

**EFEITO AGUDO DO EXERCÍCIO COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO NO DESEMPENHO FÍSICO EM ADULTOS TREINADOS: REVISÃO DE ESCOPO**

José Francisco da Silva<sup>1</sup>, Iago Medeiros da Silva<sup>1</sup>, Victor Sabino de Queiros<sup>1,2</sup>, Paulo Moreira Silva Dantas<sup>1,2</sup>, Breno Guilherme de Araújo Tinôco Cabral<sup>1,2</sup>, Felipe Jose Aidar Martins<sup>3</sup>

**RESUMO**

Este estudo teve como objetivo compreender os principais efeitos causados de forma aguda pelo exercício com restrição de fluxo sanguíneo no desempenho físico. Trata-se de um estudo de revisão de escopo, com base nas recomendações indicadas no PRISMA-ScR. Utilizou-se as seguintes bases de dados: Web of Science (Categorias: Ciências do esporte e fisiologia), PubMed, SPORTDiscus. As estratégias de busca nas bases de dados escolhidas permitiram encontrar um total de 3028 manuscritos. Após a triagem e seleção de fontes de evidência foram incluídos um total de 22 artigos na revisão de escopo. Os achados desta revisão de escopo nos permitem afirmar que a restrição de fluxo sanguíneo, aplicada de forma aguda no exercício resistido, é eficaz no aumento da potência de pico, combinada com altas ou baixas cargas e de curto prazo, bem como seu uso com altas ou baixas pressões de restrição é uma ferramenta viável para melhora do desempenho de força e resistência de força, assim como aumentos na hipertrofia muscular. É possível concluir também que a restrição de fluxo sanguíneo aplicada de forma aguda no exercício aeróbico, não gera efeitos positivos no desempenho físico em marcadores como: volume de oxigênio (VO<sub>2</sub>), consumo excessivo de oxigênio pós exercício (EPOC), frequência cardíaca e acúmulo de lactato, quando comparado ao mesmo protocolo sem restrição de fluxo.

**Palavras-chave:** Oclusão vascular. Kaatsu. Treinamento. Performance física.

1 - Departamento de Educação Física, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.

2 - Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.

3 - Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, Sergipe, Brasil.

**ABSTRACT**

Acute effect of exercise with blood flow restriction on physical performance in trained adults: scope review

This study aimed to understand the main effects acutely caused by exercise with blood flow restriction on physical performance. This is a scope review study, based on the recommendations indicated in the PRISMA-ScR. The following databases were used: Web of Science (Categories: Sports Science and Physiology), PubMed, SPORTDiscus. The search strategies in the chosen databases allowed us to find a total of 3028 manuscripts. After screening and selection of evidence sources, a total of 22 articles were included in the scope review. The findings of this scope review allow us to state that blood flow restriction, applied acutely in resistance exercise, is effective in increasing peak power, combined with high or low loads and short term, as well as its use with high or low restriction pressures is a viable tool for improving strength performance and strength endurance, as well as increases in muscle hypertrophy. It is also possible to conclude that blood flow restriction acutely applied in aerobic exercise does not generate positive effects on physical performance in markers such as: oxygen volume (VO<sub>2</sub>), excessive post-exercise oxygen consumption (EPOC), heart rate and accumulation of lactate, when compared to the same protocol without flow restriction.

**Key words:** Vascular occlusion. Kaatsu. Training. Physical performance.

Autor correspondente.

José Francisco da Silva.

Departamento de Educação Física da UFRN. Rua General Gustavo Cordeiro de Faria, 601. Ribeira, Natal-RN, Brasil.

CEP: 59012-570.

## INTRODUÇÃO

O método oclusão vascular, também conhecido como restrição de fluxo sanguíneo (BFR) ou Kaatsu é utilizado a cerca de 40 anos e compreende a restrição moderada do fluxo sanguíneo a nível arterial para o músculo em atividade.

Diferente da isquemia, a oclusão vascular não provoca homeostasia, o que não gera a obstrução completa do fluxo sanguíneo nas artérias (Sato, 2005; Yasuda e colaboradores, 2017).

A restrição do fluxo sanguíneo ou oclusão vascular pode ser realizada utilizando um torniquete, bem como através de manguitos adaptados para os membros superiores ou inferiores incluindo esfigmomanômetro e pera com válvula de pressão, e envolve a obstrução parcial do fluxo sanguíneo a nível arterial durante o exercício.

Porém durante sua aplicabilidade, é de suma importância o controle da pressão exercida e a posição adequada do torniquete ou manguito, esses são cuidados que devem ser observados antes da aplicação do método (Nascimento, 2018).

Antes da aplicação do método de oclusão vascular deve-se tomar algumas medidas de segurança para com o participante que será submetido ao método e o profissional que irá conduzir a aplicação, sejam elas: utilizar treinamento com baixa carga e de curta duração; controlar a pressão de oclusão para evitar a homeostasia com o torniquete ou manguito, gerando isquemia e interrompendo completamente o fluxo de sangue nas veias e artérias; realizar a aplicação do método somente por pessoas que o estudaram, tem experiência e foram treinadas.

A atenção com essas medidas é o ponto chave para evitar complicações com o seu uso (Nascimento, 2018; Nakajima, Morita).

A literatura tem evidenciado que o exercício resistido de baixa intensidade com restrição de fluxo sanguíneo causa, em quase a totalidade de indivíduos treinados, sejam eles atletas ou não, aumentos no tamanho muscular, força e resistência (Slysz, Stultz e Burr, 2016; Júnior e colaboradores, 2018).

Algumas evidências sugerem que fatores neurais, hormonais e metabólicos estão envolvidos nestes efeitos combinados (Takarada, Sato e Ishii, 2002).

Está bastante evidenciado na literatura que o treinamento com restrição de fluxo

realizado a médio prazo (semanas) tem grande potencial de gerar adaptações neurais, sejam elas o aumento do recrutamento de unidades motoras ou outras adaptações associadas, que se refletem em melhora do desempenho físico, desempenho este associado a melhorias na força muscular e hipertrofia (Centner e Lauber, 2020).

O treinamento físico de baixa carga com restrição de fluxo sanguíneo de alta frequência é capaz de promover em curto espaço de tempo (1 semana) em um indivíduo, atleta ou não-atleta, aumentos da força e da hipertrofia muscular sem gerar perda de desempenho ou dano muscular (Takarada, Sato e Ishii, 2002).

A restrição do fluxo sanguíneo combinada com o treinamento resistido gera benefícios significativos em termos de força e hipertrofia muscular em populações clínicas (acometidos de lesão muscular, idosos), em grupos de pessoas ativas e entre atletas competitivos (Wilk e colaboradores, 2018).

Porém ainda é escasso na literatura científica evidências sobre os efeitos agudos associados ao exercício com restrição de fluxo sanguíneo, para tanto, esta revisão se propôs a buscar compreender os principais efeitos causados de forma aguda pelo exercício com restrição de fluxo sanguíneo no desempenho físico.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Protocolo e registro

Trata-se de um estudo de revisão de escopo, conforme o método proposto pelo Instituto Jonna Briggs (JBI, 2014) e com base nas recomendações e no checklist indicadas no PRISMA-ScR (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews) (Tricco e colaboradores, 2018).

O protocolo desta revisão de escopo está indexado na plataforma open source OSF (Open Science Framework) sob o DOI 10.17605/OSF.IO/XQHBA.

### Critérios de elegibilidade

Para formulação da pergunta de pesquisa utilizou-se a estratégia Population, Concept e Context (PCC) comumente utilizado em uma scoping review (Tricco e colaboradores, 2018). Foram incluídos estudos

experimentais publicados até setembro de 2021, sem restrição de idioma, que envolvessem como população (P) indivíduos adultos (18-40 anos), que tratasse diretamente do conceito (C) exercício físico com restrição de fluxo sanguíneo e dentro do contexto (C) do desempenho físico.

Foram excluídos estudos que não abordassem o impacto do exercício físico com restrição de fluxo sanguíneo no desempenho físico, bem como estudos que abordassem o impacto agudo da isquemia pré-condicionante no desempenho físico.

### Fontes de informação

O levantamento bibliográfico foi realizado na data de 16 de outubro de 2021 nas seguintes bases de dados: Web of Science (Categorias: Ciências do esporte e fisiologia), PubMed e SPORTDiscus.

Para a montagem da estratégia de busca foram utilizados os Descritores em Ciências da Saúde (DeCs), junto aos descritores foram empregados os termos booleanos: AND e OR para compor as chaves de busca a serem utilizadas nas bases de dados (Melnyk, 2011; JBI, 2015).

A estratégia de busca utilizada foi a seguinte: (“blood flow restriction exercise” OR “vascular occlusion exercise” OR “blood flow restriction” OR “vascular occlusion” OR KAATSU OR Ischemia) AND (performance OR “physical performances” OR “muscle strength” OR strength OR “strength training” OR “resistance training” OR “physical endurance” OR “endurance training” OR “muscle fatigue” OR “athletic performance” OR sport OR running).

### Seleção de fontes de evidência

A seleção dos estudos foi realizada por 2 revisores e dividida nas seguintes etapas: 1ª Etapa: Eliminação das duplicatas; 2ª Etapa: Triagem inicial dos manuscritos por meio da leitura de título e resumo; 3ª Etapa: Triagem aprofundada a partir da leitura completa dos manuscritos.

Divergências entre os revisores envolvidos na seleção dos estudos foram resolvidas por um terceiro revisor.

Após a conclusão da 3ª etapa, foi feito um rastreamento de citações nos manuscritos selecionados nesta etapa, com o objetivo de identificar possíveis estudos potenciais que não

foram detectados nas bases de dados pesquisadas.

O aplicativo Rayyan QCRI® (Rayyan QCRI, Qatar Computing Research Institute, HBKU, Doha, Qatar) foi utilizado para auxiliar na eliminação de duplicatas e na triagem de títulos e resumos.

Dois pesquisadores realizaram a extração dos dados de forma independente e cega.

Os seguintes dados foram extraídos: características da amostra, características do protocolo de exercício com restrição de fluxo sanguíneo e teste físico analisado. Média e desvio padrão dos principais resultados reportados no estudo foram coletadas.

### Síntese de resultados

A revisão de escopo foi organizada em tabelas de comparação, para averiguar as diferenças clínicas e metodológicas entre os estudos.

Comparar as fontes de heterogeneidade dos estudos avaliando a distribuição por idade, sexo, tipo e tamanho da amostra, duração do estudo, protocolos aplicados com os diferentes grupos e resultados alcançados.

## RESULTADOS

### Seleção das fontes de evidências

As estratégias de busca nas bases de dados escolhidas permitiram encontrar um total de 3028 manuscritos, sendo destas 735 duplicatas.

A leitura com análise dos títulos e resumos, bem como resolução de divergências por parte de um terceiro revisor, permitiu se chegar um número total de 24 artigos incluídos nesta revisão aos quais atendiam aos critérios de elegibilidade.

A partir de triagem aprofundada, com a leitura completa dos manuscritos foram excluídos 6 artigos por não tratarem diretamente no estudo do efeito agudo da restrição de fluxo sanguíneo no desempenho físico de adultos saudáveis, restando 18 artigos nesta revisão.

Ainda como forma de seleção de fontes de evidência foi feito um rastreamento de citações nos 18 manuscritos selecionados nesta última etapa descrita acima, com o objetivo de identificar possíveis estudos

potenciais que não foram detectados nas bases de dados pesquisadas, sendo localizados 4 estudos, aos quais foram incluídos nesta revisão.

Ao final desta seleção de fontes de evidência foram incluídos um total de 22 artigos na revisão de escopo.

O fluxograma (Figura 1) apresenta o fluxo da seleção das fontes de evidências.

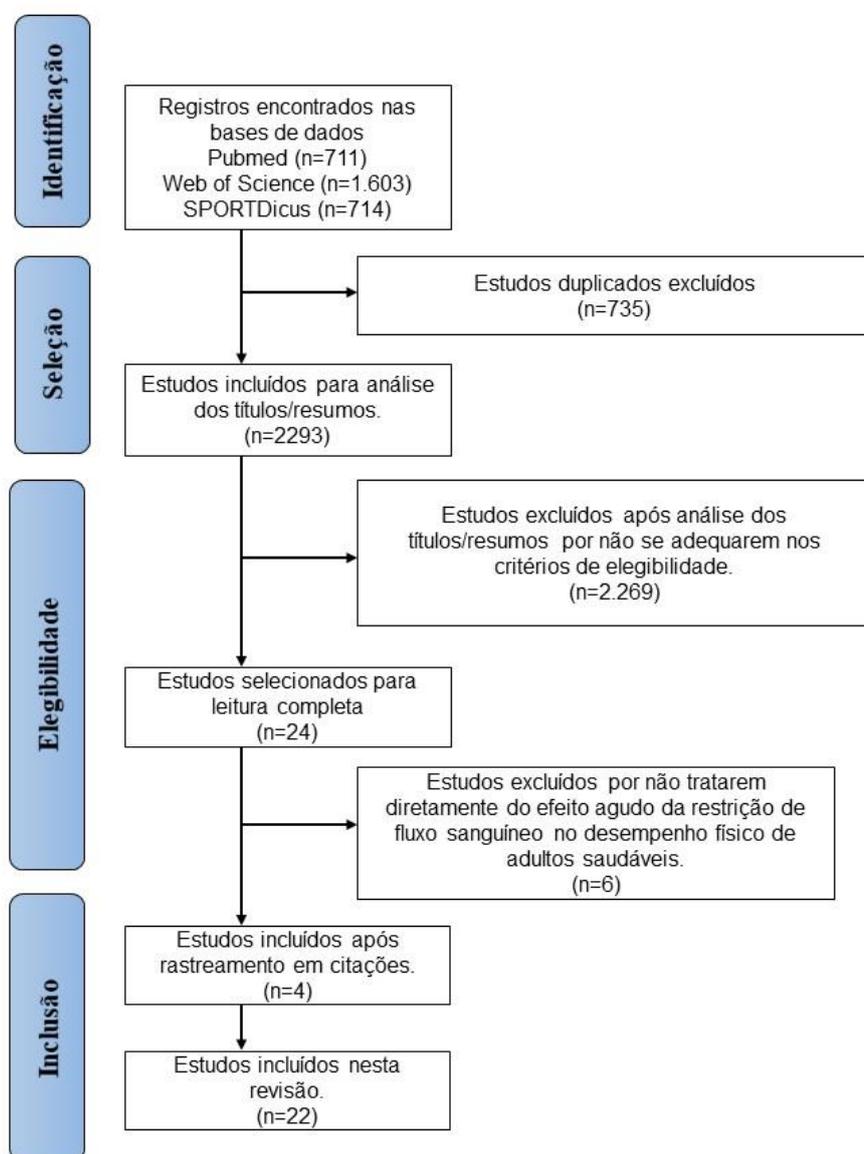


Figura 1 - Fluxograma de seleção das fontes de evidência.

#### Características das fontes de evidências

Os artigos incluídos nesta revisão de escopo foram publicados entre os anos de 2011 e 2021 (Tabelas 1), abrangendo um total de 304 indivíduos (homens, n= 275; mulheres, n=

29), média de idade dos participantes dos estudos incluídos variou de 20 a 29,6 anos, todos os estudos elegíveis e incluídos tratava-se de ensaios clínicos e estudos experimentais.

As tabelas 1 e 2 trazem a análise descritiva dos estudos incluídos nesta revisão.

Tabela 1 - Análise descritiva dos estudos incluídos na revisão.

Estudo	Características da amostra Sujeitos n(Masc/Fem), idade ± DP	Pressão e protocolo de restrição de fluxo sanguíneo utilizado	Grupos e método de exercício utilizado	Principais achados sobre o efeito agudo da BFR no desempenho físico
Loennek e colaboradores, 2011	Adultos recreativamente ativos e saudáveis. 20 (10/10) sujeitos 22,19 anos	Os manguitos foram inflados imediatamente antes da sessão de exercícios e removidos imediatamente após o pós-exercício, conforme protocolo proposto por Loenneke e Pujol (2009). Não foi divulgado o percentual ou a pressão de oclusão aplicada nos testes.	Os participantes realizaram o exercício de extensão bilateral do joelho até a falha sob 2 condições: (1) 1 serie de extensões bilaterais de perna com 30%1RM sem BFR (controle) (2) 1 serie de extensões bilaterais de perna com 30%1RM com BFR (BFR).	O exercício de extensão do joelho com BFR fornece um estímulo para diminuição do tempo até a falha muscular, em comparação ao exercício de baixa intensidade em condições normais.
Takada e colaboradores, 2012	Adultos treinados em corrida de velocidade (n=6 – Tempo médio 100m = 10,90s) e resistência (n=6 Tempo médio 5km = 15min45s). 12 (12/0) sujeitos	A pressão BFR foi definida como 130% da pressão sistólica em repouso.	Os participantes realizaram um exercício de flexão plantar unilateral com 30 reps por min em quatro condições: 2 protocolos sem BFR (1º-20% de 1RM (L); 2º-65% de 1RM por 2min (H)) e 2 protocolos com BFR (1º-20% de 1RM com BFR por 2min (L-BFR) e 2º-20% de 1RM por 3min (BFR prolongado).	BFR pode fornecer efeitos positivos no treinamento de corredores de resistência, mas não em velocistas, pois o estresse muscular é diferente.
Yasuda e colaboradores, 2012	Adultos saudáveis com experiência em treinamento resistido. 9 (9/0) sujeitos 29,6 ± 7,1 anos	O percentual de BFR foi estabelecido por classificação de esforço percebido. Iniciando em 40mmHg, em seguida passando a 100mmHg por 30s depois desinflado por 10s. Este procedimento foi repetido aumentando a pressão de insuflação de 20 a 40mmHg. O valor da BFR foi definido em 170-260 mmHg.	Duas sessões separadas por um intervalo de 1 semana, envolvendo os seguintes exercícios: 1 – Exercício de extensão de tríceps com elástico; 2 – Exercício de flexão de bíceps com elástico (ADM – 140º-10º ou ADM 45º-140º) Duração exercício concêntrico/excêntrico (1,2s/1,2s) 30reps + 3series de 15 reps – recuperação 30s entre serie) Grupos: 1 – Exercício sem BFR (CON); 2 - Exercício com BFR (BFR)	O exercício resistido de baixa carga com BFR usando bandas elásticas aumenta a ativação muscular, sendo, portanto, um método eficaz para promoção da hipertrofia muscular.
Ogawa e colaboradores, 2012	Todos os sujeitos eram habituados a praticar exercícios e esportes recreacionalmente. 8 (8/0) 25.4 ± 1.7 anos	Para a sessão de BFR foi utilizado uma faixa elástica (50 mm comprimento) na porção mais proximal de cada perna. Foi usado como monitor da pressão o aparelho da marca Kaatsu-Master, Sato Sports Plaza, Tokyo, Japão. A pressão utilizada durante toda sessão foi de 220 mmHg.	Cada sujeito caminhou 30min na esteira com e sem BFR. As condições do exercício foram o uso do BFR na esteira a uma velocidade de 56m/min (BFR-Slow), 87m/min (BFR-Fast) e 56m/min sem BFR como controle.	A caminhada combinada BFR da perna pode gerar aumentos agudos no tamanho do músculo, independentemente da velocidade da marcha, o que pode influenciar a hipertrofia muscular.
Loennek e colaboradores, 2013	Adultos saudáveis com prática regular de atividade física que atenda às recomendações da ACSM. 18 (13/5) sujeitos	Para determinação do valor da BFR foi adotado como preditor a pressão de oclusão em repouso com base na circunferência da coxa (45-50cm=120mmHg; 51-55cm=150mmHg; 56-	Duas sessões experimentais (intervalo 7 dias), participantes designados aleatoriamente para grupo A ou B. A – Aquecimento 5min em bicicleta ergométrica + 4 series de exercício dinâmico de	Exercício com BFR ou sem BFR não resulta em decréscimos prolongados no torque muscular, voltando a valores normais em 24hs.

	20 a 31 anos	59cm=180mmHg; >60cm=210mmHg;) durante o protocolo foi usado uma pressão de insuflação de 60% da oclusão arterial.	extensão de joelho com baixa intensidade (fase concêntrica para excêntrica 30%-1RM), 1ª série (30 reps) e 2ª a 4ª série (15 reps) com 30s recuperação. com BFR em um dos membros inferiores, o mesmo protocolo foi adotado para o outro membro sem BFR após 10min. B – Aquecimento 5min em bicicleta ergométrica + 4min parado em posição sentada com BFR em um dos membros inferiores, o mesmo protocolo foi adotado para o outro membro sem BFR após 10min.	Aplicação de BFR na ausência de exercício não tem efeito no forquie.
Neto e colabora 2014	Amostra composta por lutadores de Jiu-Jitsu com experiência mínima de 2 anos em treinamento de força. 12 (12/0) sujeitos 25,95 ± 0,84 anos	O nível de restrição de fluxo do sangue foi determinado por um Doppler portátil (60% BRF) estabelecendo média de 110 ± 2,35 mmHg.	Os participantes realizaram uma série de agachamento até a falha concêntrica, caracterizada pela execução incompleta do movimento ou estar fora do limite de tempo para cada fase de contração (concêntrica/excêntrica). Carga de 80% de 1RM durante o exercício. Amostra dividida em 2 grupos: 1. exercício sem restrição do fluxo sanguíneo (NFR, n=6); 2. exercício com restrição do fluxo sanguíneo (WFR, n=6).	Uma série de agachamento de alta intensidade (80% de 1RM) com BFR pode comprometer o nível de força imediatamente após o exercício nos músculos VM e VL. O exercício de alta intensidade com BFR não parece comprometer o desempenho muscular, quando comparado com o mesmo exercício sem BFR.
Loennek e colabora 2014	Foram selecionados homens fisicamente ativos (ativo por 3 ou mais dias da semana, incluindo 2 ou mais dias de treino resistido de corpo inteiro por pelo menos os últimos 3 meses anteriores a pesquisa). 40 (40/0) sujeitos 18-35 anos	Foi utilizado o manguito de restrição sanguínea de 5cm da marca Hokanson Inc na porção mais proximal de cada coxa. A pressão final usada no teste foi a porcentagem da oclusão arterial estimada a partir da circunferência da coxa	Foi usado o exercício de extensão bilateral de joelho na máquina extensora. Experiment 1 (n=14): HL=70% 1RM (high load, non-BFR); 20%/40 BFR 5 20% 1RM, 40% da POA estimada; 30%/40 BFR 5 30% 1RM, 40% da POA estimada. Experiment 2 (n= 14): 30%= 30% 1RM to failure (non-BFR); 20%/50; BFR= 20% 1RM, 50% e da POA estimada. 30%/50 BFR= 30% 1RM, 50% da POA estimada. Experiment 3 (n =12): 20%= 20% 1RM to failure (non-BFR); 20%/60 BFR 5 20% 1RM, 60% da POA estimada. 30%/60 BFR 5 30% 1RM, 60% da POA estimada.	Pressões relativas altas (60% de oclusão arterial estimada) provavelmente não são necessárias para ver o benefício do exercício de baixa carga em combinação com o BFR
Mendonça e colabora 2015	Participantes fisicamente ativos com treinamento de resistência e corrida por pelo menos 2 dias por semana	O fluxo sanguíneo da perna foi restringido pela aplicação de um manguito pneumático leve de 6 x 83 cm (DE Hokanson, Inc., Bellevue, WA), colocado na porção mais proximal de	Foi utilizado um grupo com BFR e sem BFR para o mesmo protocolo de 5 séries de 3 minutos de caminhada com 1min de descanso em pé entre as séries.	Caminhada com BFR resulta numa maior magnitude do efeito EPOC comparado a caminhada sem BFR. Os efeitos do BFR na resposta fisiológica

	nos últimos 6 meses. 17 (17/0) jovens saudáveis 22,1 ± 2,9 anos de idade	6 ambas as pernas e inflado (E20 Rapid Cuff Inflator, DE Hokanson, Inc., Bellevue, WA) para a pressão designada. O participante então ficou em pé e os manguitos foram inflados a 120mmHg por 30 s. A pressão do balonete foi subsequentemente aumentada em 20mmHg, mantida por 30s e depois liberada por 10s até que a pressão final de 200mmHg fosse atingida		à caminhada em esteira não se limitam às condições de exercício. Mais especificamente, eles demonstram que o impacto do BFR se estende até o período de recuperação pós-exercício, e isso é novo.
Kim e colabora 2015	Adultos fisicamente ativos e saudáveis. 10 (10/0) sujeitos 25 ± 4 anos	A pressão de oclusão nas sessões foi relativizada em 60% e 40% da POA a partir da circunferência da coxa com oclusão arterial. Determinada por meio de um ultrassom Doppler.	Alta: ciclismo de alta intensidade 40BFR: Ciclagem de baixa intensidade a 40% da pressão de oclusão arterial estimada. 60BFR: Ciclagem de baixa intensidade a 60% da pressão de oclusão arterial estimada. CONTRA: Controle não-exercício.	A manipulação da pressão BFR não tem um grande efeito no torque, inchaço muscular, acúmulo de lactato, EMG ou a percepção de esforço ao exercício em ciclo de baixa intensidade.
Fatela e colabora 2016	Adultos saudáveis com pouca experiência em treinamento físico (não praticante de treinamento de força ou resistência nos últimos 6 meses). 14 (14/0) sujeitos 24,8 ± 5,4 anos	A pressão de oclusão individual (POA) foi determinada a partir da pressão em repouso, com o uso de um Doppler. O manguito foi inflado até a pressão alvo antes da primeira serie e mantido até o final dos exercícios, com um tempo total de restrição de ~10min. A POA em repouso média obtida foi de 139,4 ± 7,8mmHg, com diferenças entre sessões < 5% em todos os participantes.	Os participantes realizaram o exercício de extensão unilateral do joelho com dinamômetro isocinético, os mesmos se exercitaram com vários níveis de BFR em 20% de 1RM em todas as sessões de teste, sendo submetidos a 3 condições de BFR: (1) 40% BFR; (2) 60% BFR e (3) 80% BFR. O protocolo envolveu: 4 series de extensão de joelho a 20%1RM (30 + 15 + 15 + 15 reps) com 30s de descanso passivo entre series.	Para um determinado volume e intensidade de exercício, a magnitude da ativação, assim como a fadiga, varia em função da pressão relativa de BFR, logo a RFS não deve ser prescrita com valores padronizados de pressão absoluta. Os valores absolutos e relativos da pressão de BFR não é a mesma entre pessoas diferentes.
Júnior e colabora 2018	Adultos saudáveis com prática regular de exercícios resistidos a pelo menos um ano 3 x semana. 8 (8/0) sujeitos 25,7 ± 3 anos	Para determinação da pressão total de oclusão foi utilizado um Doppler. Sendo adotado 80% do valor obtido em cada participante, sendo a pressão média de membros superiores (111 ± 5mmHg) e de membros inferiores (115 ± 4mmHg).	Dois protocolos randomizados (72hs de intervalo): (a) alta intensidade a 80% de 1RM com 3series x 8 reps (HIRE); (b) baixa intensidade com BFR a 20% de 1RM com 3series x 15 reps (LIRE + BFR), sendo realizados os seguintes exercícios com pesos livres: supino reto, agachamento, remada inclinada com barra e levantamento terra.	A alta intensidade tradicional tem um efeito mais forte do que a baixa intensidade com restrição do fluxo sanguíneo no VO <sub>2</sub> , EPOC e FC indicando maior estresse ventilatório.

**Legenda:** BFR: Restrição de fluxo sanguíneo; POA: Pressão de oclusão arterial; CVM: Contração voluntária máxima; 1-RM; uma repetição máxima.

Tabela 2 - Continuação da análise descritiva dos estudos incluídos na revisão.

Estudo	Características da amostra Sujeitos (Masc/Fem), idade $\pm$ DP	Pressão e protocolo de restrição de fluxo sanguíneo utilizado	Grupos e método de exercício utilizado	Principais achados sobre o efeito agudo da BFR no desempenho físico
Buckner e colaboradores, 2018	Homens saudáveis com experiência em treinamento resistido ( $2,8 \pm 0,8$ anos). 22 (12/10) sujeitos $22 \pm 2$ anos	O nível de restrição e a pressão de oclusão foi determinado e monitorado por um Doppler vascular.	Os participantes completaram 4 condições de teste (2 por Visita). As condições consistiam em quatro séries de exercícios de flexão de cotovelo até a falha usando uma carga alta tradicional [70% 1RM (7000)], carga muito baixa [15% 1RM, 1500)], carga muito baixa com BFR moderado [15% 1RM 40% AOP (1540)], ou carga muito baixa com maior BFR [15% 1RM 80% AOP (1580)].	Cargas muito pesadas (15%1RM) produzem diminuições semelhantes no torque e aumentos semelhantes na espessura do músculo quando realizada perto da falha volitiva, com ou sem a adição de pressão restritiva. Mudanças agudas na espessura do músculo e torque isométrico são muito maiores nos demais grupos em comparação ao grupo de treinamento de alta carga.
Valenzuela e colaboradores, 2019	Jogadores de badminton de elite, saudáveis e altamente treinados (~30hs de treino p/ semana). Participantes de competições internacionais. 8 (8/0) sujeitos $20 \pm 2$ anos	A pressão de oclusão foi individualizada aplicando-se 40% da POA. A POA foi determinada por meio de um ultrassom Doppler.	Cada participante realizou 3 sessões experimentais de sprints repetidos (RS) (RSN: sprints repetidos sob condições normais, RSH: sprints repetidos sob hipóxia com uso de máscara de hipóxia e fração inspirada de $O_2=21\%$ e RS-BFR: sprints repetidos sob BFR). O protocolo envolveu: 15min de aquecimento (rolos de espuma, exercícios de badminton, agachamentos e sprints repetidos) + 3 series de 10 reps de sprints de 10s com repouso de 20s entre reps e 3min entre series.	Sprints repetidos sob hipóxia (RSH) e especialmente sprints repetidos sob BFR (RS-BFR) resultam em desempenho prejudicado e maior percepção de esforço do que sprints repetidos sob condições normais (RSN). Porém estes estímulos não induzem um estresse fisiológico duradouro em jogadores de badminton de elite.
llett e colaboradores, 2019	Relativamente sedentários com não mais que 150 minutos de atividade física por semana nos últimos 6 meses. Estudo randomizado e cruzado. 10 (10/0) sujeitos $25 \pm 6$ anos	Um sistema de torniquete automatizado foi utilizado para determinar a pressão de oclusão de repouso e então definir e ajustar a pressão durante cada BFRE. Todos os participantes do estudo foram submetidos a cinco ensaios (protocolos) experimentais: Carga pesada (80% CVM) sem BFR (HL); Baixa carga (20% CVM) sem BFR (LL) e 3 testes de baixa carga (20% CVM) realizados a 40% (B-40), 60% (B-60) e 80% (B-80) da pressão de oclusão do membro em repouso pré-exercício.	Os participantes realizarão extensões rítmicas unilaterais do joelho em dinamômetro isocinético (3s-cont;1s-relax). Para os ensaios LL e todos BFRE (1 serie de 30 reps + 3 series de 15 reps – 30s interv. entre series). Para HL (4 series de 8 reps – 2,5min interv. entre series).	É necessário um mínimo de 60% da LOP para que a BFR seja potencialmente eficaz no treinamento, restrições acima deste percentual exacerba a fadiga e o estresse metabólico do exercício, enquanto pressões entre 60-80% de LOP modula a atividade muscular necessária para completar os requisitos do trabalho.
Rawska e colaboradores	Atletas adultas saudáveis experientes em treinamento de	A pressão do manguito foi ajustada para o valor de ~80% da pressão de oclusão arterial total do membro	Os participantes realizaram 5 séries do exercício supino (PA) com o número máximo de repetições em cada série a	O uso do BFR no treinamento resistido pode melhorar sua eficácia através do efeito de

dores, 2019	força (3,9 ± 0,63 anos). 04 (0/04) sujeitos 27,3 ± 2,2 anos	superior em repouso. O nível de restrição vascular foi controlado por um Doppler portátil Edan SD3. A restrição do fluxo sanguíneo foi mantida durante toda a sessão de exercício (incluindo períodos de descanso) e foi liberado imediatamente após a conclusão os protocolos de teste.	80%1RM com intervalos de descanso de 3 minutos em diferentes sessões: • Tempo rápido 2/0/X/0 com BFR (FASTBFR), • 2/0/X/0 tempo rápido sem BFR (FASTNO-BFR), • 6/0/X/0 andamento lento com BFR (SLOWBFR), • 6/0/X/0 andamento lento sem BFR (SLOWNO-BFR). O movimento foi controlado com um metrônomo cadência na fase excêntrica (Korg MA-30, Korg, Melville, Nova York, EUA). A fase concêntrica foi realizada no tempo máximo de movimento (X). Cada conjunto experimental foi realizado até a falha concêntrica.	trabalho mecânico gerado pelo próprio torniquete. Através da modificação da duração da fase excêntrica/concêntrica do movimento, pode-se introduzir etapas adicionais de periodização no desenvolvimento de hipertrofia, força e potência, o que abre novas oportunidades para modificação das variáveis do treinamento resistido.
Fortin e colaboradores, 2019	Atletas do time de Futebol Americano da Universidade Laval do Canadá. 16 (16/0) sujeitos 21 ± 1,8 anos	A determinação da pressão de oclusão usada foi obtida através de percepção de desconforto a partir de uso de diferentes níveis de pressão com um manguito na coxa medial, em uma escala de 1 a 10, onde a pressão leve foi determinada quando se atingiu a percepção 3 e a pressão moderada foi determinada quando se atingiu a percepção 7.	O protocolo de teste consistiu em doze corridas de 20 m correndo sprints intercalados com 20 s de recuperação ativa. Durante os períodos de recuperação, os participantes teve que correr de volta para a linha de partida, então todos os sprints foram executados na mesma direção. Com o uso de BFR em dois níveis de restrição: 1 – com pressão leve (SHAM) ou moderada (WFR).	Realizar ≈15 min de aquecimento com restrição de fluxo sanguíneo em um pressão percebida moderada de 7 em 10 pode aumentar o volume sanguíneo local ([THb]MAX) e saturação de O <sub>2</sub> (SmO <sub>2</sub> MIN/MAX) em jogadores de futebol americano altamente treinados.
Gepfert e colaboradores, 2020	Amostra composta por atletas de judô, com experiência em treinamento resistido de 10,7 ± 2,26 anos. 10 (10/0) sujeitos 28 ± 5,75 anos	O nível de restrição vascular foi controlado por um Doppler portátil Edan SD3 com uma tela de OLED e uma sonda de 2mHz DA Edan Instruments (Shenzen, China). Os manguitos de pressão foram colocados na região mais proximal de cada perna. A pressão de compressão foi ajustada para ~100% da pressão arterial total (173 ± 17 mmHg) ou até 150% da pressão de oclusão arterial (256 ± 26 mmHg).	Cada participante realizou 3 protocolos de testes diferentes em um estudo cruzado e contrabalanceado. Nas sessões experimentais os sujeitos realizaram 3 series de 3 repetições do back squat, com 70% de 1RM. Todos da amostra participaram dos 3 protocolos abaixo: 1. Controle, sem compressão externa; 2. Compressão intermitente com pressão arterial de oclusão de 100%; 3. Compressão intermitente com pressão arterial de oclusão de 150%.	Combinar pressão de compressão extremamente alta (150%) com altas cargas externas (70% 1-RM) durante exercício resistido é uma estratégia eficaz para aumentar a potência e a velocidade da barra em várias series do back squat.
Wilk e colaboradores, 2020	Adultos saudáveis com experiência em treinamento de força de 5,7 ± 2,93 anos. 12 (12/0) sujeitos 23,2 ± 2,66 anos	A pressão de oclusão individual (POA) foi determinada a partir da pressão em repouso, com o uso de um Doppler. A pressão durante o exercício foi ajustada para o valor de 100 ou 150% da POA (135mmHg ± 16 para BFR100; 202mmHg ± 23 para BFR150).	Os sujeitos realizaram 3 testes e diferentes condições: 1 – Sem BFR (NO-BFR); 2 – BFR com pressão de 100% POA (BFR100); 3 - BFR com pressão de 150% POA (BFR150). Utilizou-se do exercício supino, onde as 3 sessões experimentais envolveram: 5min aquecimento em ergômetro (±130bpm) + 15, 10,	O BFR de alta pressão de curto prazo aumenta a força máxima em um teste de 1RM, e permite um maior número de repetições e TUT mais longo durante várias séries de um exercício multiarticular para a parte superior do corpo,

		A restrição de fluxo foi aplicada imediatamente antes do início do conjunto de exercícios e liberado imediatamente após a conclusão da última repetição.	5 e 3 reps usando 20, 40, 60 e 80% do seu 1RM estimado.	realizado até a falha muscular. A BFR de alta pressão pode ser uma ferramenta importante na força e desempenho de resistência de força.
Wilk e colaboradores, 2020	Homens saudáveis com experiência em treinamento resistido (2,8 ± 0,8 anos). 11 (11/0) sujeitos 23,5 ± 1,4 anos	O nível de restrição por determinado e monitorado por um Doppler vascular, sendo ajustado em ~70% da pressão de oclusão arterial (231 ± 20mmHg).	Cada sujeito realizou três protocolos de teste: sem BFR (NO-BFR); BFR intermitente (I-BFR) e BFR contínuo (C-BFR). Durante cada sessão experimental, os sujeitos realizou oito séries de duas repetições cada, com cargas de 20 a 90% 1RM (passos de 10%) e 3 min de descanso entre cada conjunto. Cada repetição foi realizada com duração de 2 s de a fase excêntrica do movimento e um tempo máximo em a fase concêntrica do exercício de PA. Na condição C-BFR a oclusão foi mantida durante todo o ensaio, enquanto no I-BFR, a oclusão foi liberada a cada 3 min de intervalo de descanso.	A BFR usada durante exercício resistido aumenta a velocidade de pico da barra e, portanto, pode útil para melhorar o desempenho explosivo durante o treinamento resistido. No entanto, tais melhorias sob BFR foram observadas apenas em cargas de 20 a 50% 1RM.
Wilk e colaboradores, 2020	Os sujeitos selecionados eram experientes no treinamento resistido, sendo um dos critérios de inclusão ter um recorde pessoal do supino reto de pelo menos 120% do peso corporal. 14 (14/0) 27 ± 3,5 anos	Os sujeitos usaram manguitos na região mais proximal de ambos os braços. Para os manguitos estreitos foi utilizado a marca KAATSU (Master, Sato Sports Plaza, Tokyo, Japão), enquanto para os manguitos largos foi usado Smart Cuffs (Smart Tools Plus LLC, Strongsville, OH). A pressão do manguito para exercício foi ajustada para aproximadamente 90% da AOP completa.	O experimento seguiu um desenho cruzado randomizado de 3 condições de treino diferentes: Sem BFR, com BFR manguito estreito de 4cm e com BFR manguito largo de 10cm. Cada grupo experimental realizou 1 série de 3 repetições com 70% da carga máxima para cada condição	O principal achado do estudo foi que a oclusão de alta pressão de curto prazo aumenta significativamente a potência e a velocidade da barra durante o exercício de Supino. Além disso, os resultados também indicaram que PP, MP, PV e MV foram significativamente maiores durante o supino com manguito largo do que o supino nas condições de manguito estreito. Isso sugere que a eficácia do BFR é condicionada pela largura do manguito.
Lauber e colaboradores, 2021	Adultos jovens (18 a 35 anos) saudáveis e recreativamente ativos (2-3 hs de atividade física por semana). 15 (15/0) sujeitos 26 ± 2 anos	Para determinação da pressão de oclusão arterial (AOP) foi utilizado um Doppler. Durante o exercício, a pressão do manguito foi predefinida para 50% da AOP de cada indivíduo e mantido inflado durante toda a sessão, incluindo períodos de descanso.	Duas sessões de exercício isométrico de extensão do joelho (3 series de 90s com ângulo de 90°, com 30s de intervalo), realizadas em dois dias diferentes em ordem aleatória e contrabalanceada: 1- baixa carga (20%CVM) sem BFR (LL) e 2- baixa carga (20%CVM) com BFR (LL-BFR).	Ativação muscular, acúmulo metabólico e inchaço muscular são aumentados após exercício isométrico sem alcance de fadiga voluntária com protocolo LL-BFR a 20% de CVM. O treinamento isométrico segundo o protocolo LL-BFR se mostra um modelo viável e promissor para facilitar adaptações musculares.
Gepfert e colaboradores	Adultos saudáveis com experiência (3,9 ± 2,4 anos)	Para determinação da pressão total de oclusão arterial (AOP) foi utilizado um	Duas sessões em ordem randomizada e contrabalanceada do exercício de supino sob duas	A BFR utilizada durante o exercício resistido de membros superiores

dores, 2021	em treinamento resistido. 14 (14/0) sujeitos 25,6 ± 4,1 anos	Doppler. A pressão do manguito durante o protocolo foi ajustada em 70% da AOP (240 ± 22 mmHg). A BFR foi aplicada 3min antes do início da 1ª série de exercício e mantida durante todo o protocolo inclusive os intervalos de descanso.	condições: 1 - sem BFR (CON); 2 – BFR contínuo (BFR). Protocolo do exercício: 3 series de 80%1RM (número máximo de reps com velocidade máxima nas fases excêntrica e concêntrica), recuperação – 3 min entre series.	realizado até a falha muscular a 80% de 1RM não diminui o nível de desempenho de força-resistência, porém diminui a velocidade da barra, sem impacto negativo no REP.
-------------	--------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Legenda:** BFR: Restrição de fluxo sanguíneo; POA: Pressão de oclusão arterial; CVM: Contração voluntária máxima; 1-RM; uma repetição máxima.

## DISCUSSÃO

O presente estudo buscou compreender os principais efeitos causados de forma aguda pelo exercício com restrição de fluxo sanguíneo no desempenho físico.

Efeitos da restrição de fluxo sanguíneo no exercício resistido.

Já se sabe que o exercício resistido de baixa intensidade combinado com oclusão vascular causa, em quase a totalidade de atletas treinados, aumentos no tamanho muscular, força e resistência (Slysz e colaboradores, 2016; Júnior e colaboradores, 2018).

A restrição de fluxo sanguíneo combinada com altas ou baixas cargas e de curto prazo, no treinamento resistido, tem demonstrado ser eficaz no aumento da potência de pico e velocidade da barra para exercício de membro superior em atletas de judô (Gepfert e colaboradores, 2020; Wilk e colaboradores, 2020; Wilk e colaboradores, 2020).

No entanto, quando o exercício resistido de membros superiores com alta carga (80% 1RM) e realizado até a falha muscular, gera uma diminuição na velocidade da barra e no torque muscular, sem necessariamente comprometer o número de repetições e sem gerar diminuição no nível de desempenho de força-resistência em indivíduos adultos não atletas (Gepfert e colaboradores, 2021; Buckner e colaboradores, 2018).

Quando se fala em exercício de baixa intensidade com restrição de fluxo sanguíneo, este fornece um estímulo para a diminuição do tempo até a falha muscular em comparação com o exercício de baixa intensidade em condições normais (Loenneke e colaboradores, 2011).

Portanto, não se faz necessário a aplicação de pressões de restrição altas (≤60%

da pressão de oclusão arterial) para a indução de algum benefício com o exercício de restrição de fluxo sanguíneo de forma aguda (Loenneke e colaboradores, 2013).

Esses achados sobre o efeito agudo da restrição de fluxo sanguíneo no treinamento resistido, combinada com altas ou baixas cargas e de curto prazo, são diferentes, quando comparamos aos efeitos à médio e longo prazo, pois o treinamento resistido com alta carga, realizado a médio e longo prazo, demonstra ganhos superiores em força muscular em comparação com o treinamento com restrição de fluxo realizado com baixa carga (Lixandrão e colaboradores, 2017).

É importante ressaltar que quando o exercício com restrição de fluxo sanguíneo é comparado com o exercício de baixa carga sozinho, em médio e longo prazo, o exercício com restrição de fluxo se mostra mais eficaz no aumento da força e hipertrofia muscular (Wilk e colaboradores, 2020).

Já quando se fala em exercício resistido com alta pressão de restrição (100% a 150% da pressão de oclusão arterial) ele pode ser uma ferramenta importante na força e no desempenho de resistência de força (Loenneke e colaboradores, 2014).

Quando se fala de níveis de força pós-exercício resistido e de alta intensidade combinado com restrição de fluxo, percebeu-se uma perda nesta capacidade física em estudo com atletas de jiu-jitsu (Mendonca e colaboradores, 2015).

Porém, a aplicação de exercício resistido de baixa intensidade com restrição de fluxo não resulta em decréscimos prolongados no torque muscular, voltando a valores normais em 24hs em adultos ativos e saudáveis (Takada e colaboradores, 2012).

Com relação ao exercício isométrico com uso de restrição de fluxo ele se mostrou promissor para gerar adaptações musculares

positivas em indivíduos adultos jovens ativos e não atletas (Fortin e Billaut, 2019).

Efeitos da restrição de fluxo sanguíneo no exercício aeróbico.

Um dos estudos incluídos nesta revisão mostrou que o estresse metabólico muscular indicado pelos níveis de PCr e diminuição do pH intramuscular durante exercício de flexão plantar unilateral com BFR é significativamente maior em corredores de resistência do que em velocistas. Esses achados indicam que os corredores de resistência podem ser mais efetivamente submetidos a um estresse muscular maior aplicando BFR durante o exercício resistido do que atletas de velocidade. Fatores neurais, hormonais e metabólicos parecem estar envolvidos nestes efeitos de forma combinada. (Takada e colaboradores, 2012).

Uma das explicações para isso está associado a uma maior capacidade aeróbica dos corredores de resistência, que leva a uma maior oferta de oxigênio para o músculo em exercício, o que pode representar uma maior dependência de fluxo sanguíneo pelos corredores de resistência (Torok e colaboradores, 1995; Gollnick e colaboradores, 1972).

Portanto, pode haver uma maior perturbação da BFR no metabolismo energético durante o exercício em corredores de resistência em comparação com velocistas. Outro fator associado envolve as propriedades histológicas dos diferentes tipos de fibras musculares, ou seja, corredores de resistência têm mais fibras de contração lenta, conseqüentemente mitocôndrias de maior tamanho e em maior quantidade, além de maior densidade capilar e enzimas oxidativas resultando em uma maior dependência de oxigênio (Costill e colaboradores, 1976; Holloszy e colaboradores, 1984).

Outro estudo incluído nesta revisão e conduzido por Ogawa e colaboradores (2012) que submeteu um grupo de sujeitos ativos a uma sessão de caminhada de 30 minutos com e sem BFR, mostrou aumentos na espessura muscular do quadríceps e do tríceps sural, sem necessariamente provocar fadiga induzida pela BFR, o que sugere que aumentos agudos no tamanho dos músculos ativos das pernas submetido a BFR, independente da velocidade da marcha pode induzir e influenciar a hipertrofia muscular.

Não há um consenso se este aumento na espessura muscular foi devido ao inchaço

celular, porém sabe-se que quando se tem alterações agudas no volume celular induzidas por mudanças na osmolaridade extracelular este pode representar um importante fator modulador do metabolismo das proteínas, estimulando a síntese proteica e suprimindo a proteólise (Sjogaard e Saltin, 1982; Berneis e colaboradores, 1999; Haussinger e colaboradores, 1993; Millar e colaboradores, 1997).

Outro estudo incluído nesta revisão buscou investigar os efeitos da caminhada em esteira com BFR no EPOC (consumo excessivo de oxigênio pós exercício) (Mendonça e colaboradores, 2015).

Percebeu-se que a caminhada com BFR resulta em uma maior magnitude de EPOC quando comparada a uma condição não-BFR, mas esse EPOC foi relativamente curto (5min) e mínimo (<5kcal), porém deve-se levar em consideração a intensidade do exercício utilizada na caminhada que não ultrapassou 30% do  $VO_2$  máx, considerando que intensidades acima de 50-60%  $VO_2$  máx se fazem necessárias para induzir aumentos significativos no EPOC, gerando um estresse fisiológico maior (Borsheim e Bahr, 2003).

Entre as variáveis fisiológicas que podem possivelmente mediar o efeito da intensidade do EPOC no músculo estão o aumento da reposição dos estoques de  $O_2$  no sangue e nos músculos, creatina fosfato, ressíntese de ATP, remoção de lactato, aumento da ventilação pulmonar, aumento de temperatura corporal e circulação e estimulação de catecolaminas (Bahr, 1992; Gaesser e Brooks, 1984).

Porém sabe-se que a utilização da BFR no treinamento resistido parece influenciar em uma maior magnitude do efeito EPOC em comparação com seu uso nos exercícios aeróbicos, favorecendo um maior gasto energético e principalmente um maior efeito no aumento da hipertrofia muscular e força (Gillette e colaboradores, 1994; Abe e colaboradores, 2006; Karabulut e colaboradores, 2010).

O estudo conduzido por Kim e colaboradores (2015) que também está incluído na revisão verificou o efeito agudo do ciclismo em três condições: alta intensidade sem BFR, baixa intensidade com 40%BFR e 60%BFR.

Entre os achados percebeu-se que o exercício aeróbico de alta intensidade e sem BFR fornece uma resposta muscular aguda maior do que o exercício de baixa intensidade

combinado com BFR, além de confirmar que diferentes pressões (40%BFR ou 60%BFR) não geram diferenças significativas nas respostas musculares, incluindo inchaço muscular, torque muscular, acúmulo de lactato, frequência cardíaca e percepção de esforço.

Os resultados deste estudo mostraram que não houve diferenças no torque muscular pós exercício aeróbico independente da pressão aplicada, diferentemente do que se percebe no exercício resistido com BFR, onde se tem um maior nível de fadiga pós exercício, o que pode ter uma associação com maiores ganhos em níveis de hipertrofia muscular e força nesse modelo de exercício em comparação com o exercício aeróbico (Loenneke e colaboradores, 2010; Loenneke e colaboradores, 2013; Ogawa e colaboradores, 2012).

Outro achado importante deste estudo mostrou que ao contrário do que se observa no treinamento resistido de baixa carga com BFR, no exercício aeróbico com BFR não se observou um aumento significativo na amplitude da atividade eletromiográfica (EMG), pois somente o exercício de alta intensidade sem BFR gerou um aumento na EMG ao longo do tempo.

É importante reforçar que amplitudes mais altas na atividade eletromiográfica indicam um maior nível de recrutamento de unidades motoras e maior nível de disparo e/ou sincronização destas unidades durante o exercício, isto gera uma maior sobrecarga metabólica, aumentando a depleção dos estoques de fosfocreatina e diminuindo o pH celular, favorecendo com isso maiores ganhos em hipertrofia e força muscular (Cook e colaboradores, 2013; Fahs e colaboradores, 2015; Suga e colaboradores, 2010).

Todos esses achados reforçam e sugerem que o uso da restrição de fluxo durante uma sessão de exercícios resistidos com baixa carga, pode ser uma estratégia viável com atletas de esportes de endurance para manutenção e possível melhoria dos níveis de hipertrofia e principalmente força muscular, não havendo, portanto, a obrigatoriedade de submeter estes atletas a uma alta carga durante a sessão de treinamento resistido, com o objetivo de melhorar seus níveis força para o esporte praticado, possibilitando uma recuperação mais rápida para seguir com as demais sessões de treinamentos aeróbicos, colaborando para uma redução dos riscos de

lesões musculares e articulares, redução de dor muscular tardia e fadiga associados ao treinamento resistido de alta intensidade.

## CONCLUSÃO

Em conclusão, os resultados desta revisão de escopo nos permitem afirmar que a restrição de fluxo sanguíneo, aplicada de forma aguda no exercício resistido, é eficaz no aumento da potência de pico, combinada com altas ou baixas cargas e de curto prazo, bem como seu uso com altas ou baixas pressões de restrição é uma ferramenta viável para melhora do desempenho de força e resistência de força, assim como aumentos na hipertrofia muscular.

É possível concluir também que a restrição de fluxo sanguíneo aplicada de forma aguda no exercício aeróbico, não gera efeitos positivos no desempenho físico em marcadores como: volume de oxigênio ( $VO_2$ ), consumo excessivo de oxigênio pós exercício (EPOC), frequência cardíaca e acúmulo de lactato, quando comparado ao mesmo protocolo sem restrição de fluxo.

## REFERÊNCIAS

- 1-Abe, T.; Kearns, C.F.; Sato, Y. Muscle size and strength are increased following walking training with restricted venous blood flow from the leg muscle, Kaatsu-walking training. *J Appl Physiol*. Num. 100. 2006. p. 1460-1466.
- 2-Bahr, R. Excess postexercise oxygen consumption-magnitude, mechanisms and practical implications. *Acta Physiol Scand Suppl*. Num. 605. 1992. p. 1-70.
- 3-Berneis, K.; Ninnis, R.; Haussinger, D.; Keller, U. Effects of hyperand hypoosmolality on whole body protein and glucose kinetics in humans. *Am. J. Physiol*. Num. 276. 1999. p. 88-195.
- 4-Borsheim, E.; Bahr, R. Effect of exercise intensity, duration and mode on post-exercise oxygen consumption. *Clin Nutr*. Num. 33. 2003. p. 1037-1060.
- 5-Buckner, S.L.; e colaboradores. Acute skeletal muscle responses to very low-load resistance exercise with and without the application of blood flow restriction in the upper body. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. Vol. 39. Num. 3. 2018. p. 201-208.

- 6-Centner, C.; Lauber, B. A Systematic Review and Meta-Analysis on Neural Adaptations Following Blood Flow Restriction Training: What We Know and What We Don't Know. *Frontiers in Physiology*. 2020.
- 7-Cook, S.B.; Murphy, B.G.; Labarbera, K.E. Neuromuscular function following a bout of low-load blood flow restricted exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* Num. 45. 2013. p. 67-74.
- 8-Costill, D.L.; Daniels, J.; Evans, W.; Fink, W. e colaboradores. Skeletal muscle enzymes and fiber composition in male and female track athletes. *J Appl Physiol.* Num. 40. 1976. p. 149-154.
- 9-Fahs, C.A.; Loenneke, J.P.; Thiebaud, R.S.; Rossow, L.M. e colaboradores. Muscular adaptations to fatiguing exercise with and without blood flow restriction. *Clin. Physiol. Funct. Imaging.* Num. 35. 2015. p. 167-176.
- 10-Fatela, P.; e colaboradores. Acute effects of exercise under different levels of blood-flow restriction on muscle activation and fatigue. *European Journal of Applied Physiology.* Vol. 116. Num. 5. 2016. p. 985-995.
- 11-Fortin, J.-F.; Billaut, F. Blood-Flow Restricted Warm-Up Alters Muscle Hemodynamics and Oxygenation during Repeated Sprints in American Football Players. *Sports.* Vol. 7. Num. 5. 2019. p. 121.
- 12-Gaesser, G.A.; Brooks, G.A. Metabolic bases of excess post-exercise oxygen consumption: a review. *Med Sci Sports Exerc.* Num. 16. 1984. p. 29-43.
- 13-Gepfert, M. e colaboradores. Acute impact of blood flow restriction on strength-endurance performance during the bench press exercise. *Biology of Sport.* Vol. 38. Num. 4. 2021. p. 653-658.
- 14-Gepfert, M.; e colaboradores. The Acute Impact of External Compression on Back Squat Performance in Competitive Athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* Vol. 17. Num. 13. 2020. p. 4674.
- 15-Gillette, C.A.; Bullough, R.C.; Melby, C.L. Postexercise energy expenditure in response to acute aerobic or resistive exercise. *Int J Sport Nutr.* Num. 4. 1994. p. 347-360.
- 16-Gollnick, P.D.; Armstrong, R.B.; Saubert, C.W.; Piehl, K. Enzyme activity and fiber composition in skeletal muscle of untrained and trained men. *J Appl Physiol.* Num. 33. 1972. p. 312-319.
- 17-Haussinger, D.; Roth, E.; Lang, F.; Gerok, W. Cellular hydration state: an important determinant of protein catabolism in health and disease. *Lancet.* Num. 341. 1993. p. 1330-1332.
- 18-Holloszy, J.O.; Coyle, E.F. Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consequences. *J Appl Physiol.* Num. 56. 1984. p. 831-838.
- 19-Ilett, M.J.; e colaboradores. The Effects of Restriction Pressures on the Acute Responses to Blood Flow Restriction Exercise. *Frontiers in Physiology.* Num. 10. 2019.
- 20-JBI. Joanna Briggs Institute. Joanna Briggs Reviewers' Manual: 2014. Australia: JBI 2014 <http://joannabriggs.org/assets/docs/sumari/ReviewersManual-2014>.
- 21-JBI. Joanna Briggs Institute. Methodology for JBI Scoping Reviews - Joanna Briggs 2015. Australia: JBI; 2015 [http://joannabriggs.org/assets/docs/sumari/Reviewers-Manual\\_Methodology-for-JBI-Scoping-Reviews 2015; 2](http://joannabriggs.org/assets/docs/sumari/Reviewers-Manual_Methodology-for-JBI-Scoping-Reviews 2015; 2).
- 22-Júnior, A.T.A.; e colaboradores. Oxygen uptake and resistance exercise methods: the use of blood flow restriction. *Rev Bras Med Esporte.* Vol. 24. Num. 5. 2018. p. 243-346.
- 23-Karabulut, M.; Cramer, J.T.; Abe, T.; Sato, Y. e colaboradores. Neuromuscular fatigue following low-intensity dynamic exercise with externally applied vascular restriction. *J Electromyogr Kinesiol.* Num. 20. 2010. p. 440-447.
- 24-Kim, D.; e colaboradores. The acute muscular effects of cycling with and without different degrees of blood flow restriction. *Acta Physiologica Hungarica.* Vol. 102. Num. 4. 2015. p. 428-441.

- 25-Lauber, B. e colaboradores. Isometric blood flow restriction exercise: acute physiological and neuromuscular responses. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*. Vol. 13. Num. 1. 2021. p. 12.
- 26-Lixandrão, M.E.; e colaboradores. Magnitude of Muscle Strength and Mass Adaptations Between High-Load Resistance Training Versus Low-Load Resistance Training Associated with Blood-Flow Restriction: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*. 2017.
- 27-Loenneke, J.P.; e colaboradores. Blood flow restriction does not result in prolonged decrements in torque. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 113. Num. 4. 2013. p. 923-931.
- 28-Loenneke, J.P.; e colaboradores. Blood flow restriction reduces time to muscular failure. *European Journal of Sport Science*. Vol. 12. Num. 3. 2011. p. 238-243.
- 29-Loenneke, J.P.; e colaboradores. Effects of exercise with and without different degrees of blood flow restriction on torque and muscle activation. *Muscle & Nerve*. Vol. 51. Num. 5. 2014. p. 713-721.
- 30-Loenneke, J.P.; Wilson, G.J.; Wilson, J.M.A mechanistic approach to blood flow occlusion. *Int. J. Sports Med*. Num. 31. 2010. p. 1-4.
- 31-Melnyk, B.M.; Fineout-Overholt, E. Making the case for evidence-based practice. In: Melnyk BM, Fineout Overholt E. Evidence based practice in nursing & healthcare. A guide to best practice. Philadelphia, PA: Lippincot Williams & Wilkins. 2011. p. 3-24.
- 32-Mendonça, G.; e colaboradores. Effects of Walking with Blood Flow Restriction on Excess Post-exercise Oxygen Consumption. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 36. Num. 3. 2015. p. 11-18.
- 33-Millar, I.D.; Barber, M.C.; Lomax, M.A.; Travers, M.T. Mammary protein synthesis is acutely regulated by the cellular hydration state. *Biochem. Biophys. Res. Commun*. Num. 230. 1997. p. 351-355.
- 34-Nakajima, T.; Morita, T.; Sato, Y. Key considerations When conducting KAATSU training. *International Journal of KAATSU Training Research*. Vol. 7. Num. 1. 2011. p. 1-6.
- 35-Nascimento, D. C. Oclusão vascular e exercício físico: da ciência a prática clínica. São Paulo. Blucher. 2018.
- 36-Neto, G. R.; e colaboradores. Effects of High-Intensity Blood Flow Restriction Exercise on Muscle Fatigue. *Journal of Human Kinetics*. Vol. 41. Num. 1. 2014. p. 163-172.
- 37-Ogawa, M.; e colaboradores. Time course changes in muscle size and fatigue during walking with restricted leg blood flow in young men. *Journal of Physical Education and Sports Management*. Vol. 3. Num. 1. 2012. p. 14-19.
- 38-Rawska, M.; e colaboradores. Does blood flow restriction influence the maximal number of repetitions performed during the bench press? A pilot study. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*. 2019. p. 9-17.
- 39-Sato, Y. The history and future of KAATSU training. *International Journal of KAATSU Training Research*. Vol. 1. Num. 1. 2005. p. 1-5.
- 40-Sjogaard, G.; Saltin, B. Extra- and intracellular water spaces in muscles of man at rest and with dynamic exercise. *Am. J. Physiol*. Num. 243. 1982. p. 271-280.
- 41-Slysz, J.; Stultz, J.; Burr, J.F. The efficacy of blood flow restricted exercise: A systematic review & meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2016.
- 42-Suga, T.; Okita, K.; Morita, N.; Yokota, T. Dose effect on intramuscular metabolic stress during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction. *J. Appl. Physiol*. Num. 108. 2010. p. 1563-1567.
- 43-Takada, S.; e colaboradores. Blood Flow Restriction Exercise in Sprinters and Endurance Runners. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol. 44. Num. 3. 2012. p. 413-419.
- 44-Takarada, Y.; Sato, Y.; Ishii, N. Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 86. Num. 4. 2002. p. 308-314.

45-Torok, D.J.; Duey, W.J.; Bassett, D.R. Jr.; Howley, E.T. Cardiovascular responses to exercise in sprinters and distance runners. *Med Sci Sports Exerc.* Vol. 27. Num. 7. 1995. p. 1050-1056.

46-Tricco, A.C.; Lillie, E.; Zarin, W.; O'Brien, K.K.; Colquhoun, H.; Levac, D. PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA ScR): Checklist and Explanation. *Ann Intern Med.* Num. 169. 2018. p. 467-473.

47-Valenzuela, P.L.; e colaboradores. Acute Responses to On-Court Repeated-Sprint Training Performed with Blood Flow Restriction Versus Systemic Hypoxia in Elite Badminton Athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance.* Vol. 14. Num. 9. 2019. p. 1280-1287.

48-Wilk, M.; e colaboradores. Acute Effects of Continuous and Intermittent Blood Flow Restriction on Movement Velocity During Bench Press Exercise Against Different Loads. *Frontiers in Physiology.* Num. 11. 2020.

49-Wilk, M.; e colaboradores. Short-Term Blood Flow Restriction Increases Power Output and Bar Velocity During the Bench Press. *Journal of Strength and Conditioning Research.* 2020.

50-Wilk, M.; e colaboradores. Technical and training related aspects of resistance training using blood flow restriction in competitive sport - A review. *Journal of Human Kinetics.* 2018.

51-Wilk, M.; e colaboradores. The Acute Effects of External Compression with Blood Flow Restriction on Maximal Strength and Strength-Endurance Performance of the Upper Limbs. *Frontiers in Physiology.* Num. 11. 2020.

52-Yasuda, T.; e colaboradores. Effects of low-intensity, elastic band resistance exercise combined with blood flow restriction on muscle activation. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports.* Vol. 24. Num. 1. 2012. p. 55-61.

53-Yasuda, T.; e colaboradores. Use and safety of KAATSU training: Results of a national survey in 2016. *International Journal of KAATSU Training Research.* Vol. 13. Num. 1. 2017. p. 1-9.

E-mail do autor:

jo5fdasilva@hotmail.com  
iago.medeiros.105@ufrn.edu.br  
jo\_fdasilva@yahoo.com.br  
paulo.dantas.1@ufrn.br  
brenotcabral@gmail.com  
jo5fdasilva@hotmail.com

Recebido para publicação em 30/08/2023

Aceito em 02/02/2024