



UEPB

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I**

**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA
CURSO DE FISIOTERAPIA**

HERITON RICARDO GOMES DE BRITO

**EFEITOS DE UM TREINAMENTO COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO
(Kaatsu) EM DIFERENTES POPULAÇÕES, SUBMETIDAS À CIRURGIA DE
RECONSTRUÇÃO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR (LCA): Uma revisão
bibliográfica**

**CAMPINA GRANDE
2023**

HERITON RICARDO GOMES DE BRITO

EFEITOS DE UM TREINAMENTO COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO (Kaatsu) EM DIFERENTES POPULAÇÕES, SUBMETIDAS À CIRURGIA DE RECONSTRUÇÃO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR (LCA): Uma revisão bibliográfica

Trabalho de Conclusão de Curso em Fisioterapia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Fisioterapia.

Orientador: Prof^a. Me. Iara Tainá Cordeiro de Souza

**CAMPINA GRANDE
2023**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

B862e Brito, Heriton Ricardo Gomes de.

Efeitos de um treinamento com restrição de fluxo sanguíneo(Kaatsu) em diferentes populações, submetidas à cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA) [manuscrito] : uma revisão bibliográfica / Heriton Ricardo Gomes de Brito. - 2023.

25 p.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Fisioterapia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2023.

"Orientação : Profa. Ma. Iara Tainá Cordeiro de Souza ,
Coordenação do Curso de Fisioterapia - CCBS. "

1. Fisioterapia. 2. Ligamento Cruzado Anterior - LCA. 3.
Terapia por Restrição de Fluxo Sanguíneo - TRFS. I. Título

21. ed. CDD 615.82

HERITON RICARDO GOMES DE BRITO

EFEITOS DE UM TREINAMENTO COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO (Kaatsu) EM DIFERENTES POPULAÇÕES, SUBMETIDAS À CIRURGIA DE RECONSTRUÇÃO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR (LCA): Uma revisão bibliográfica

Trabalho de Conclusão de Curso em Fisioterapia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Fisioterapia.

Aprovada em: 01/12/2023.

BANCA EXAMINADORA



Profª. Me. Iara Tainá Cordeiro de Souza (Orientadora)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profª. Me. Bárbara Brito de Queiroz
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)



Profª. Me. Maithê Avelino Salustiano
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Ao meu irmão Pedro... À meus pais, exemplos de trabalho, fé e temor a Deus.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, meu fiel e bom amigo, por todos os seus benefícios, pelo sustento, pelas vitórias...Por ser o meu socorro bem presente.

À minha família por todo o apoio, em especial aos meus pais por todo o suporte, por não terem deixado faltar nada.

Aos meus irmãos, pelo encorajamento e confiança em servirem como meus “pacientes” nas vezes que precisei estudar em casa.

À minha noiva, pelo companheirismo, pela paciência, e assim como à minha família, sou grato por acreditarem em mim, nas vezes que eu desacreditei.

À admirável professora Tainá Cordeiro, por toda paciência e disposição em me ajudar, por ter aceitado o convite de ser minha orientadora, e por todas as contribuições valiosas para a construção deste trabalho.

RESUMO

INTRODUÇÃO: O joelho se apresenta como uma das estruturas mais suscetíveis a lesões. As lesões do Ligamento Cruzado Anterior - LCA são comuns em todo o mundo. O tratamento proposto para as lesões de LCA é definido pelo grau da lesão: a literatura aponta a reparação cirúrgica como a opção mais viável para atletas e pessoas ativas com demandas funcionais significativas. A proposta principal da reabilitação pós Reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior - RLCA é garantir ao paciente um retorno seguro ao nível de função anterior à lesão. A Terapia por Restrição de Fluxo Sanguíneo - TRFS consiste em um método de treinamento que restringe parcial ou totalmente o fluxo sanguíneo em determinada musculatura em trabalho durante o exercício. Entendendo a especificidade da cirurgia de RLCA diversos teóricos apresentam a TRFS como uma proposta alternativa para tratamento das complicações. **OBJETIVO:** Analisar os efeitos do treinamento com restrição de fluxo (Kaatsu) em pacientes submetidos à cirurgia de reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior (LCA), evidenciando as respostas relativas à função do membro afetado, comparando os resultados descritos em protocolos aplicados em diferentes populações e prazos. **METODOLOGIA:** Trata-se de uma revisão integrativa. A pergunta norteadora foi seccionada para atender aos critérios da estratégia PICO (população – RLCA; intervenção – TRFS; comparação; desfechos – força muscular, funcionalidade e qualidade de vida). Descritores foram associados por operadores booleanos nas bases de dados BVS, PubMed e PEDro. **RESULTADOS:** Ao todo foram encontrados 84 artigos, apenas cinco foram selecionados para compor esta revisão. A quantidade total de pacientes estudados nos artigos foi 131, num tamanho de amostras que variou de 24 a 32 indivíduos, ambos os sexos, idade de 16 a 59 anos, fisicamente ativos ou não. **DISCUSSÃO:** Considerando o contexto do cuidado com a saúde, diversas pesquisas apontam os benefícios associados ao uso da TRFS ou Kaatsu para diferentes fins, partindo desde a prevenção até o tratamento de patologias. **CONCLUSÃO:** Foi verificado nas pesquisas que o uso da TRFS pode ser uma alternativa apropriada na fase progressiva da RLCA propiciando um bom prognóstico e acelerando o processo de recuperação e o ingresso ao próximo ciclo de reabilitação.

Palavras-Chave: Ligamento cruzado anterior; pós-operatório; treinamento com restrição de fluxo sanguíneo; revisão.

ABSTRACT

INTRODUCTION: The knee is one of the structures most susceptible to injury. ACL injuries are common all over the world and more than two million cases occur every year. The treatment proposed for ACL injuries is defined by the degree of injury: the literature points to surgical repair as the most viable option for athletes and active people with significant functional demands. Although there is no definitive protocol, the main purpose of rehabilitation after ACLR is to guarantee the patient a safe return to the level of function prior to the injury. TRFS is a training method that partially or totally restricts blood flow to certain muscles at work during exercise. In view of the specific nature of ACLR surgery and the limitations of strengthening with high loads, as well as the need to protect the limbs in the post-surgical period, several theorists have put forward TRFS as an alternative proposal for treating complications. The aim of this study is to analyze the effects of flow-restricted training (Kaatsu) in patients undergoing anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction surgery, showing the responses related to the function of the affected limb, comparing the results described in protocols applied in different populations and timeframes. **METHODOLOGY:** This is an integrative review. The guiding question was sectioned to meet the criteria of the PICO strategy (population - RLCA; intervention - TRFS; comparison; outcomes - muscle strength, functionality and quality of life). Descriptors were associated using Boolean operators in the BVS, PubMed and PEDro databases. **RESULTS:** A total of 84 articles were found, only five of which were selected for this review. The total number of patients studied in the articles was 131, with sample sizes ranging from 24 to 32 individuals, both sexes, aged 16 to 59, physically active or not. **DISCUSSION:** Considering the context of health care, several studies point to the benefits associated with the use of TRFS or Kaatsu for different purposes, ranging from prevention to the treatment of pathologies. **CONCLUSION:** Research has shown that the use of TRFS can be an appropriate alternative in the progressive phase of ACLR, providing a good prognosis and speeding up the recovery process and entry into the next rehabilitation cycle.

Keywords: Anterior cruciate ligament; postoperative; blood flow restriction training; review.

LISTA DE TABELAS, QUADROS E IMAGENS

Quadro 1 –	Descritores de acordo com a estratégia PICO	13
Fluxograma 1	Critérios de busca	14
Quadro 2 -	Avaliação da qualidade metodológica de ensaios clínicos pela escala PEDro	15
Tabela 1 -	Resultados dos artigos incluídos na pesquisa	17

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LCA – Ligamento Cruzado Anterior

LCM – Ligamento Colateral Medial

RLCA – Reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior

1RM – Uma Repetição Máxima

TRFS – Terapia por Restrição de Fluxo Sanguíneo

NO₂ – Dióxido de Nitrogênio

PBE – Prática Baseada em Evidência

DeCS – Descritores em Saúde

BVS – Biblioteca Virtual em Saúde

PEDro – *Physiotherapy Evidence Database*

GI – Grupo Intervenção

GC – Grupo Controle

POA – Pressão de Oclusão Arterial

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	METODOLOGIA.....	13
3	RESULTADOS.....	16
4	DISCUSSÃO.....	20
5	CONCLUSÃO	22
	REFERÊNCIAS	23

1. INTRODUÇÃO

A articulação do joelho constitui-se como sendo uma articulação completa composta por três ossos: fêmur, tíbia e patela, que junto às demais estruturas que compõem este complexo articular, a exemplo dos meniscos, ligamentos e músculos adjacentes, garantem ao indivíduo uma estrutura estável, essencial para a sustentação do peso corporal, mobilidade e função geral do membro inferior.

Ainda que esteja dentre as maiores articulações do corpo humano, o joelho se apresenta como uma das estruturas mais suscetíveis a lesões, principalmente em ambientes esportivos (Brunnstrom, 2014 e Moore, 2014). Entre os elementos com maior incidência de lesões, destacam-se os ligamentos que junto a musculatura são responsáveis, quase que totalmente, pela estabilização da articulação. No joelho, existem dois pares de ligamentos, colaterais e cruzados, cada um exercendo uma função estabilizadora, seja medial-lateral(colaterais), ou anteroposterior (cruzados) (Brunnstrom, 2014 e Moore, 2014).

As lesões do Ligamento Cruzado Anterior (LCA), especificamente, são comuns em todo o mundo e ocorrem mais de dois milhões de casos anuais (Li, 2023), decorrentes tanto de mecanismos sem contato, quando em uma situação de rotação lateral da tíbia sobre o pé de apoio ou mediante uma hiperextensão forçada do joelho; como em mecanismos de contato, sendo o mais comum a partir de um trauma sofrido contra a região lateral do joelho, que resulta em uma força em valgo. Geralmente, esse mecanismo provoca não só uma lesão no LCA, mas também no ligamento colateral medial (LCM) e no menisco medial (Kisner, 2016).

O tratamento proposto para as lesões de LCA é definido pelo grau da lesão, como também a partir da necessidade de cada indivíduo. Neste sentido, a literatura apresenta a reparação cirúrgica como a opção mais viável para atletas e pessoas ativas com demandas funcionais significativas (Li, 2023). No entanto, a perda de massa óssea, muscular, força, bem como dor, instabilidade articular e diminuição da função física do joelho são reconhecidas como complicações importantes após a reconstrução do ligamento cruzado anterior (RLCA).

Outrora, a reabilitação pós reconstrução de LCA era marcada por longos períodos de imobilização contínua, com restrições para sustentação de peso e o retorno às atividades de vida diária em geral era tardio. Com os avanços nas técnicas cirúrgicas e o entendimento a respeito do processo de cicatrização, como também a

conscientização no que se refere ao comprometimento estrutural e funcional da articulação do joelho, decorrente do desuso do membro, a mobilização unida a sustentação de peso pós-operatório precoce, conhecida como “reabilitação/recuperação acelerada(o)” tem se apresentado como uma proposta de tratamento padrão pós RLCA (Kisner, 2016).

Embora não haja um protocolo definitivo, a proposta principal da reabilitação pós RLCA é garantir ao paciente um retorno seguro ao nível de função anterior à lesão, com um risco mínimo de nova lesão. Desta forma, em geral são definidas algumas metas que são alcançadas a partir de princípios que abrangem: mobilizações precoces, técnicas para controle de edema, resguardo do estresse no enxerto (evitando exercícios em cadeia cinética aberta), início antecipado de exercícios para isquiotibiais e quadríceps, além do estímulo à exercícios em cadeia cinética fechada e o treino do gesto esportivo. Embora, o retorno às atividades dependa da condição do paciente, a literatura sugere que as práticas esportivas só devem ser retomadas após alguns meses, mediante a realização de testes específicos (Ramos, 2019).

Atentando aos apontamentos anteriores, dentre as estruturas afetadas nesse processo de lesão e reconstrução do ligamento cruzado anterior, destaca-se a musculatura adjacente, composta essencialmente pelo conjunto de músculos flexores e extensores, que atuam não só estabilizando a articulação, mas principalmente na função do membro, sendo então, o principal alvo no processo reabilitativo. Hughes et al. (2017), evidenciam que os efeitos degenerativos da atrofia muscular podem ser observados em lesões agudas e crônicas que culminam em tratamento prolongado ou imobilização muscular, como fraturas e lesões ligamentares.

Takarada et al. (2000) em seu estudo cita que o músculo esquelético possui uma alta capacidade adaptativa frente a estímulos, com alterações variadas em suas propriedades mecânicas e metabólicas. As alterações tendem a ser específicas mediante o tipo de estímulo. Especificamente, os exercícios de resistência intensos, em geral, provocam aumentos no tamanho e força muscular. Desta forma, frente a fraqueza e atrofia muscular, o exercício resistido influi no prognóstico, sendo eficaz para equilibrar e combater a sarcopenia, promovendo também estímulos para o aumento da densidade óssea (Camargo et al., 2017).

Para o aproveitamento dos ganhos referentes a força e hipertrofia, recomenda-se uma intensidade necessária de 60% a 80% de uma repetição máxima (1RM) para

execução de exercícios (Camargo et al., 2017). Porém, mediante a condição dos pacientes no pós operatório de LCA esta opção não é recomendada. Sendo assim, frente aos diversos métodos e técnicas de treinamentos resistidos que apresentam possibilidades para manejar as variáveis, periodizar e adaptar o treinamento, o método com oclusão vascular, apresenta-se como uma estratégia viável.

De acordo com Patterson (2019), a Terapia por Restrição de Fluxo Sanguíneo (TRFS ou Kaatsu Training) consiste em um método de treinamento que restringe parcial ou totalmente o fluxo sanguíneo em determinada musculatura em trabalho durante o exercício. Para a realização da técnica é utilizado um sistema de torniquete, que envolve a aplicação de uma pressão externa na região mais proximal do membro a ser trabalhado, restringindo o fluxo arterial para as estruturas distais, e concomitantemente, impedindo o retorno venoso resultando em um suprimento inadequado de oxigênio no tecido muscular. Tal condição resulta em alterações metabólicas e fisiológicas que podem contribuir para o ganho de força e hipertrofia muscular (Cantão, 2021 e Patterson, 2019).

Com a diminuição do aporte sanguíneo nos músculos, um ambiente isquêmico é gerado, definido pelo aumento do lactato e de íons de hidrogênio, bem como pelo aumento do fator de crescimento endotelial vascular, aumentando a biodisponibilidade do NO₂ intracelular, conduzindo a região a um elevado estresse metabólico. Desta forma, provocando o aumento de força devido uma maior ativação de contração das fibras de contração rápida (Tipo II), síntese proteica, elevação de hormônios do crescimento, e conseqüente hipertrofia muscular. (Araújo et al., 2022)

Entendendo a especificidade da cirurgia de RLCA, e ainda a limitação apresentada por diversos paciente frente ao trabalho de fortalecimento com altas cargas, ou ainda a necessidade de proteção dos membros no pós cirúrgico, diversos teóricos apresentam a TRFS combinada ao treinamento resistido de baixa intensidade, como uma proposta alternativa e viável para tratamento das complicações.

Sendo assim, este estudo tem por objetivo analisar os efeitos do treinamento com restrição de fluxo (Kaatsu) em pacientes submetidos à cirurgia de reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior (LCA), evidenciando as respostas relativas à função do membro afetado, comparando os resultados descritos em protocolos aplicados em diferentes populações e prazos.

2. METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão integrativa, um método de pesquisa que, segundo Whitemore (2005), apresenta-se como uma das mais amplas abordagens metodológicas referentes às revisões, permitindo uma compreensão completa do fenômeno analisado. A busca na literatura foi determinada a partir da pergunta “Quais os efeitos do treinamento com restrição de fluxo (Kaatsu) em pacientes submetidos à cirurgia de reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior (LCA), evidenciados em diferentes prazos?”.

A pergunta norteadora foi seccionada para atender aos critérios da estratégia PICO, referenciada pela Prática Baseada em Evidência (PBE) e acrônimo para as palavras: paciente/população, intervenção, comparação e desfechos (do inglês *outcomes*). Desse modo, os descritores para pesquisa nas bases de dados foram selecionados a partir dos aspectos da estratégia já mencionada na presente revisão. Na ocasião, especificamente, não sendo necessário o preenchimento das informações referentes ao componente “Comparação”.

Quadro 1. Descritores de acordo com a estratégia PICO

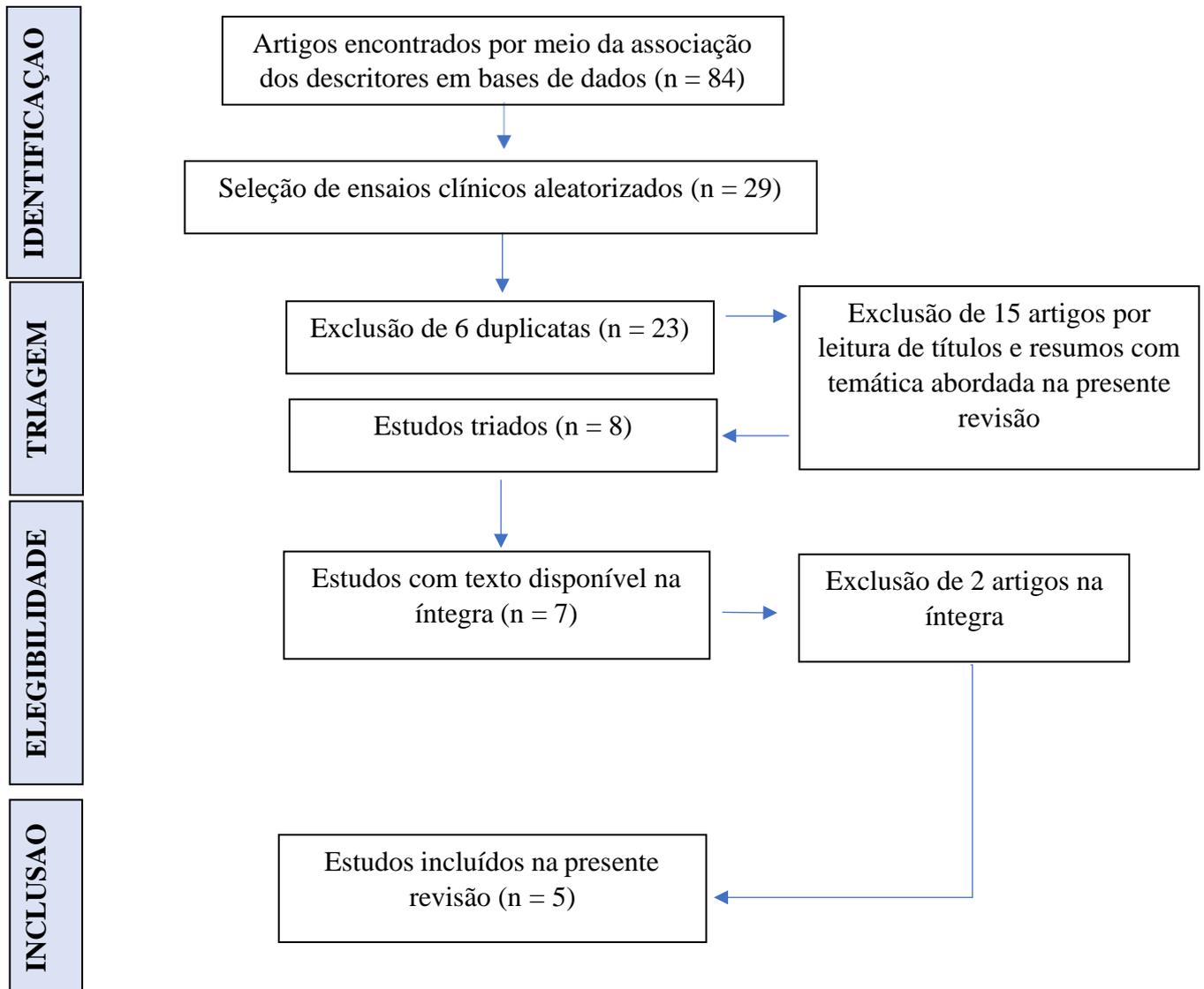
P (população) – Paciente submetidos a cirurgia de Reconstrução de Ligamento Cruzado Anterior (RLCA)	I (intervenção) – Treinamento com restrição de fluxo (Kaatsu)	C (comparação)	O (desfechos) – Força muscular, funcionalidade e qualidade de vida
Anterior Cruciate Ligament (DECS)	Blood flow restriction therapy (MeSH)	-	Muscle strength (DeCS)
ACL	Kaatsu	-	Functionality
Anterior Cruciate Ligament Reconstruction (DECS)	Blood flow restriction	-	Skeletal Muscle Enlargement (DECS)

Fonte: autor, 2023

Seguidamente, ao processo de seleção dos descritores, estes foram associados nas bases de dados selecionadas para a presente pesquisa, sendo elas: a Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), a Pubmed e a PEdro. A seleção dos artigos científicos foi norteadora pelos critérios de inclusão: ensaios clínicos randomizados publicados na íntegra entre os anos de 2013 a 2023 (últimos 10 anos), além da

população estudada composta por paciente submetidos à cirurgia de reconstrução de LCA. Artigos de revisão, monografias, protocolos de ensaios clínicos e duplicatas foram excluídos.

Fluxograma 1. Critérios de busca



Fonte: autor, 2023

Dando prosseguimento, a qualidade metodológica dos artigos selecionados foi avaliada através da escala PEDro (quadro 2), formulada com 11 (onze) itens tendo como objetivo auxiliar a identificação de quais estudos controlados (aleatorizados ou não-aleatorizados) possuem validade interna (critérios dois a nove) e quais estudos têm informação estatística satisfatória para a interpretação dos seus resultados (critérios 10 e 11).

Quadro 2 – Avaliação da qualidade metodológica de ensaios clínicos pela escala PEDro

Escala PEDro	Jack et al., 2023		Melo et al., 2022		Iversen, Røstad e Larmo, 2016		Li et al., 2023		Hughes et al., 2019	
	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
1. Os critérios de elegibilidade foram especificados	x		x		x		x		x	
2. Os sujeitos foram aleatoriamente distribuídos por grupos	x		x		x		x		x	
3. A alocação dos sujeitos foi secreta	x		x		x		x		x	
4. Inicialmente, os grupos eram semelhantes no que diz respeito aos indicadores de prognóstico	x		x		x		x		x	
5. Todos os sujeitos participaram de forma cega no estudo		x		x		x		x	x	
6. Todos os terapeutas que administraram a terapia fizeram-no de forma cega		x		x		x		x		x
7. Todos os avaliadores que mediram pelo menos um resultado-chave, fizeram-no de forma cega		x		x	x			x		x
8. Mensurações de pelo menos um resultado-chave foram obtidas em mais de 85% dos sujeitos inicialmente distribuídos pelos grupos	x		x			x	x		x	
9. Todos os sujeitos receberam o tratamento ou fez-se a análise dos dados para pelo menos um dos resultados-chave por “intenção de tratamento”	x		x		x		x		x	
10. Os resultados das comparações estatísticas inter-grupos foram descritos para pelo menos um resultado-chave	x		x			x	x		x	
11. O estudo apresenta tanto medidas de precisão como medidas de variabilidade para pelo menos um resultado-chave	x		x		x		x		x	
TOTAL	9/11		7/11		8/11		10/11		10/11	

Fonte: *Physiotherapy Evidence Database – PEDro* (2010).

3. RESULTADOS

Ao todo foram encontrados 84 (oitenta e quatro) artigos, destes, apenas cinco foram selecionados para compor esta revisão. Ressalta-se que no desenvolver da pesquisa foi evidente certa variabilidade acerca dos locais de pesquisas, sendo todos realizados em diferentes partes do mundo. Dos cinco artigos selecionados, quatro foram publicados no período relacionado aos últimos cinco anos, sendo apenas inserido em um espaço de tempo maior, este publicado há sete anos. As informações relacionadas aos artigos inclusos estão descritas no Quadro 3, apresentando resumidamente os aspectos principais de cada estudo, como: a população, a metodologia, a proposta de intervenção e os resultados obtidos.

A quantidade total de pacientes estudados nos artigos foi 131 (cento e trinta e um), num tamanho de amostras que variou de 24 a 32 indivíduos, sendo: 24 no estudo I (Iversen, Røstad e Larmo, 2016), 24 no estudo II (Hughes et al., 2019), 28 no estudo III (Melo et al., 2022), 32 no estudo IV (Jack et al., 2023) e 23 no estudo V (Li et al., 2023). Todos os participantes dos estudos analisados eram pacientes em pós-operatório com reconstrução do LCA.

As características da população inserida nos estudos, apresentou variações de acordo com a proposta de cada uma das pesquisas. Dentre todos os participantes foram estudados indivíduos de ambos os sexos, em diferentes idades (de 16 a 59 anos), fisicamente ativos ou não.

Ressalta-se que, essencialmente, a intervenção utilizada no tratamento de recuperação dos pacientes submetidos à cirurgia de Reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior – RLCA foi a terapia por restrição de fluxo sanguíneo (Kaatsu), aplicada em variações específicas para cada estudo, considerando diferentes propostas acerca dos resultados e prazos, compreendidos entre as duas primeiras semanas pós cirurgia até a 12ª semana.

ESTUDO, ANO	IDADE	CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO	DESENHO DE ESTUDO	AMOSTRA TOTAL	TIPO DE INTERVENÇÃO		DURAÇÃO	DESFECHOS	RESULTADOS
					INTERVENÇÃO	CONTROLE			
IVERSEN; RØSTAD; ARNE, 2016	18-40 anos	Pacientes em pós-operatório de reconstrução do ligamento cruzado anterior.	ECR	n=24 dos quais 12 foram inseridos no grupo 1 (grupo intervenção) e 12 no grupo 2 (grupo controle)	G1: protocolo de oclusão: 5x5 min de oclusão, seguida pela remoção da pressão oclusiva por 3 min. Durante os intervalos da oclusão os pacientes realizaram exercícios focados na contração isométrica do quadríceps, seguindo para extensão da perna sobre um giro do joelho e elevação de perna estendida. 20 repetições para cada ciclo. A pressão oclusiva inicial foi fixada em 130mmHg com aumento de 10mmHg a cada dois dias atingindo uma pressão máxima de 180mmHg. Em casos de desconforto os indivíduos utilizaram a maior pressão tolerável.	G2: O mesmo regime de exercícios, porém sem o estímulo de oclusão	2x ao dia, iniciando 2 dias antes da cirurgia até o 14º dia após a cirurgia	Redução da atrofia muscular	Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos
HUGHES, et al., 2019	25-40 anos	Pacientes em pós-operatório de reconstrução do ligamento cruzado anterior.	ECR controlado	n=24 dos quais 12 foram inseridos no grupo 1 (grupo intervenção - TRFS) e 12 no grupo 2 (grupo controle -	G1: Aquecimento: 5 min de ciclismo sem carga em cadência seguido por 10 repetições do exercício unilateral no <i>legpress</i> com peso auto-selecionado e descanso de 5 min; posteriormente foi aplicado o programa padrão de reabilitação do Serviço Nacional de Saúde	G2: Aquecimento: 5 min de ciclismo sem carga em cadência seguido por 10 repetições do exercício unilateral no <i>legpress</i> com peso auto-selecionado e descanso de 5 min. Posteriormente foi aplicado o programa padrão de reabilitação	2x por semana. Durante 8 semanas, totalizando 16 sessões separadas por um período de no mínimo 48 horas. As intervenções iniciaram 2	Hipertrofia, força muscular, função física, ganho de ADM e redução da dor e da efusão.	O G1 apresentou melhorias semelhantes ao G2 em todos os aspectos avaliados, apresentando maior redução da dor e efusão nas articulações

				Tratamento padrão: Treinamento resistido com cargas altas)	(descrito no estudo), sendo utilizada a TRFS com 80% de pressão de oclusão.	do Serviço Nacional de Saúde (descrito no estudo)	(duas) semanas após a cirurgia		do joelho, melhorando de forma geral a função do joelho.
DE MELO, et al., 2022	18-59 anos	Pacientes em pós-operatório de reconstrução do ligamento cruzado anterior.	ECR controlado	n=28, dos quais 14 foram inseridos no grupo 1 (grupo intervenção) e 14 no grupo 2 (grupo controle)	G1: Exercícios realizados com oclusão vascular (80% de pressão de oclusão): Leg Press 1x30 repetições e 3x15 repetições; e Cadeira Flexora 1x30 repetições e 3x15 repetições. Ambos os exercícios realizados de forma unilateral (primeiro o membro lesionado depois o sadio)	G2: Exercícios realizados sem oclusão: Leg Press 3x10 repetições; e Cadeira Flexora 3x10 repetições. Ambos os exercícios realizados de forma unilateral (primeiro o membro lesionado depois o sadio)	2x por semana. Durante 12 semanas	Força muscular, e função física do joelho	O G1 apresentou um ganho estatisticamente mais rápido em termos de força muscular e uma melhora da função física do joelho quando comparado com o G2.
JACK, et al., 2023	16-39 anos	Pacientes em pós-operatório de reconstrução do ligamento cruzado anterior.	ECR controlado	n=32, dos quais 17 foram inseridos no grupo 1 (grupo intervenção) e 15 no grupo 2 (grupo controle)	G1: Exercícios realizados com oclusão vascular (80% de pressão de oclusão): agachamento, descida excêntrica, equilíbrio em Y, Leg Press e flexão de isquiotibiais, sob o regime de 4 séries (30-15-15-15 repetições). Todos em apoio unipodal.	G2: Exercícios realizados sem oclusão vascular: agachamento, descida excêntrica, equilíbrio em Y, Leg Press e flexão de isquiotibiais, sob o regime de 4 séries (30-15-15-15 repetições). Todos em apoio unipodal.	2x por semana. Durante 12 semanas. Iniciando 7 dias após a cirurgia	Diminuição da perda de massa magra, massa óssea e densidade mineral óssea, e a melhora no tempo até o retorno ao esporte.	O G1 apresentou uma diminuição na perda muscular e óssea bem como houve uma melhora no tempo de retorno para o esporte quando comparado ao G2
LI, et al., 2023	18-40 anos	Pacientes em pós-operatório de reconstrução do ligamento cruzado anterior.	Estudo-piloto externo randomizado controlado	n=23, dos quais 6 foram inseridos no grupo 1	G2: O mesmo regime de exercícios do G1, porém com uma Pressão de oclusão arterial - POA: 40%;	G1: Aquecimento: Caminhada por 10 min, seguido por dois exercícios de treinamento de	2x por semana. Durante 8 semanas, totalizando 16 sessões. Cada	Força muscular, hipertrofia, estabilidade da articulação do	Os grupos G2 e G3 apresentaram uma melhora efetiva na força

(grupo controle), 9 no grupo 2 (40% de POA) e 8 no grupo 3 (80% de POA)

G3: O mesmo regime de exercícios do G1, porém com uma Pressão de oclusão arterial - POA: 80%

quadríceps. Divisão de exercícios por semana:
Semana 1: Exercício de ciclismo, treinamento de resistência isométrica de joelho reto com elástico;
Semana 2: treinamento de resistência isométrica de joelho reto com elástico, agachamento contra a parede com uma bola de ioga;
Semana 3: agachamento contra a parede com bola de ioga, agachamento com peso próprio;
Semana 4: agachamento com peso próprio, subida e descida de escadas;
Semana 5: extensão de joelho em pé com elástico, agachamento com resistência;
Semana 6: extensão de joelho em pé, agachamento com resistência;
Semana 7: agachamento resistido, agachamento búlgaro unipodal;
Semana 8: agachamento resistido, caminhada resistida.
Todos os exercícios realizados sem oclusão vascular. Relaxamento: Alongamento.

sessão com a duração aproximada de 60min. A primeira sessão ocorreu uma semana antes do início da intervenção, enquanto a segunda foi realizada somente após 4 (quatro) semanas de pós-operatório.

joelho, função da articulação do joelho

muscular e na hipertrofia dos extensores do joelho, bem como na função articular, quando comparados ao G1. Salientando que a utilizado de uma POA de 80% apresenta um benefício máximo, se for desconsiderado o desconforto envolvido no procedimento.

4. DISCUSSÃO

Considerando o contexto do cuidado com a saúde, diversas pesquisas apontam os benefícios associados ao uso da TRFS ou Kaatsu para diferentes fins, partindo desde a prevenção até o tratamento de patologias. Dentre as variadas situações em que se pode ser utilizado a referida terapia, alguns estudos evidenciaram os resultados obtidos no tratamento de pacientes no pós-operatório da cirurgia de Reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior - RLCA, aplicando a TRFS ou Kaatsu Training em diferentes populações e prazos, analisando aspectos que abrangem a função geral do membro acometido.

Iversen, Røstad e Larmo (2016), trouxeram em seu estudo a avaliação de pacientes submetidos à um programa de exercícios com o uso do Kaatsu nos primeiros 14 (quatorze) dias após a reconstrução do LCA. A proposta do estudo consistiu em reduzir a atrofia muscular e a perda de força em decorrência do desuso do membro no período pós-cirúrgico, em uma população de pacientes fisicamente ativos/atletas. Embora as condições pré-cirúrgicas, relacionadas ao estilo de vida dos pacientes, fosse favorável à um bom prognóstico, foi observado na pesquisa que não houve uma redução estatisticamente significativa da atrofia muscular ou da perda de força nos grupos estudados (grupo de oclusão e grupo controle). Assim, evidenciando que este é o único estudo analisado em que não foi verificadas alterações/resultados promissores/positivos, relacionado ao uso da TRFS ou Kaatsu Training.

Em contrapartida, outros estudos apontados nesta pesquisa evidenciam a viabilidade da utilização da TRFS no processo de recuperação em pacientes com diferentes idades e gêneros que estavam no período pós-cirúrgico referente a RLCA. Neste contexto, cita-se o estudo apresentado por Melo et al. (2022) que avaliou a intensidade do ganho de força muscular e função física do joelho, confrontando o uso da restrição de fluxo com um exercício de baixa intensidade (grupo intervenção - GI) ao exercício de alta intensidade sem oclusão (grupo controle - GC), especificamente nos extensores e flexores de joelho. Os parâmetros referentes à conduta, tais como volume de exercício (repetição x carga) e a pressão da oclusão vascular, foram definidos no início do estudo, seguindo a premissa de que o membro lesionado era treinado primeiramente, e depois o membro sadio, cada um com um percentual relativo à sua repetição máxima (1 RM) sendo aplicados nos exercícios de Leg Press (1x30 repetições e 3x15 para o GI e 3x10 repetições para o GC) e Cadeira Flexora

(1x30 repetições e 3x15 repetições para o GI e 3x10 repetições para o GC). As análises foram feitas ao término da 4^a, 8^a e 12^a semana, sendo observado que ambos os grupos apresentaram melhora nos quesitos estudados, porém é relevante destacar que a partir da 8^a semana o grupo intervenção manifestou um ganho maior.

Entende-se que a cirurgia para reconstrução do ligamento cruzado anterior, embora apresente uma proposta corretiva frente à um trauma sofrido, requer um período de descanso marcado por um desuso temporário do membro acometido, o que resulta na perda substancial de massa muscular, que associada à inibição artrogênica, culmina em déficits de força e resistência muscular, e ainda contribui para alterações nos padrões de movimentos do membro em questão, acentuando o risco do aparecimento precoce de condições crônicas, a exemplo da osteoartrite, além de comprometer a função dos membros inferiores e a qualidade de vida dos indivíduos. (Melo et al., 2022)

Diante disso, considera-se os apontamentos de Hughes et al. (2019) e Li et al. (2023), quando em suas pesquisas evidenciaram resultados promissores obtidos a partir do uso do Kaatsu, durante um período de oito semanas, considerado por Li et al. (2023) “um espaço de tempo de médio prazo”. Ressalta-se que Li et al. (2023) apresentaram a proposta de treinamento em diferentes níveis de Pressão de Oclusão Arterial – POA (GC – POA: 0%, POA: 40% e POA: 80%), analisando aspectos como força, hipertrofia, estabilidade – Y test e função do joelho. Hughes et al. (2019) também analisaram aspectos como a força, hipertrofia e função física do joelho, porém, fez um adendo à recuperação da amplitude de movimento, a redução da dor e melhora na efusão articular.

Em ambos os estudos citados foi identificada uma melhora em todos os quesitos estudados. No estudo de Li et al. (2023) foi observado que a intensidade de compressão mensurada em uma POA a 80% apresentou um potencial maior para o alcance de benefícios, principalmente para o treinamento do quadríceps femoral. Outro aspecto elencado nas pesquisas feitas foi a preservação da massa óssea e a densidade óssea, entendendo que a estrutura óssea é responsiva à carga, e que a imobilização provocada pelo período pós-cirúrgico pode aumentar o risco de osteopenia ou fratura subsequente (Jack et al., 2023). Sendo assim, Jack et al. (2023) levantaram a hipótese de que a oclusão vascular pode contribuir para alterações de fluidos, causando aumento da pressão intramedular e do fluxo de fluido intersticial

dentro do osso, buscando entender os mecanismos pelos quais a restrição de fluxo sanguíneo possa ter estimulado as respostas conservantes.

O estudo contou com a participação de pacientes de diferentes populações submetidos a um programa de 12 semanas de reabilitação progressiva, sendo utilizada 80% de pressão de oclusão arterial do membro, em diversos exercícios (em apoio unipodal), citando-se: agachamento, descida excêntrica, equilíbrio em Y, Leg Press e flexão de isquiotibiais, sob o regime de quatro séries (30-15-15-15 repetições, respectivamente) separadas por um descanso de 30 segundos. Embora tenha sido identificado no referido estudo a necessidade de uma investigação mais aprofundada a respeito dos mecanismos responsáveis pela preservação óssea, foi visto que quando adicionado a um protocolo de reabilitação padronizado, a TRFS ou Kaatsu pode diminuir não só a perda muscular, mas também a perda óssea em até 12 semanas de pós-operatório, bem como otimizar o tempo para retorno ao esporte após RLCA.

5. CONCLUSÃO

Foi verificado nas pesquisas que o uso da TRFS pode ser uma alternativa apropriada na fase progressiva, durante a reabilitação pós-operatória em populações diversas submetidas a RLCA, propiciando um bom prognóstico e acelerando o processo de recuperação e o ingresso ao próximo ciclo de reabilitação. Há necessidade de mais pesquisas primárias (ensaios clínicos randomizados) com número amostral significativo para maiores conclusões.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Joamira Pereira de et al. **Efeito do treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo na força muscular e capacidade funcional de populações clínicas: uma revisão sistemática.** Motricidade, v.18, n 2, p. 323-329, 2022.
- CAMARGOS, Gustavo Leite et al. **Treinamento físico com oclusão vascular: uma revisão sistematizada.** Revista Científica Fagoc. Saúde, v.2, p. 59-68, 2017.
- DE MELO, Rafael Francisco Vieira et al. **Comparison of quadriceps and hamstring muscle strength after exercises with and without blood flow restriction following anterior cruciate ligament surgery: a randomized controlled trial.** Journal of Rehabilitation Medicine, v. 54, 2022.
- HOUGLUM, Peggy A.; BERTOTI, Dolores B. **Cinesiologia clínica de Brunnstrom [traduzido por Jerri Ribeiro].** Barueri, SP : Manole, 2014.
- HUGHES, Luke et al. **Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis.** British journal of sports medicine, v. 51, n. 13, p. 1003-1011, 2017.
- HUGHES, Luke 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.** Sports Medicine, v. 49, p. 1787-1805, 2019.
- IVERSEN, Erik; RØSTAD, Vibeke; LARMO, Arne. **Intermittent blood flow restriction does not reduce atrophy following anterior cruciate ligament reconstruction.** Journal of sport and health science, v. 5, n. 1, p. 115-118, 2016.
- JACK, Robert A. et al. **Blood flow restriction therapy preserves lower extremity bone and muscle mass after ACL reconstruction.** Sports health, v. 15, n. 3, p. 361-371, 2023.
- KISNER, Carolyn; COLBY, Linn Allen. **Exercícios terapêuticos: fundamentos e técnicas 6.** Ed [tradução Lilia Breternitz Ribeiro]. Barueri, SP: Manole, 2016.
- LI, Xuefeng et al. **Effect of quadriceps training at different levels of blood flow restriction on quadriceps strength and thickness in the mid-term postoperative period after anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled external pilot study.** BMC Musculoskeletal Disorders, v. 24, n. 1, p. 360, 2023.
- MOORE, Keith L.; DALLEY, Arthur F.; AGUR, Anne MR. **Moore anatomia orientada para a clínica.** Guanabara koogan, 2014.
- PATTERSON, Stephen D. et al. **Blood flow restriction exercise: considerations of methodology, application, and safety.** Frontiers in physiology, p. 533, 2019.

RAMOS, Diogo Caldeira et al. **Protocolos para prevenção e recuperação pós cirúrgico em pacientes com rompimento de lca.** Revista Multidisciplinar do Sertão, v. 1, n. 1, p. 35-46, 2019.

SANTANA, Gustavo de Sousa. CANTÃO, Elbert Wander. **O treinamento com restrição do fluxo sanguíneo no ganho de força e hipertrofia em idosos.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Brasil, v. 7, ed 6, pp. 34-49. 2021

TAKARADA, Yudai et al. **Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans.** Journal of applied physiology, v. 88, n. 6, p. 2097-2106, 2000.

WHITTEMORE, Robin; KNAFL, Kathleen. **The integrative review: updated methodology.** Journal of advanced nursing, v. 52, n. 5, p. 546-553, 2005.

