz no ganho de força muscular, enquanto reduz a dor e a carga articular (HUMES et al., 2020).

Na lesão de LCA, em que os pacientes submetidos à reconstrução do ligamento não podem tolerar uma alta carga sobre o enxerto, o treinamento com restrição de fluxo sanguíneo tem se mostrado um método atrativo no fortalecimento muscular durante a reabilitação, evitando a sobrecarga sobre o ligamento reconstruído (LU et al., 2020).

A lesão do LCA é uma das lesões mais frequentes da articulação do joelho. Aproximadamente 250.000 pessoas sofrem essa lesão anualmente nos Estados Unidos, com uma incidência de 81 por 100.000, dos quais a maioria passa pela reconstrução do ligamento (MIDDLEBROOK et al., 2020).

De acordo com o Colégio Americano de Medicina Esportiva, é necessária uma carga mínima de 60% a 70% de uma repetição máxima (1RM) no treinamento de resistência para ganho de força muscular (BARBER-WESTIN; NOYES, 2019). Estudos mostraram benefícios no tamanho do músculo e na força muscular em treinamentos com o uso da RFS com intensidades mais baixas, de 20% a 30% 1RM, realizados em sessões de duas vezes ao dia durante um período curto de 1 a 3 semanas. Também foram observados níveis mais baixos de

dor e percepção de esforço durante o treinamento com RFS (HWANG; WILLOUGHBY, 2019; BOBES ÁLVAREZ et al., 2021).

As hipóteses sugeridas são que um maior recrutamento de fibras musculares de contração rápida e também uma maior concentração de hormônios secretados, que normalmente acontecem no treinamento com cargas pesadas, demostrou ser presente também no ambiente hipóxico gerado pela RFS (VOPAT et al., 2020).

Devido a maior utilização desse método de treinamento nos últimos anos, o objetivo desse estudo foi revisar através da literatura, o efeito da restrição de fluxo sanguíneo sobre a força muscular e a dor em pacientes na reabilitação de lesão do ligamento cruzado anterior.

# **MÉTODOS**

Esta revisão sistemática foi concluída de acordo com as diretrizes de Itens de Relatório Preferenciais para Revisões Sistemáticas e Meta-análises (PRISMA) (MOHER et al., 2009).

# Critérios de elegibilidade

Para a realização desta revisão sistemática, foi utilizada a estratégia PICO (SANTOS; PIMENTA; NOBRE, 2007), onde a População estudada foram pacientes com lesão do ligamento cruzado anterior, a Intervenção treinamento com restrição de fluxo sanguíneo, em comparação com pacientes que não realizaram o treinamento. Os desfechos foram relacionados à força muscular e a dor. Ensaios clínicos randomizados foram usados, sem restrição de idioma e ano.

# Fontes de informação

Realizamos uma busca consultando Pubmed, LILACS, PEDro (Banco de Dados de Evidências de Fisioterapia) e o Cochrane Central Register of Controlled Trials. Também pesquisamos a lista de referências de revisões sistemáticas anteriores e dos ensaios clínicos elegíveis para esta revisão. A busca pelos artigos terminou em agosto de 2021.

# Busca

A pesquisa foi baseada na estratégia PICO (SANTOS; PIMENTA; NOBRE, 2007) previamente descrita e nos operadores booleanos AND e OR. Utilizamos como descritores para a população ligamento cruzado anterior, lesão do ligamento cruzado anterior e LCA. Para a intervenção foram utilizados restrição de fluxo sanguíneo, oclusão vascular, treinamento de oclusão, treinamento kaatsu, oclusão do fluxo sanguíneo e treinamento com restrição de fluxo sanguíneo. Pois os resultados foram força muscular, força, função muscular, dor, dor muscular, dor no joelho, desconforto. Como descritores para o desenho do estudo, usamos ensaios clínicos randomizados, ensaios clínicos e ensaios controlados.

# Seleção dos estudos

Ensaios clínicos randomizados envolvendo pacientes com lesão do ligamento cruzado anterior foram incluídos nesta revisão sistemática. Para ser elegível, o ensaio clínico deveria ter atribuído pacientes com lesão do ligamento cruzado anterior a um grupo de treinamento com restrição do fluxo sanguíneo. Estudos com adultos (18 anos ou mais), independente do sexo, também foram incluídos. O treinamento com restrição de fluxo sanguíneo foi definido como método de treinamento realizado através da aplicação de um sistema pneumático, associado a exercícios de resistência, visando o ganho de força muscular. Os critérios de exclusão foram estudos que envolveram a combinação da restrição de fluxo sanguíneo com outras intervenções ou medicamentos, estudos abordando a atrofia muscular, estudos em que não foi possível obter os resultados e protocolos.

### Processo de coleta de dados

Para a extração dos artigos selecionados, foram verificados títulos (primeira etapa), resumos (segunda etapa) e leitura completa (terceira etapa). Em seguida, foi realizada uma leitura exploratória dos estudos selecionados e, posteriormente, uma leitura seletiva e analítica. Os dados extraídos dos artigos foram resumidos em autores, revista, ano, título e conclusões, para obtenção de informações importantes para a pesquisa. A avaliação da qualidade metodológica dos estudos foi realizada por dois revisores independentes. Quando havia divergência entre eles, o artigo era lido na íntegra para reavaliação. Se a discordância persistisse, um terceiro revisor avaliaria e tomaria a decisão final.

# Itens de dados

Dois autores independentemente extraíram os dados dos relatórios publicados usando extração de dados padrão considerando: (1) média de idade da população do estudo; (2) objetivo do estudo; (3) Aspectos da intervenção realizada (tamanho da amostra, protocolo da intervenção); (4) Avaliação do desfecho do estudo e (5) resultados apresentados.

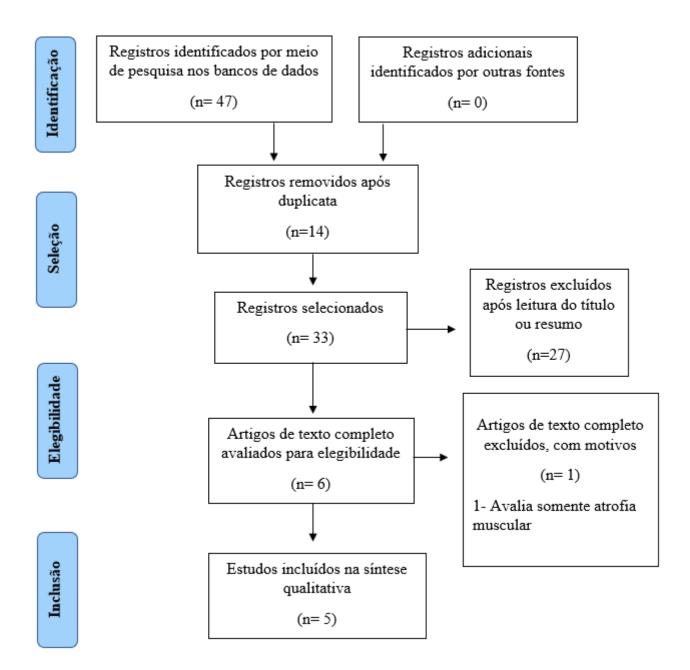
# Qualidade de cada estudo

A qualidade metodológica foi avaliada segundo os critérios da escala PEDro (SHIWA et al., 2011), que pontua 11 itens, a saber: 1- Critérios de elegibilidade, 2 – Alocação aleatória, 3 - Alocação oculta, 4 - Comparação da linha de base, 5 - Cegos, 6 Terapeutas cegos, 7 - Avaliadores cegos, 8 – Acompanhamento adequado, 9 - Intenção de tratar a análise, 10 - Comparações entre grupos, 11 – Estimativas pontuais e variabilidade. Os itens são pontuados como presentes (1) ou ausentes (0), gerando um somatório máximo de 10 pontos, não contando o primeiro item. Sempre que possível, as pontuações do PEDro foram extraídas do próprio banco de dados do PEDro. Quando os artigos não foram encontrados na base de dados PEDro, dois revisores independentes treinados avaliaram o artigo com a escala PEDro. Os estudos foram considerados de alta qualidade se apresentassem pontuação igual ou superior a 6. Os estudos com pontuação inferior a 6 foram considerados de baixa qualidade.

### **RESULTADOS**

Foram encontrados quarenta e sete artigos, sendo vinte e sete selecionados após a leitura de resumo e títulos. Seis artigos foram selecionados por apresentar o artigo de texto completo, dos quais apenas cinco foram escolhidos pelos critérios de inclusão. Um dos artigos foi excluído por abordar somente a restrição de fluxo sanguíneo na atrofia muscular. O fluxograma presente na figura 1 evidencia todos os critérios utilizados para a seleção dos artigos.

**Figura 1 -** Fluxograma para obtenção de ensaios clínicos randomizados com base na restrição de fluxo sanguíneo sobre a força muscular e a dor em pacientes com lesão do ligamento cruzado anterior.



A qualidade metodológica avaliada pela escala PEDro é mostrada no quadro 1, incluindo o artigo de Ohta et al. (2003) com baixa qualidade metodológica (pontuação 3), e os artigos de Hughes et al. (2019a), Curran et al. (2020), Hughes et al. (2019b) e Hughes et al. (2018) com qualidade moderada (entre 6 e 7 pontos).

**Quadro 1 -** Avaliação metodológica dos estudos incluídos nesta revisão, utilizando a escala de banco de dados PEDro.

01	Os critérios de elegibilidade foram especificados.  Sujeitos foram aleatoriamente distribuídos	Hughes et al., 2019a	Curran et al., 2020	Ohta et al., 2003	Hughes et al., 2019b	Hughes et al., 2018
03	por grupos.  A alocação dos sujeitos foi secreta.	✓	<b>✓</b>		<b>✓</b>	<b>✓</b>
04	Inicialmente, os grupos eram semelhante no que diz respeito aos indicadores de prognósticos mais importantes.	<b>✓</b>	<b>✓</b>	<b>✓</b>	<b>✓</b>	<b>✓</b>
05	Todos os sujeitos participaram de forma cega dos estudos.					
06	Todos os terapeutas que administram a terapia fizeram-no de forma cega.					
07	Todos os avaliadores que mediram pelo menos um resultado-chave, fizeram-no de forma cega.	<b>✓</b>			<b>✓</b>	<b>✓</b>
08	Mensurações de pelo menos um resultado-chave foram obtidas em mais de 85% dos sujeitos inicialmente distribuídos pelos grupos.	<b>√</b>	✓		✓	✓

Pont	tuação	7/10	6/10	3/10	7/10	7/10
	resultado-chave.					
	para pelo menos um					
11	medidas de variabilidade	✓	✓	✓	✓	✓
	medidas de precisão como					
	O estudo apresenta tanto					
	menos um resultado –chave.					
10	rgrupos foram descritos pelo	•	•	•	•	•
10	comparações estatísticas inte					
	Os resultados das					
	"intenção de tratamento".					
	resultados-chave por					
	para pelo menos um dos					
	fez-se a análise dos dados					
	quando não foi esse o caso,					
09	conforme a alocação, ou					
	condição de controle					
	receberam o tratamento ou a					
	mensurações de resultados					
	quais se apresentaram					
	Todos os sujeitos a partir dos					

Cinco artigos foram incluídos nesta revisão sistemática, os quais discutem sobre a restrição de fluxo sanguíneo na reabilitação de lesão do ligamento cruzado anterior, publicados entre os anos de 2003 e 2020. No quadro 2 é apresentado um resumo dos métodos e resultados alcançados nesses artigos.

**Quadro 2 -** Dados gerais dos ensaios clínicos randomizados incluídos sobre a restrição de fluxo sanguíneo sobre a força muscular e a dor na reabilitação de lesão do ligamento cruzado anterior.

Autor/	Amostra	Média	Objetivo	Intervenção	Controle	Protocolo de	Avaliação	Resultados
Ano		de				intervenção		
		idade						
Hughes	24	29 ± 7	Comparar a	Grupo TR-	Grupo TR-	Aquecimento de 5	Força muscular:	Aumentos
et al.,		anos.	eficácia da	RFS: Programa	CP:	minutos com ciclismo	dinamômetro	significativos
2019a			RFS para a	de reabilitação	Programa	sem carga e 10	isocinético;	na força
			melhora da	padrão e	de	repetições de leg press	Dor:escala	escalonada de
			força,	treinamento de	reabilitação	unilateral com peso	KOOS.	10RM, com p=
			hipertrofia,	resistência com	padrão e	leve;		0.22;
			função física,	RFS.	treinamento	Grupo TR-RFS: 4 séries		Redução maior
			dor e efusão em		de	de leg press unilateral a		da dor no grupo
			pacientes com		resistência	30% do 1RM previsto		TR-RFS, com
			lesão do LCA		com cargas	com RFS a 80% da		p < 0.01.
			em um		pesadas.	pressão de oclusão do		
			programa de			membro;		
			reabilitação.			Grupo TR-CP: 3 séries		
						de leg press unilateral a		
						70% do 1RM previsto.		

						2 vezes por semana		
						durante 8 semanas para		
						ambos os grupos.		
Curran	34	$16,5 \pm$	Examinar a	Grupo 3:	Grupo 1:	Duração de 8 semanas, 2	Força muscular:	Não houve
et al.,		2,7	eficácia do	reabilitação	reabilitação	vezes por semana. 4	Dinamômetro.	diferenças
2020		anos	treinamento	padrão e	padrão e	séries de 10 repetições		significativas
			com RFS com	exercícios	exercícios	no leg press unilateral,		entre os grupos
			exercícios de	excêntricos	excêntricos;	com intensidade de 70%		em relação à
			alta intensidade	com RFS;	Grupo 2:	do 1RM do paciente,		força muscular
			na recuperação	Grupo 4:	reabilitação	durante a ação		(p >.05).
			da função do	reabilitação	padrão e	concêntrica ou		
			músculo	padrão e	exercícios	excêntrica do exercício.		
			quadríceps em	exercícios	concêntrico	Para os pacientes do		
			pacientes com	concêntricos	s.	grupo com RFS, o		
			lesão do LCA.	com RFS.		exercício era realizado		

						com 80% da pressão de		
						oclusão do membro.		
Ohta et	44	29	Determinar os	Grupo R:	Grupo N:	Exercícios de	Força muscular:	A força
al.,		anos	efeitos do	reabilitação	Apenas	fortalecimento	Miodinamômetro	muscular
2003			treinamento	padrão com	reabilitação	realizados 2 vezes por	isocinético.	extensora e
			muscular de	restrição do	padrão.	dia, 6 vezes por semana,		flexora do
			baixa carga	fluxo		durante 16 semanas		joelho foi
			com restrição	sanguíneo.		após a reconstrução do		maior no grupo
			moderada do			ligamento. A RFS era		que realizou o
			fluxo			aplicada utilizando 180		treinamento
			sanguíneo em			mmHg para oclusão do		com RFS em
			pacientes com			fluxo sanguíneo.		todas as
			lesão do LCA.					medidas
								realizadas (p <
								0,05).
Hughes	24	29 ± 7	Examinar a dor	Grupo TR-	Grupo TR-	Aquecimento de 5	Escala de Borg de	A dor no joelho
et al.,		anos	e o conforto	RFS: Programa	CP:	minutos com ciclismo	dor	foi menor
2019b			experimentado	de reabilitação	Programa	sem carga e 10		durante e 24
			s com o	padrão e	de	repetições de leg press		horas após o
			treinamento de	treinamento de	reabilitação	unilateral com peso		treinamento no
			resistência de		padrão e	auto-selecionado.		

			RFS em	resistência com	treinamento	Grupo TR-RFS: 4 séries		grupo com
			comparação	RFS.	de	de leg press unilateral a		RFS (p < 0,05).
			com o		resistência	30% do 1RM previsto		
			treinamento de		com cargas	com RFS a 80% da		
			resistência com		pesadas.	pressão de oclusão total		
			carga pesada			do membro;		
			na reabilitação			Grupo TR-CP: 3 séries		
			de pacientes			de leg press unilateral a		
			com			70% do 1RM previsto.		
			reconstrução			2 vezes por semana		
			do LCA.			durante 8 semanas para		
						ambos os grupos.		
Hughes	30	29,3	Comparar as	Grupo	Grupo	Aquecimento de 5	Escala de Borg de	A dor no joelho
et al.,		anos	respostas	Intervenção:	Controle:	minutos com ciclismo	percepção de	foi menor no
2018			perceptivas	exercício de	exercício de	sem carga e 10	esforço e dor	grupo com
			agudas e a	resistência de	resistência	repetições de leg press		RFS, com p <
			pressão arterial	RFS com carga	com carga	unilateral com peso		0,01.
			do:	leve.	pesada;	auto-selecionado.		
			1-Exercício de		Grupo não	Grupos com RFS: 4		
			resistência de		lesionado:	séries de leg press		
			RFS com carga		exercício de	unilateral a 30% do		

leve em	resistência	1RM previsto com RFS	
pacientes com	de RFS com	a 80% da pressão de	
reconstrução	carga leve.	oclusão total do	
do LCA e		membro;	
indivíduos não		Grupo controle: 3 séries	
lesados;		de leg press unilateral a	
2-Exercício de		70% do 1RM previsto.	
resistência de			
RFS com carga			
leve e exercício			
de resistência			
com carga			
pesada em			
pacientes com			
reconstrução			
do LCA.			

KOOS: Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (em português: Pontuação de resultado de lesão no joelho e osteoartrite); LCA: ligamento cruzado anterior; RFS: restrição de fluxo sanguíneo; RM: repetição máxima; TR-CP: Treinamento de resistência com carga pesada; TR-RFS: Treinamento de resistência com restrição de fluxo sanguíneo.

# **DISCUSSÃO**

De acordo com os resultados obtidos nos estudos selecionados, a RFS pode ser uma abordagem eficaz para o fortalecimento muscular nesses pacientes, principalmente no período inicial da reabilitação após a reconstrução do LCA e também quando associada ao treinamento com baixa resistência, proporcionando também uma redução da dor no joelho.

Restaurar a força do quadríceps e dos isquiotibiais é um dos componentes iniciais da reabilitação após a lesão do LCA, e é também um dos critérios para o retorno ao esporte. A simetria de força do quadríceps está associada a um menor risco de novas lesões no ligamento e também a uma melhor função da articulação do joelho. Os déficits de força muscular, muito comum após a lesão do LCA, também podem ser causados pela insuficiência dos protocolos de reabilitação, que, com uma baixa intensidade e volume de treino, não alcançam a força e o volume muscular adequados (WELLING et al., 2019).

A utilização de uma carga mais leve (30% 1RM) no treinamento de resistência, associada com a RFS, mostrou benefícios no ganho de força muscular em comparação com os pacientes que não receberam a RFS e realizaram o treinamento com uma carga maior (70% 1RM) no estudo realizado por Hughes et al. (2019a).

Diferente dos resultados encontrados por Hughes et al. (2019a), o estudo realizado por Curran et al. (2020) não mostrou melhoras significativas no ganho de força muscular no grupo que realizou a RFS em comparação com o grupo que fez o treinamento de resistência tradicional. Nesse estudo, os dois grupos realizaram o treinamento utilizando uma alta resistência (70%1RM), independente de receber ou não a RFS. A hipótese era que com o uso da RFS, o ganho de força muscular seria ainda maior no treinamento de alta resistência. Os autores afirmam que a adição do estresse metabólico, gerado pela RFS, poderia ser o responsável pela ausência das diferenças nos resultados, uma vez que já havia uma síntese elevada de proteínas devido à grande tensão mecânica causada pela alta carga.

Apesar de não encontrarem os resultados esperados no estudo, a aplicação da RFS também não mostrou piora nos números relacionados ao ganho de força muscular quando comparado ao treinamento de resistência que já é geralmente utilizado na reabilitação dessa lesão.

Ohta et al. (2003) evidenciaram melhores resultados na força muscular no grupo que recebeu a intervenção. Apesar da redução da força que geralmente ocorre após a reconstrução do LCA, o grupo que fez os exercícios com o uso da RFS apresentou uma recuperação

significativa da força dos músculos flexores e extensores do joelho, independentemente do tipo de contração avaliada, após as 16 semanas de treinamento.

Esse estudo de Ohta et al. (2003) foi o único que utilizou diferentes tipos de exercícios para o fortalecimento muscular, enquanto os demais estudos utilizaram apenas o leg press unilateral como estratégia da intervenção. Para esses estudos, foram realizadas até 4 séries de repetições no leg press, com um intervalo de 30 a 45 segundos entre as séries e a RFS era mantida durante os intervalos entre as séries.

Dessa forma, os resultados relacionados à força muscular obtidos nos estudos revisados, mostram que a RFS pode ser positiva no ganho de força muscular para pacientes com lesão do LCA, apesar das diferenças nos protocolos das intervenções desses estudos.

No estudo de Ohta et al. (2003), a pressão de oclusão para aplicação da RFS foi de 180 mmHg para todos os participantes da intervenção, diferente dos outros estudos incluídos na revisão, onde foi aplicada uma pressão de 80% da pressão de oclusão total do membro de cada paciente. Os autores mencionaram que houve um desconforto ou dor surda durante determinado tempo de aplicação da RFS. A restrição do fluxo era mantida no membro durante 15 minutos, no máximo, e em seguida um intervalo de 15 a 20 minutos para realização dos outros exercícios, sendo retirada a RFS durante o intervalo.

Embora benefícios tenham sido encontrados em estudos aplicando a mesma pressão de oclusão para todos os indivíduos, maiores pressões podem aumentar as respostas cardiovasculares e o desconforto durante o treinamento, sendo assim recomendado definir a pressão utilizada com base na medição da pressão de oclusão arterial, utilizando pressões que variam de 40 a 80% da pressão de oclusão arterial (PATTERSON et al., 2019).

Em relação a dor, os três estudos em que ela foi avaliada mostraram uma redução maior da dor no joelho nos grupos que fizeram o treinamento de resistência de baixa carga com a RFS. No estudo conduzido por Hughes et al. (2018), utilizando uma carga baixa de 30% 1RM, os pacientes que realizaram o treinamento com RFS experimentaram menos dor no joelho durante o treinamento e 24 horas após a sessão em comparação ao grupo que realizou o treinamento com uma carga de 70% 1RM sem a RFS.

Resultados positivos também foram encontrados nos estudos de Hughes et al. (2019a e b), onde os pacientes que também receberam a aplicação da RFS e uma carga de 30% 1RM, tiveram uma melhora no quadro de dor na articulação após a intervenção, superior aos pacientes do grupo controle.

Os autores relataram que possivelmente, o principal motivo para a redução da dor nesses pacientes foi a utilização de uma carga menor no treinamento de resistência, proporcionando

menos sobrecarga e um menor estresse na articulação, gerando mais conforto ao paciente e influenciando positivamente na adesão ao programa de reabilitação (HUGHES et al., 2018).

Portanto, a aplicação da RFS no treinamento de resistência se mostrou um método eficaz para a recuperação da força nos pacientes com lesão do LCA segundo os estudos incluídos no presente estudo. Quando aplicada junto ao treinamento de resistência com baixa carga, pode ser ainda mais eficaz, visto que esses pacientes não podem suportar uma grande sobrecarga sobre a articulação, afim de não comprometer o enxerto utilizado para reconstrução do ligamento, principalmente nas primeiras semanas de pós-operatório. Além de evitar problemas na reconstrução realizada, as menores cargas utilizadas também geram menos dor e desconforto aos indivíduos, sendo assim uma estratégia vantajosa para as fases iniciais da reabilitação.

Essa revisão sistemática apresenta algumas limitações. Houve uma pequena quantidade de estudos elegíveis para a revisão; o tamanho da amostra dos estudos também era pequeno; e um dos artigos elegíveis para a revisão apresentava uma grande heterogeneidade nos protocolos em relação aos demais estudos.

# CONCLUSÃO

De acordo com os resultados encontrados, o presente estudo conclui que o treinamento com restrição de fluxo sanguíneo gera um ganho de força muscular maior e causa menos dor aos pacientes em reabilitação de lesão do ligamento cruzado anterior quando comparado ao treinamento de fortalecimento tradicional, principalmente se for realizado no período inicial da reabilitação e utilizando cargas menores no treinamento, gerando menos sobrecarga à articulação do joelho. Apesar da pequena quantidade de artigos revisados, a RFS apresentou resultados favoráveis para os pacientes que realizaram o fortalecimento com cargas baixas.

# REFERÊNCIAS

BARBER-WESTIN, S.; NOYES, F. R. Blood Flow-Restricted Training for Lower Extremity Muscle Weakness due to Knee Pathology: A Systematic Review. **Sports Health**, v. 11, n. 1, p. 69-83, 2019.

BIELER, T. et al. The effects of highintensity versus low-intensity resistance training on leg extensor power and recovery of knee function after ACL-reconstruction. **BioMed Research International**, v. 2014, 2014.

BOBES ALVAREZ, C. et al. Comparison of Blood Flow Restriction Training versus Non-Occlusive Training in Patients with Anterior Cruciate Ligament Reconstruction or Knee Osteoarthritis: A Systematic Review. **Journal of Clinical Medicine**, v. 10, n. 1, p. 68, 2021.

CURRAN, M. T. et al. Blood Flow Restriction Training Applied With High-Intensity Exercise Does Not Improve Quadriceps Muscle Function After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Randomized Controlled Trial. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 48, n. 4, p. 825-837, 2020.

HUGHES, L. et al. Comparison of the acute perceptual and blood pressure response to heavy load and light load blood flow restriction resistance exercise in anterior cruciate ligament reconstruction patients and non-injured populations. **Phisycal Terapy in Sport**, v. 33, p. 54-61, 2018.

HUGHES, L. et al. Examination of the comfort and pain experienced with blood flow restriction training during post-surgery rehabilitation of anterior cruciate ligament reconstruction patients: A UK National Health Service trial. **Physical Therapy in Sport**, v. 39, p. 90-98, 2019.

HUGHES, L. et al. Comparing the Efectiveness 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. **Sports Medicine**, Auckland, v. 45, n. 11, p. 1787-1805, 2019.

HUMES, C. et al. Blood Flow Restriction and Its Function in Post-Operative Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Therapy: Expert Opinion. **The archives of bone and joint surgery**, v. 8. N. 5, p. 570-574, 2020.

HWANG, P. S.; WILLOUGHBY, D. S. Mechanisms Behind Blood Flow-Restricted Training and its Effect Toward Muscle Growth. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, n. 1, p.167-179, 2019.

LU, Y. et al. Perioperative Blood Flow Restriction Rehabilitation in Patients Undergoing ACL Reconstruction. **Orthopaedic Journal of Sports Medicine**, v. 8, n. 3, 2020.

MIDDLEBROOK, A. et al. Physical prognostic factors predicting outcome following anterior cruciate ligament reconstruction: protocol for a systematic review. **BMJ Open**, v. 10, n. 3, 2020.

MOHER, D. et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. **PLoS medicine**, v. 6, n. 7, 2009.

OHTA, H. et al. Low-load resistance muscular training with moderate restriction of blood flow after anterior cruciate ligament reconstruction. **Acta orthopaedica Scandinavica**, v. 72, n. 1, p. 62-68, 2003.

PATTERSON, S. D. et al. Blood Flow Restriction Exercise: Considerations of Methodology, Application, and Safety. **Frontiers in Physiology**, v. 10, 2019.

SANTOS, C. M. C.; PIMENTA, C. A. M.; NOBRE, M. R. C. The PICO strategy for the research question construction and evidence search. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 15, n. 3, 2007.

SHIWA, S. R. et al. PEDro: a base de dados de evidências em fisioterapia. **Fisioterapia em Movimento**, v. 24, n. 3, p. 523-533, 2011.

VOPAT, B. G. et al. Blood Flow Restriction Therapy: Where We Are and Where We Are Going. **The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons**, v. 28, n. 12, p. 493-500, 2020.

WELLING, W. et al. Progressive strength training restores quadriceps and hamstring muscle strength within 7 months after ACL reconstruction in amateur male soccer players. **Physical Therapy in Sport**, v. 40, p. 10-18, 2019.