

UNIVERSIDADE EVANGÉLICA DE GOIÁS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MOVIMENTO HUMANO E
REABILITAÇÃO

William Riciere Pedon

**RESPOSTAS HEMODINÂMICAS AGUDAS DO EXERCÍCIO RESISTIDO DE
BAIXA INTENSIDADE COM RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO EM
INDIVÍDUOS JOVENS E IDOSOS**

Anápolis - GO

2022

William Riciere Pedon

**RESPOSTAS HEMODINÂMICAS AGUDAS DO EXERCÍCIO RESISTIDO DE
BAIXA INTENSIDADE COM RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO EM
INDIVÍDUOS JOVENS E IDOSOS**

Projeto de pesquisa apresentado à
Universidade Evangélica de Goiás -
UniEVANGÉLICA - para o exame de
defesa para obtenção do título de Mestre
em Movimento Humano e Reabilitação.
Orientador: Prof. Dr. Gaspar Rogério da
Silva Chiappa

Anápolis - GO

2022

William Riciere Pedon

**RESPOSTAS HEMODINÂMICAS AGUDAS DO EXERCÍCIO RESISTIDO DE
BAIXA INTENSIDADE COM RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO EM
INDIVÍDUOS JOVENS E IDOSOS**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado na
qualificação por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Gaspar Rogério da Silva Chiappa

Universidade Evangélica de Goiás

Prof. Dr. Vinicius Zacarias Maldaner da Silva

Universidade Evangélica de Goiás

Prof. Dr. Francisco Valdez

Instituto do Câncer – São Paulo

Certificamos que esta é a **versão original** do trabalho de defesa que foi julgado
adequado para obtenção do título de Mestre em Movimento e Reabilitação.

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Orientador

Prof. Dr. Gaspar Rogério da Silva Chiappa

Anápolis-GO

2022

P371

Pedon, William Riciere.

Resposta hemodinâmicas agudas do exercício resistido de baixa intensidade com restrição do fluxo sanguíneo em indivíduos jovens e idosos / William Riciere Pedon - Anápolis: Universidade Evangélica de Goiás, 2022.

83 p.; il.

Orientador: Prof. Dr. Gaspar Rogério da Silva Chiappa.

Dissertação (mestrado) - Programa de pós-graduação em Movimento Humano e Reabilitação - Universidade Evangélica de Goiás, 2022.

1. Restrição do fluxo sanguíneo 2. Extremidade superior (braço)
3. Exercício 4. Hemodinâmico I. Chiappa, Gaspar Rogério da Silva

II. Título

CDU 615.8



FOLHA DE APROVAÇÃO

RESPOSTAS HEMODINÂMICAS AGUDAS DO EXERCÍCIO RESISTIDO DE BAIXA INTENSIDADE COM RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO EM INDIVÍDUOS JOVENS E IDOSOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA E META-ANÁLISE
WILLIAM RICIÉRE PEDON

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Movimento Humano e Reabilitação -PPGMHR da Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA como requisito parcial à obtenção do grau de MESTRE.

Aprovado em 29 de novembro de 2022.

Banca examinadora

Prof. Dr. Gaspar Rogério da Silva Chiappa

Prof. Dr. Vinicius Zacarias Maldaner da Silva

Prof. Dr. Francisco Valdez Santos de Oliveira Lima

Dedico esse trabalho aos meus pais, Wilson Pedon e Ângela Rosa, exemplos de dedicação carinho e amor, à minha avó, Maria Pedon (*in memoriam*), à Hilda Hernandez, meus grandes amores, à minha Tia Inês Pedon, que sempre acreditou e falou que iria vencer e nunca desanimar. À minha esposa, amiga, companheira, futura mãe dos meus filhos, Nayane de Paula Souza Pedon. Pelos momentos que vivemos durante esta trajetória.

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho, e essa etapa da minha vida, não estaria sendo concluídos se não fosse a importância das pessoas a quem aqui devo minha gratidão. Agradeço ao meu orientador, Professor Doutor Gaspar Rogério da Silva Chiappa, pelo entusiasmo, trabalho e responsabilidade com que me conduziu nesta trajetória acadêmica. Grande amizade que se criou e permanecerá, um exemplo de profissional a ser seguido e respeitado.

Agradeço a todos os meus colegas do Mestrado, especialmente, ao Fábio Santana, Cleber Pereira, Adriano Fonseca, Adriano Coelho, Daniela Fonseca e Domingo e ao Prof. Marcelo Salles, cujo apoio e amizade estiveram presentes em todos os momentos.

Agradeço, com muito amor, meu irmão, Ivo Pedon, pelo carinho e atenção que sempre disponibilizou. Ao meu pai, Wilson Pedon, que é um exemplo de dedicação, honestidade, humildade, e que tem segurado minha mão e falado “*você vai vencer acredite, pois eu acredito em você, meu filho*”. À minha mãe, Ângela Rosa, que me alegra com suas mensagens.

Agradeço a minha esposa, Nayane de Paula Souza Pedon, pela paciência, dedicação, carinho e amor durante essa jornada. Um abraço especial à minha filha, Nicolle Ingridy, amo vocês.

À Jesus Cristo Rei, pela oportunidade de nos deixar evoluir constantemente. Muito obrigado.

RESUMO

A presente dissertação tem por objetivo estudar o comportamento do exercício resistido com restrição ao fluxo sanguíneo (RFS), também conhecida como técnica de oclusão vascular, sobre a resposta do lactato sanguíneo (*estudo 1, um estudo transversal*), bem como o seu efeito sobre as variáveis hemodinâmicas (frequência cardíaca [FC], pressão arterial sistólica [PAS], pressão arterial diastólica [PAD], pressão arterial média [PAM]) (*estudo 2, uma revisão sistemática e meta-análise*).

O estudo 1 foi composto por 16 indivíduos saudáveis submetidos a duas sequências de exercícios de flexão, extensão de cotovelos e tríceps na polia, com e sem mangas de compressão, separados por um período de 72h, avaliando a resposta serial do comportamento do lactato sanguíneo. O estudo mostrou que o exercício com mangas de compressão resultou em redução significativa do lactato aos 5, 10, 15 e 20 minutos de recuperação.

O estudo 2, por se tratar de uma revisão sistemática e meta-análise, foi elaborado de acordo com as recomendações padrão do *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* e as diretrizes *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-análise* (PRISMA), e registrada no banco de dados de *Prospectively Registered Systematic Reviews* (PROSPERO, CRD42021234757). O estudo concluiu que apesar do exercício com oclusão vascular ter causado respostas hemodinâmicas significativas em comparação ao grupo controle, o exercício resistido de curta duração com restrição ao fluxo sanguíneo modula todas os parâmetros FC, PAS, PAD e PAM, de forma semelhante a um exercício resistido convencional, independente da intensidade. A resposta cronotrópica é ligeiramente maior em indivíduos saudáveis mais jovens, apesar da semelhança quanto à pressão de parâmetros.

Palavras-chave: Restrição do fluxo sanguíneo. Extremidade superior (braço). Exercício. Hemodinâmico.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1 Origem da Técnica de Restrição de Fluxo Sanguíneo.....	11
2.2 Resposta ao Exercício Oclusão Vascular.....	12
2.3 Tipos de Técnicas para Oclusão Vascular.....	13
2.3.1 Roupa de Compressão: mangas ou meias de compressão.....	15
2.3.2 Mangas de Compressão.....	16
2.4 Uso de <i>cuff</i> ou Equipamentos para Obstrução do Fluxo Sanguíneo.....	17
3. OBJETIVOS.....	24
3.1 Objetivo Geral.....	24
3.2 Objetivos Específicos.....	24
4. METODOLOGIA.....	25
5. ESTUDO 1: EFEITO DO EXERCÍCIO RESISTIDO COM MANGA DE COMPRESSÃO ACELERA A REMOÇÃO DE LACTATO.....	26
5.1 INTRODUÇÃO.....	26
5.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	26
5.3 ANÁLISE DE DADOS.....	27
5.4 RESULTADOS.....	27

5.5 DISCUSSÃO.....	28
5.6 CONCLUSÃO.....	29
REFERÊNCIAS	
BIBLIOGRÁFICAS.....	29
6. ESTUDO 2: RESPOSTAS HEMODINÂMICAS AGUDAS DO EXERCÍCIO RESISTIDO DE BAIXA CARGA COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO EM INDIVÍDUOS JOVENS E IDOSOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA E METANÁLISE DE ESTUDOS CRUZADOS.....	
6.1 INTRODUÇÃO.....	32
6.2 MÉTODOS.....	33
6.3 ESTRATÉGIAS DE BUSCA.....	33
6.4 SELEÇÃO DE ESTUDOS.....	34
6.5 EXTRAÇÃO DE DADOS.....	34
6.6 CLASSIFICAÇÃO DE RESULTADOS.....	35
6.7 QUALIDADE DOS ESTUDOS E AVALIAÇÃO DOS RISCOS DE VIÉS.....	35
6.8 CERTEZA DA EVIDÊNCIA.....	36
6.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	36
6.10 RESULTADOS.....	37
6.11 ESCALA GRADE.....	37
6.12 DADOS RESUMIDOS.....	38
6.13 QUALIDADE DOS ESTUDOS E RISCO DE VIÉS.....	38
6.14 META-ANÁLISE.....	38

6.15 RESISTÊNCIA AO EXERCÍCIO COM EFEITOS DO BFR NA PRESSÃO ARTERIAL.....	39
6.16 ANÁLISE SUBGRUPO DE EFEITO DA IDADE.....	40
6.17 DISCUSSÃO.....	40
6.18 LIMITAÇÃO DO ESTUDO.....	42
6.19 CONCLUSÃO.....	42
6.20 CONFLITOS DE INTERESSES.....	43
REFERÊNCIAS.....	43
ANEXOS.....	48
ANEXO I.....	48
ANEXO II.....	64
ANEXO III.....	74
REFERÊNCIAS DA DISSERTAÇÃO.....	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Protocolos de Aplicação da Restrição de Fluxo Sanguíneo

LISTA DE ABREVIATURAS

Treinamento de resistência - TR

Exercício resistido oclusão vascular - EROV

Exercício resistido - ER

Restrição de fluxo sanguíneo - RFS

Exercício aeróbio - EA

Contração voluntária máxima - CVM

Frequência cardíaca - FC

Pressão arterial sistólica - PAS

Pressão arterial diastólica - PAD

Pressão arterial média - PAM

Volume de oxigênio máximo - VO_2 máx

Milímetros de mercúrio - mmHg

Pressão de oclusão arterial - POA

Óxido nítrico sintase -1- NOS-1

Dor muscular de início tardio - DMIT

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a literatura tem focado em estratégias que podem acelerar os ganhos de força e resistência muscular através de exercícios resistidos com oclusão vascular (EROV)^{1,2,3,4}. Uma dessas estratégias utilizadas é o exercício resistido (ER)⁵, combinado com técnica de restrição de fluxo sanguíneo (RFS)⁶, ou também chamado de exercício com oclusão vascular. O TR com RFS pode fornecer um estímulo adicional nas alterações metabólicas e fisiológicas que podem ser benéficas para a hipertrofia muscular, sendo uma vantagem comparado aos treinamentos tradicionais⁷. Essa modalidade de exercício oferece uma restrição de fluxo sanguíneo através do uso de uma determinada pressão em torno da musculatura por meio de manguitos ou roupas de compressão, com o objetivo de obter a oclusão arterial completa ou parcial abaixo de 80% da pressão arterial sistólica (PAS)⁸.

A técnica de EROV tem sido utilizada em regiões mais proximais, tanto em membros inferiores como superiores⁹. Fisiologicamente, a compressão limita o fluxo sanguíneo venoso, reduzindo o seu fluxo, e acumulando um maior volume sanguíneo nos capilares dos membros obstruídos^{9,10}.

A literatura tem demonstrado resultados mais focados em exercícios resistidos^{11,12,13} do que em exercícios aeróbios^{14,15,16}. Os achados demonstram uma grande variedade de resultados com EROV, este, com a prática do exercício físico combinado com a restrição do fluxo sanguíneo, tem mostrado promover estímulo suficiente para aumentar força e hipertrofia musculares^{17,18,19}, beneficiando não apenas indivíduos saudáveis e atletas²⁰, mas também pessoas com doenças articulares²¹ e reumatológicas²².

As controvérsias com o aumento da pressão arterial sistólica, pressão arterial diastólica, pressão arterial média e aumento da frequência cardíaca. Em contrapartida, poucos estudos têm demonstrado efeitos da técnica EROV sobre as respostas hemodinâmicas em indivíduos idosos^{23,24} e adultos-jovens^{25,26}. Na literatura, temos descrito que há respostas anormais como aumento da frequência cardíaca (FC) e na pressão arterial (PA) por causa do aumento considerável da atividade nervosa-muscular simpática, estimulando diretamente a ação do metaborreflexo (reflexo pressor simpatoexcitatório induzido por isquemia originado no músculo esquelético)¹⁴. Embora os resultados também tenham mostrado que o acúmulo de sangue pode ser influenciado pela magnitude da pressão aplicada no manguito, estudos relatam uma grande variabilidade substancial entre os protocolos, utilizando diferentes intensidades e tipos de exercício (modalidades) e várias pressões de oclusão.^{14,27}

Os possíveis efeitos com a utilização do uso da técnica de EROV (por exemplo, dormência, dor, formigamento, etc.) e a segurança parecem ser pouco relatadas na literatura. Esta informação pode ser particularmente importante para os indivíduos idosos com histórico médico de risco cardiovascular prévio, particularmente em indivíduos com distúrbios de coagulação do sangue, lesão de isquemia-reperusão, distensão venosa ou qualquer distúrbio ou dano muscular, como rabdomiólise²⁸. Um estudo anterior, publicado por nosso grupo²⁷, demonstrou uma maior resposta hemodinâmica e do metaborreflexo muscular esquelético após a aplicação de EROV de baixa intensidade (30% contração voluntária máxima [CVM]) em voluntários jovens e idosos; entretanto, alguns voluntários relataram desconforto álgico durante a intervenção.

Assim, é notório que há uma lacuna na literatura em relação ao efeito do exercício resistido de baixa intensidade com restrição ao fluxo sanguíneo sobre as variáveis hemodinâmicas em comparação com o grupo controle passivo e ativo. De acordo com isso, o objetivo do presente estudo é analisar o efeito do exercício resistido de baixa e alta intensidade com RFS sobre as variáveis hemodinâmicas (FC, PAS, PAD e PAM) em comparação com grupo controle passivo e ativo, em jovens e idosos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Origem da Técnica de Restrição de Fluxo Sanguíneo

O método de oclusão vascular, também conhecido como “Kaatsu”, é uma técnica de exercício que se caracteriza por haver uma restrição moderada do fluxo sanguíneo²⁹, com objetivo de promover um rápido fornecimento de oxigênio após a liberação da restrição ao fluxo sanguíneo, o que facilita a hipertrofia e o melhor desempenho do exercício.³⁰

A realização de exercícios com fluxo sanguíneo reduzido, alcançada pela restrição vascular proximal ao músculo, remonta ao Dr. Yoshiaki Sato, no Japão, onde era conhecido como "treinamento kaatsu", que significa "treinamento com pressão adicional". O treinamento kaatsu agora é realizado em todo o mundo, e é mais comumente referido como "exercício de oclusão vascular" e obtido usando um sistema de torniquete pneumático^{31,32}.

Diferentemente do torniquete, o método de oclusão vascular não promove a hemostasia, que interrompe completamente o fluxo de sangue nas veias e artérias³³. O treino induz uma restrição moderada do fluxo sanguíneo e necessita de equipamentos específicos especialmente inventados para sua adequada aplicação. Criado em 1966, somente ganhou atenção de pesquisadores a partir do ano 2000³⁰. Após isso, muitos artigos científicos foram publicados em diferentes áreas para elucidar a aplicabilidade desse método.

Atualmente, o método de oclusão vascular ou restrição moderada do fluxo sanguíneo combinado com o treinamento resistido e exercício físico de baixa intensidade tem aplicabilidade prática no esporte³⁴ como também na reabilitação cardíaca^{35,36}, lesões ortopédicas³⁶ e tratamento de doenças osteoarticulares^{34,35}.

Segundo Letieri (2012)³⁷ o treinamento de força é uma atividade amplamente utilizada para melhoria da performance, qualidade de vida e estética. ARMSTRONG (1984); MACINTYRE (et al. 1995); CLARKSON e HUBAL (2002) e RAASTAD (et al. 2003), citado por Letieri (et al., 2012)³⁷ atribuem a hipertrofia como sendo consequência do dano muscular após a realização do protocolo de treinamento de força. Os diversos mecanismos adaptativos do treinamento de força são específicos ao estímulo aplicado, ação muscular envolvida, velocidade e amplitude do movimento, grupo muscular treinado, metabolismo energético envolvido, intensidade e volume de treinamento (FRONTERA, et al., 1988; HAKKINEN et al., 1998; KRAEMER&RATAMESS, 2004) citado por Letieri (et al., 2012)³⁷. A intensidade do exercício é a base para a prescrição de muitos programas de

treinamento de força. O Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM)³⁸ recomenda que a sobrecarga mecânica imposta ao músculo para promover o aumento da força e massa musculares deve situar-se entre 70-85% da força dinâmica máxima (1RM).

É conhecido que sessões repetidas do mesmo método de treinamento promovem diminuição da dor muscular tardia e do dano muscular³⁷. O idoso tem uma perda de massa magra e força muscular, associada ao envelhecimento o que é definida como sarcopenia, uma vez que o processo da senescência envolve o declínio em vários sistemas fisiológicos, especificamente no sistema músculo esquelético³⁹. Essa alteração comum ao envelhecimento, traz decréscimos, que podem afetar a habilidade do indivíduo para responder a situações em que seja necessário recuperar o equilíbrio, pois diminui a capacidade de desenvolver torques rápidos nas articulações⁴⁰, além de trazer lentidão de respostas efectoras, diminuição da capacidade funcional, alterações de marcha, menor resistência à fadiga e perda de amplitude de movimento; não sendo difícil relacioná-las ao maior risco de quedas para essa população⁴¹. Estudos demonstram que a sarcopenia tem prevalência de 22,6% em mulheres e 26,8% em homens, até os sessenta e cinco anos de idade e após os oitenta, estes valores alteram-se para 31,0% e 52,9%, respectivamente⁴².

Aumentos na hipertrofia e força muscular com técnica de oclusão vascular são amplamente documentados. Nos últimos anos, uma série de revisões sistemáticas e meta-análises demonstraram que o exercício com oclusão vascular aumenta efetivamente a força muscular esquelética ou hipertrofia em jovens saudáveis^{43,44,45} e em idosos^{46,45}. Várias medidas de força muscular demonstraram melhora em resposta às intervenções com oclusão vascular, incluindo exercício isotônico dinâmico^{47,48}, isométrico^{49,48} e força isocinética^{50,47,48}. Está bem documentado que a hipertrofia muscular e as adaptações de força muscular provenientes do exercício com oclusão vascular são significativamente maiores do que aquelas alcançadas com exercícios de resistência de baixa carga e baixa intensidade^{51,52,53}.

2.2 Resposta ao Exercício Oclusão Vascular

É consolidado na literatura que a RFS está associada ao aumento de força e hipertrofia musculares, essas adaptações ocorrem devido ao estresse metabólico que a redução de oxigênio provoca⁵⁴. Essa condição de hipóxia muscular promove um ambiente intracelular semelhante ao treinamento com cargas elevadas e os principais mecanismos incluem o acúmulo de metabólitos, aumento nos fatores de crescimento anabólicos, recrutamento de

fibras de contração rápida, síntese de proteína alvo da rapamicina em mamíferos (mTOR), proteínas de choque térmico (HSP), óxido nítrico sintase-1 (NOS-1), e diminuição da expressão de miostatina⁵⁵.

O aumento e acúmulo da acidose metabólica estimulam fibras nervosas aferentes dos grupos III e IV do sistema simpático por meio de quimioceptores intramusculares⁵⁰. Consequentemente, a estimulação dessas fibras nervosas desempenha importante papel na secreção de hormônio do crescimento (GH)^{56,57}. Foi demonstrado que o exercício resistido associado a RFS (20% 1RM) aumentou a concentração de GH acima dos valores observados com o treinamento de força tradicional (70% 1RM)^{58,59,60}.

Já foi esclarecido aumento de GH, maior do que o exercício sem RFS (ambos realizados com 20% 1RM)⁴⁹. O princípio da ordem de recrutamento das fibras musculares em indivíduos saudáveis as fibras musculares de contração lenta são recrutadas primeiro conforme a intensidade aumenta, fibras de contração rápida são recrutadas conforme necessário⁶¹. A RFS realizada associada ao exercício de baixa reduz a disponibilidade de oxigênio no músculo, gerando um recrutamento de fibras de contração rápida para compensar o *déficit* no desenvolvimento da força^{61,62,63}.

2.3 Tipos de Técnicas para Oclusão Vascular

A literatura relata que a carga prescrita em exercícios resistidos situa-se entre 20 a 40% de 1 repetição máxima (RM), caracterizando exercício de baixa intensidade^{64, 65, 66, 67}. O uso da técnica em exercícios de alta intensidade, com a RFS podem chegar a utilizar de 30 a 80% de 1RM⁶⁵. De acordo com a literatura, a aplicação da RFS associada aos exercícios de alta intensidade não promove alterações para estrutura e função do músculo⁶⁸, entretanto, associada aos exercícios de baixa intensidade é sugestivo que gere uma hipertrofia⁶⁶.

Relacionado ao volume de repetições empregado nos protocolos, a literatura apresenta certa diversidade. Alguns autores empregaram o uso de um esquema de repetições pré-definido composto por 75 repetições (30-15-15-15)⁶⁵, enquanto outros aplicam 3-4 séries com 15 repetições^{64,66,67} ou séries até que haja a fadiga muscular e não consiga mais reproduzir nenhuma repetição muscular⁴⁹. De acordo com a literatura, os programas de treinamento resistido de baixa intensidade⁶⁹ associados a RFS que são realizados até a falha muscular não potencializa as adaptações promovidas pelo treinamento⁵⁴.

É preconizado na comunidade científica que entre uma aplicação e outra da RFS haja intervalos variando entre 30 a 60 segundos²⁸. Sugere-se que intervalos de descansos mais

longos de 2 minutos podem comprometer as adaptações promovidas pela oclusão, dado que as adaptações decorrentes do treinamento com RFS são ocasionadas pelo estresse metabólico ampliado⁷⁰. De acordo com o protocolo de aplicação pressão do manguito é liberada durante os períodos de recuperação, estudos prévios evidenciaram que este tipo de aplicação pode promover aumento de força⁷¹ e hipertrofia muscular²⁸. Além disso, a literatura sugere que a restrição intermitente parece minimizar a percepção de dor⁷², sendo, portanto, uma opção confortável para as populações clínicas.

A literatura tem demonstrado uma variedade de protocolos de restrição de fluxo sanguíneos em exercícios aeróbicos, há pesquisadores que aplicam o protocolo composto por cinco estímulos de caminhada (50 metros/minuto) com duração de 2 minutos, intercalados por 1 minuto de recuperação^{73,74}, a caminhada (67 metros/minuto) contínua com duração de 20 minutos com 30 segundos de oclusão e, então, liberada por 10 segundos antes da próxima estimulação oclusiva⁷⁵, ressaltando que é orientado que intensidade dos exercícios aeróbicos não ultrapassem 50% do VO_2 máx⁷⁶.

Para aplicação da RFS a oclusão vascular pode ser realizada por meio de manguitos pneumáticos e/ou faixas elásticas fixadas na região proximal dos membros superiores ou inferiores, a pressão de oclusão é empregada baseando-se nos valores PAS braquial⁷⁷, outro fator importante é o tamanho do manguito (largura e comprimento em cm)⁷⁷.

A literatura apresenta o método proposto por Laurentino (2012)⁷² é aparentemente o mais recomendado, o programa de treinamento resistido de baixa intensidade com RFS que empregam pressões relativas de 40 até 90% da POA foram capazes de promover aumento de força e hipertrofia significativo^{72,78}.

Exercícios Aeróbicos de Baixa Intensidade + Restrição de Fluxo ocorre um estado oxidativo e um estímulo hemodinâmico semelhante ao Exercício de Alta Intensidade⁷⁹. Em conjunto, esses resultados apoiam a indicação de Exercício Aeróbico de baixa Intensidade com oclusão vascular em protocolos de intervenção crônica, com potenciais benefícios para a população idosa hipertensa, como também para indivíduos saudáveis, podendo contribuir para limitar os efeitos da atrofia muscular relacionada à idade.

Semelhante ao Exercício Resistido, o uso da restrição de fluxo no exercício aeróbico promove adaptações neuromusculares e cardiorrespiratórias⁸⁰. Em contrapartida o exercício aeróbico de baixa intensidade com restrição de fluxo sanguíneo as respostas autonômicas e hemodinâmicas indicam menor estresse cardiovascular após o comparado ao de alta

intensidade, sendo este método, além das adaptações funcionais, uma escolha potencial para atenuar o estresse cardiovascular após o exercício em idosos⁸¹.

2.3.1 Roupa de Compressão: mangas ou meias de compressão

No âmbito desportivo é comum atletas recorrerem a recursos ergogênicos que possam melhorar o desempenho durante treinos e competições⁸². Recentemente indivíduos têm adotado o uso de roupas de compressão com o objetivo de potencializar o rendimento e a recuperação pós-exercício^{83,84,85,86}.

Os primeiros estudos fizeram uso terapêutico das roupas compressivas⁸⁷. Investigaram as evidências existentes sobre o uso de meias compressivas na prevenção da tromboembolia venosa. Foram revisadas publicações indexadas no Medline (1966 a 1998) e Cochrane. Após a análise desses estudos os autores chegaram à conclusão de que a utilização de meias de compressão reduz o risco de ocorrência de uma trombose venosa em 55 a 70%, devido aos seguintes efeitos nos membros inferiores: redução da área de secção transversa e da dilatação venosa; melhorada função das válvulas; aumento no fluxo sanguíneo. Na literatura estudos com nove mulheres com insuficiência venosa crônica (idade entre 29 e 70 anos) e avaliaram as respostas hemodinâmicas do uso de meias de compressão durante a caminhada em diferentes velocidades⁸⁸. O uso das meias durante a caminhada resultou em uma diminuição do volume residual venoso de 19,8% para a velocidade de 1,0km/h, 19,4% para 1,5km/h, 18,8% para 2,0km/h e 14,2% para 2,5km/h⁸⁸.

Na literatura foram apresentados estudos antagônicos sobre o uso de meias de compressão^{89,90}. Foram revisados estudos indexados no Medline (1970 a 2002). Os autores concluíram que, para a obtenção de efeitos positivos, o uso de meias compressivas deve ser acompanhado de outro tipo de tratamento (compressão intermitente, anticoagulantes, entre outros).

Em um dos poucos estudos que utilizaram compressão nos membros superiores⁹¹. Com a finalidade de avaliar diferenças nos fluxos sanguíneos do antebraço de nove homens jovens (25 ± 3 anos). A compressão causada pelas mangas aumentou o fluxo sanguíneo durante três minutos, atingindo um platô de 115%, e retornando para os valores basais um minuto após retirada da manga.

A literatura relata estudo que teve como objetivo determinar os efeitos fisiológicos do uso de meias de compressão gradual com diferentes níveis de compressão (leve, média, moderada e alta) em 12 mulheres saudáveis ($21,18 \pm 1,33$ anos)⁹². Por meio de Doppler foi

verificada uma melhor função venosa (maior velocidade e maior fluxo sanguíneo) quando foram utilizadas as meias de compressão, sendo que essa melhor função venosa já era observada mesmo quando as meias utilizadas eram classificadas como meias de compressão leve⁹².

Na mesma linha de pesquisa avaliaram as mudanças decorrentes do uso de meias de compressão gradual no volume venoso máximo e no fluxo venoso em nove homens (32,8±9,3 anos) com lesão na medula espinhal. Não foram observadas diferenças na frequência cardíaca, na pressão arterial e no fluxo venoso⁹³.

Contudo, o uso das meias de compressão permitiu um menor volume venoso máximo (menor distensão das veias) nos membros inferiores. Com os estudos citados, ficam evidentes os efeitos positivos da utilização de roupas compressivas na circulação sanguínea, principalmente nos membros inferiores.

2.3.2 Mangas de Compressão

Estudos investigam os efeitos do uso de aparatos de compressão nas respostas cardiovasculares e metabólicas durante o exercício aeróbico⁹⁴. Avaliaram as respostas cardiovasculares e metabólicas (VO₂max e concentração de lactato) do uso de meias de compressão durante testes máximos em esteira (n= 6) e bicicleta ergométrica (n= 6)⁹⁴. No teste de esteira não foram encontradas diferenças no VO₂max e na concentração de lactato. No teste de bicicleta ergométrica, o uso de meias de compressão durante e após o teste (30 minutos de recuperação) resultou em uma menor concentração de lactato quando comparado ao protocolo que utilizou as meias de compressão apenas durante o teste ao protocolo que não utilizou as meias de compressão. Não foram encontradas diferenças no VO₂max.

Bringard et al (2006)⁹⁵ realizaram um estudo dividido em duas partes. Na primeira parte eles avaliaram o custo energético durante um teste incremental de corrida em diferentes intensidades submáximas (10,12,14 e 16km/h) em seis corredores homens (31,2±5,4 anos). Quando a corrida foi feita a 12km/h, houve um menor custo energético com o uso de calças de compressão, sem diferenças na frequência cardíaca, na ventilação e no VO₂max. Na segunda parte do estudo foi avaliado o componente lento do VO₂ de seis homens (26,7 ± 2,9 anos) durante uma corrida de 15 minutos a 80% do VO₂max. O componente lento do VO₂ foi

menor (36%) quando os avaliados utilizaram as calças de compressão. Não houve diferenças na frequência cardíaca e na ventilação.

Ali et al (2007)⁹⁶ também realizaram um estudo dividido em duas partes. Na primeira parte 14 homens (22±0,4 anos) realizaram corridas consecutivas de 20 metros com velocidade progressiva, e na segunda parte foi realizado um teste de corrida de 10km. Não foram encontradas diferenças no desempenho (tempo), na frequência cardíaca e na percepção subjetiva de esforço em nenhum dos dois estudos. Apenas no segundo estudo a dor muscular de início tardio se mostrou menor 24h após o exercício, quando os avaliados realizaram a corrida utilizando as meias de compressão gradual.

Davies et al (2009)⁹⁷, avaliaram as concentrações de creatina quinase (CK), lactato desidrogenase, percepção subjetiva de dor e circunferência da coxa de sete mulheres (19,7±0,5 anos) e quatro homens (26,3±5,1anos) como objetivo de verificar se o uso de calças de compressão por um período de 48h após exercício pliométrico e corridas de 5, 10 e 20 metros auxiliam na redução do dano muscular e do desempenho. No protocolo controle a percepção subjetiva de dor foi maior ($p \leq 0,001$), o tempo das corridas de 10 e 20 metros ($p \leq 0,016$) também foram maior no momento 48h após o protocolo experimental. Quando foram utilizadas as calças compressivas o tempo da corrida de 5, 10 e 20 metros foram maiores ($p \leq 0,014$) 48h após o protocolo experimental. Portanto, é preciso mais estudos, pois ainda existe algumas controvérsias sobre os efeitos da utilização de roupas compressivas na melhorado desempenho aeróbico e na remoção de lactato.

2.4 Uso de *cuff* ou Equipamentos para Obstrução do Fluxo Sanguíneo

Na literatura tem-se discutido sobre o uso de *cuff* e a sua padronização^{98,99,100} no que diz respeito ao tamanho do manguito e a aplicação de pressões para oclusão vascular^{101,102}. Trabalhos recentes mostraram que circunferência do membro explica uma grande parte do estímulo de oclusão tanto na parte superior quanto na parte inferior do corpo^{103,104}. Com base no critério para a pressão arterial e de perímetros da coxa (ou seja, 35 - 65 cm), que as pressões do *cuff* da coxa dentro de um intervalo (125 - 215 mmHg) previamente demonstrou ser segura e eficaz¹⁰⁵.

A utilização do método de treinamento com oclusão vascular e baixa intensidade aparenta ser seguro, quando realizado na faixa de pressão entre 50-200 mmHg¹⁰⁵. Com a relação do exercício físico aplicando a EROV, visando a carga de treinamento, a estimulação

do crescimento muscular com exercício de baixa intensidade (20-50% de 1RM)^{104,105}, em uma duração mais curta (2 semanas), é de importante interesse para a compreensão dos mecanismos que regulam a hipertrofia do músculo, recomendando exercícios tradicionais para resistência muscular e hipertrofia, aceito como sendo > 75%¹⁰⁶.

Com a recomendação de treinamento neuromuscular, sugere-se que deve ser iniciado com frequências semanais baixas (2 a 3 dias por semana), selecionando entre 8 a 12 exercícios que contemplem o trabalho dos principais grupos musculares, e com intensidade entre 40 e 80% de 1RM¹⁰⁷. Estudos relatam uma grande variabilidade substancial entre os protocolos, utilizando diferentes intensidades e tipos de exercício (modalidades) e várias pressões de oclusão^{108,109} (Tabela 1).

Tabela 1- Protocolos de Aplicação da Restrição de Fluxo Sanguíneo

Estudos	Tipo de intervenção	Exercício	Seção	População	Pressão de oclusão	Tamanho do manguito
Abe (2010) ¹¹⁰	Treinamento de caminhada com RFS	Aeróbico	Perna	Idoso	160 mmHg na primeira semana e ajustada aumento de 10 mmHg/semana até 200 mmHg	NI
Kim (2016) ¹¹¹	RFS	Treinamento de ciclo restrito de fluxo sanguíneo de baixa intensidade e vigorosa	Perna	Jovem saudável	A pressão nos manguitos foi então aumentado incrementalmente em 20 mmHg de 120 a 160mmHg	Largura: 5 cm, mestre Kaatsu; Sato Sports Plaza, Tóquio, Japão)
Oliveira (2015) ¹¹²	BFR	Treinamento intervalado com restrição de fluxo sanguíneo de baixa intensidade	Perna	Jovem adulto	A pressão progrediu em 20 mmHg após três sessões completas, assim, na última semana, a pressão aplicada foi de 200 mmHg	8 cm de largura, Missouri, São Paulo, Brasil

Kumagai (2012) ¹¹³	RFS	Exercício de baixa intensidade combinado com RFS	Perna	Estudantes do sexo masculino saudáveis	Pressão inicial de 140 mmHg para a pressão de exercício de 200 mmHg em incrementos de 20 mmHg	50 mm de largura; Kaatsu Master, Sato Sports Plaza, Tóquio, Japão
Vilaça - Alves (2016) ¹¹⁴	Membros Superiores e Inferiores com RFS	Exercícios resistidos realizados com carga de alta intensidade e exercícios resistidos realizados com carga de alta intensidade + RFS	Membros superiores e inferiores	Homens normotensos e treinados recreativamente	180 mmHg nos membros superiores e 220 mmHg	Superior = largura 60 mm; Comprimento 470 milímetros; Membro = largura 100 mm; Comprimento 540 mm
Bazgir (2016) ¹¹⁵	Exercício de resistência excêntrica de baixa intensidade com restrição do fluxo sanguíneo	Exercício de resistência excêntrico	Perna	Jovens adultos	90 - 100 mmHg	RFS foi aplicado com manguito pneumático (13 cm de largura) (Komprimeter Riester®, Jungingen, Alemanha)

Crisafulli (2018) ¹¹⁶	RFS	Exercício de pegada	RFS sendo aplicado no braço exercitado	Jovens do sexo masculino saudáveis	Na primeira semana, o a oclusão foi fixada em 75% da PAS de repouso (sempre obtida após 3 min de descanso) e aumentou 25% a cada semana, até atingir 150% da PAS de repouso na semana quatro	NI
Sardeli (2016) ¹¹⁷	RFS	Sessões de exercícios aeróbicos realizados em esteira	Perna	Idoso	A RFS foi determinado como 50% da pressão necessária. A pressão média do manguito em LL-BFR foi de $63,9 \pm 5,5$ mmHg	Manguito de pressão arterial padrão de nylon (175 mm (largura) 920 mm (comprimento)) foi fixado na região da prega inguinal
Joshi (2019) ¹¹⁸	RFS	Exercício de remo	NI	Homens saudáveis e regularmente ativos	A RFS começou com uma inflação de 40 mmHg. Após os 5 s de deflação, o pressão do manguito aumentada em: 15–20 mmHg para cada rodada subsequente, terminando em 160 mmHg	NI

Sardeli (2017) ¹¹⁹	RFS	45° na máquina de leg press	Perna	Idosos saudáveis	60 mmHg (RFS)	175 mm de largura e 920 mm de comprimento
Junior (2019) ¹²⁰	RFS	Treino de caminhada combinado com restrição do fluxo sanguíneo	Perna	Adultos jovem	No primeiro dia, a pressão de treinamento foi ajustada para 80 mmHg e foi aumentada a 10 mmHg a cada duas semanas até atingir 100 mmHg (5ª e 6ª semanas).	Largura = 18 cm e comprimento = 80 cm

Legenda: RFS: Restrição de Fluxo Sanguíneo; mmHg: milímetros o mercúrio; cm: centímetro; NI: não informado.

Modelos de exercícios foram usados para determinar quais fatores (ou seja, pressão arterial e largura do manguito) devem ser considerados ao prescrever a restrição da pressão para esta técnica de treinamento. Muitas vezes especula-se na literatura que a circunferência da coxa ou a composição do membro podem restringir diferentemente entre indivíduos, o que pode ser responsável por alguma variabilidade na resposta ao exercício BFR de baixa carga^{121,122}.

Nesta perspectiva, parece que a contração por formação EROV causam um inchaço nas células do músculo, podendo contribuir significativamente para os benefícios anabólicos com a BFR, e também a atividade concêntrica é de grande importância na hipertrofia muscular^{123,121,122}.

O óxido nítrico sintase é uma enzima responsável pela conversão de Larginina em óxido nítrico (NO), uma pequena molécula neutra capaz de mover-se com facilidade por meio de tecidos e que tem como característica, sendo um potente vasodilatador¹²⁴. Durante a contração induzida por exercício EROV, o (NO) estará aumentado pelo influxo de Ca intracelular^{125,126}.

Verificando um método seguro para população jovens e idosos nos benefícios com base neste estudo, a aplicação de EROV com a influência no aumento de volume da pressão arterial sistólica, pressão arterial diastólica, pressão arterial média e frequência cardíaca gerada pela hipóxia na restrição de sangue levando em consideração um aumento da sobrecarga dos componentes.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Estudar os efeitos do exercício resistido com oclusão vascular sobre o comportamento do lactato sanguíneo e variáveis hemodinâmicas (FC, PAS, PAD e PAM) em comparação com grupo controle passivo sem exercício e ativo de baixa e alta intensidade no exercício resistido com a restrição do fluxo sanguíneo em jovens e idosos.

3.2 Objetivos Específicos

- 1) Comparar as respostas do comportamento do lactato durante exercício resistido através do uso de mangas de compressão comparado ao exercício sem uso de manga de compressão.
- 2) Verificar os efeitos do exercício resistido de baixa e alta intensidade com e sem restrição do fluxo sanguíneo sobre as respostas hemodinâmicas entre jovens e em idosos.

4 METODOLOGIA

A metodologia da presente dissertação será apresentada conforme as orientações e normas do Programa de Pós-Graduação Movimento Humano e Reabilitação, através da inclusão dos estudos publicados. Nessa abordagem, a dissertação constará com dois artigos: O estudo 1, intitulado “*Efeito do exercício resistido com manga de compressão acelera a remoção de lactato*”, publicado no periódico Manual Therapy, Posturology & Rehabilitation Journal, 2021, 19: 1220-1222. <https://doi.org/10.17784/mtprehabjournal.2021.19.1220>.

O estudo 2, intitulado “*Respostas hemodinâmicas agudas do exercício resistido de baixa carga com restrição de fluxo sanguíneo em indivíduos jovens e idosos: uma revisão sistemática e metanálise de estudos cruzados*”, foi publicado no periódico Clinical Physiology and Functional Imaging, 2022: 1 -17. Doi:10.1111/cpf.12779.

5. ESTUDO 1: EFEITO DO EXERCÍCIO RESISTIDO COM MANGA DE COMPRESSÃO ACELERA A REMOÇÃO DE LACTATO

5.1 INTRODUÇÃO

Durante a recuperação do exercício resistido intenso, a concentração de lactato no sangue diminui mais rapidamente quando é realizado um exercício leve ou moderado^{1,2}. De fato, durante a recuperação ativa em 30-70% do pico de consumo de oxigênio, o lactato é usado como substrato para o metabolismo oxidativo, aumentando, assim, a taxa de remoção de lactato do sistema circulatório^{1,3}. Além disso, a taxa de lactato diminuindo pode ser ainda mais influenciado pelo treinamento resistido, como demonstrado pelas taxas mais altas de remoção de lactato em indivíduos treinados⁴. Também foi sugerido que o uso da manga de compressão pode promover recuperação de força^{5,6} e afetar os níveis de lactato após o exercício resistido. Estudos tem demonstrado que após exercício com roupas de compressão o lactato é menor⁷ o que poderia contribuir para a melhoria da capacidade dos músculos para realizar exercícios subsequentes. No entanto, não há evidências significativas de que o uso de manga de compressão pode acelerar a recuperação do exercício e alterar o lactato e sua remoção. Portanto, o objetivo do presente estudo foi testar a hipótese de que o uso de manga de compressão durante o exercício resistido de alta intensidade contribui para maior remoção do lactato sanguíneo, levando a uma redução quando comparado à recuperação sem o uso da manga de compressão.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado como pesquisa exploratória desenvolvida a partir de um estudo enviado ao Comitê de Ética da Faculdade de Ciências da Educação e Saúde do Centro Universitário de Brasília – UniCEUB e aprovado: CAAE 57466516.4.0000.0023. Todos os sujeitos foram informados sobre a pesquisa, seus objetivos e qual a atividade que seria desenvolvida, assinando ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Para a realização do estudo foram selecionados 16 voluntários entre 20 e 30 anos, um estudo agudo com praticantes de musculação a mais de 2 ano em treinamento resistido. Todos os indivíduos estavam habituados aos procedimentos propostos de aquecimento e

exercício composto por uma série de 15 repetições com a carga aproximada de 50% de 10 repetições máximas (RM). Foram excluídos do estudo os voluntários que apresentaram algum problema de saúde como lesão nas articulações e limitação física e menores de 20 anos de idade.

As sessões experimentais foram realizadas em dias diferentes, de forma agendada. Após a preparação dos voluntários foi feita uma primeira coleta de amostra sanguínea e, logo após, realizada a sessão de treinamento de força, composta por três séries de 10 repetições com carga de 10RM e avaliado a percepção do esforço através da escala de percepção subjetiva de esforço Omni.

Os voluntários foram instruídos a executar a fase concêntrica e excêntrica do exercício de forma controlada, com velocidade de 2 segundos para ambas as fases, não havendo pausa na transição entre essas duas fases. Ao final das seis séries, foram coletas amostra sanguínea nos momentos 5, 10, 15 e 20 minutos.

As coletas foram realizadas na falange distal do dedo indicador, higienizada com álcool, seguidas de punção utilizando-se luvas cirúrgicas e lancetas descartáveis. Todo o procedimento foi executado por um profissional habilitado. As dosagens das amostras de lactato sanguíneo foram realizadas por um lactímetro Accutrend Lactate.

5.3 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados são expressos como média \pm DP. As alterações nos parâmetros sanguíneos ao longo do tempo foram inicialmente comparadas usando ANOVA de duas vias com medidas repetidas. Quando a ANOVA revelou uma interação significativa ou efeito principal, o teste de Tukey-Kramer foi realizado para análises *post hoc*. A sensação subjetiva de dor muscular foi comparada usando um teste-t pareado. Para todos os testes, $P < 0,05$ foi estatisticamente significativo.

5.4 RESULTADOS

Dezesseis sujeitos foram recrutados para este estudo e nenhum sujeito foi excluído. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos quanto às variáveis medidas. Os indivíduos pesavam $93,7 \pm 10,6$ kg, altura $1,79 \pm 0,05$ m, índice de massa corporal $29,23 \pm 2,12$ kg/m², sem diferenças entre a circunferência do braço direita

e esquerdo ($40,58 \pm 3,47$ vs $40,21 \pm 3,32$ cm; $P > 0,05$). A PSE (Percepção Subjetiva de Esforço) não foi estatisticamente diferente ($8,25 \pm 0,45$ vs $8,58 \pm 0,99$; $P > 0,05$).

Conforme mostrado na Figura 1, [Lac-] em 5, 10, 15 e 20 min de recuperação foi significativamente reduzido com roupas de compressão. Da mesma forma, a área média sobe a curva de lactato foi significativamente menor no GC ($27,61 \pm 7,29$ vs $37,78 \pm 3,59$ [mM].min); $P < 0,05$).

5.5 DISCUSSÃO

O principal achado deste estudo foi que a adição de roupas de compressão durante o exercício intenso diminuiu os níveis de lactato durante o período de recuperação do exercício em um grupo de homens jovens saudáveis. Esses achados estão de acordo com o conceito de que o uso do MG pode facilitar a remoção do lactato após o exercício⁹. Nosso estudo mostra que a concentração de lactato sanguíneo após exercício de alta intensidade diminuiu com a compressão, com a criação de um gradiente inverso devido à retenção de lactato no leito muscular.^{9,10} A remoção de lactato após exercício intenso depende de quatro fatores: (1) capacitação pelo fígado,¹¹ (2) o coração¹² (3) o cérebro¹³ e (4) os músculos esqueléticos¹⁴. Além da dependência desses fatores intrínsecos, também dependerá do tipo de recuperação utilizada, ativa ou passiva.

Sabe-se que ao utilizar a recuperação ativa, a concentração de lactato pode ser aproximadamente 5-26% menor em relação à recuperação passiva¹⁵. Assim, em nosso estudo, encontramos uma redução na concentração de lactato cerca de 36,83% menor com o uso da manga de compressão. No entanto, o padrão de declínio mais rápido do lactato sanguíneo em nossos experimentos parece diferir de alguns estudos nos quais foram realizados exercícios leves de músculo esquelético⁹. Em nosso estudo, as diferenças são aparentes em função do tipo de exercício utilizado. Usamos exercícios de força enquanto outros pesquisadores usaram exercícios aeróbicos⁹.

No presente estudo, foi utilizado um nível compressivo considerado leve, porém suficiente para influenciar o fluxo venoso e linfático, diferentemente do sistema arterial, que exigiria maior compressão para superar a dilatação do leito arterial causada pelo treinamento resistido. Essa redução do fluxo venoso e linfático, causada pela malha compressiva, explicaria por que observamos menor biodisponibilidade do lactato sanguíneo após o exercício físico, além de outras circunstâncias, não observadas em

nossa amostra, como metabolização em outras regiões do corpo, por exemplo, pelo sistema nervoso central (como substrato energético)¹⁶.

É necessária uma maior reflexão sobre se isso pode ou não ser benéfico. Considerando que o lactato não é produzido apenas em situações, nesse caso, de fadiga muscular, a glicólise possui diversas vias metabólicas para sua remoção para a corrente sanguínea, além da sinalização entre as células. Uma questão a ser considerada é que o lactato pode estar diretamente envolvido na miogênese (aumento da expressão da miogênina) contribuindo para a redução da miostatina e, portanto, representando um sinal de adaptação ao treinamento de força. Outras questões são que pode influenciar a secreção de testosterona (aumento da produção) independente do hormônio luteinizante (demonstrado em estudo experimental) e aumentos na concentração do hormônio do crescimento diante de níveis elevados de lactato durante o treinamento resistido.^{17,18}

5.6 CONCLUSÃO

Considerando as informações acima, é possível que o uso de meias de compressão durante o treino não seja uma boa alternativa em função da recuperação celular, mas represente uma boa solução em situações de competição, onde o uso de meias de compressão ocorre por um curto período de tempo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1- Bangsbo J, Hellsten Y. Muscle blood flow and oxygen uptake in recovery from exercise. *Acta Physiol Scand.* 1998;162(3):305-12.
- 2- Dodd S, Powers SK, Callender T, Brooks E. Blood lactate disappearance at various intensities of recovery exercise. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol.* 1984;57(5):1462- 5.
- 3- Chiappa GR, Roseguini BT, Alves CN, Ferlin EL, Neder JA, Ribeiro JP. Blood lactate during recovery from intense exercise: impact of inspiratory loading. *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40(1):111-6.
- 4- Oyono-Enguelle S, Marbach J, Heitz A, Ott C, Gartner M, Pape A, et al. Lactate removal ability and graded exercise in humans. *J Appl Physiol* (1985). 1990;68(3):905-11.
- 5- Gill ND, Beaven CM, Cook C. Effectiveness of post-match recovery strategies in rugby players. *Br J Sports Med.* 2006;40(3):260-3.

- 6- Kraemer WJ, Flanagan SD, Comstock BA, Fragala MS, Earp JE, Dunn-Lewis C, et al. Effects of a whole body compression garment on markers of recovery after a heavy resistance workout in men and women. *J Strength Cond Res.* 2010;24(3):804-14.
- 7- Sperlich B, Born DP, Zinner C, Hauser A, Holmberg HC. Does upper-body compression improve 3 x 3-min double-poling sprint performance? *Int J Sports Physiol Perform.* 2014;9(1):48-57.
- 8- Borg G. [Physical training. 3. Perceived exertion in physical work]. *Lakartidningen.* 1970;67(40):4548-57.
- 9- Rimaud D, Messonnier L, Castells J, Devillard X, Calmels P. Effects of compression stockings during exercise and recovery on blood lactate kinetics. *Eur J Appl Physiol.* 2010;110(2):425- 33.
- 10- Berry MJ, McMurray RG. Effects of graduated compression stockings on blood lactate following an exhaustive bout of exercise. *Am J Phys Med.* 1987;66(3):121-32.
- 11- Nielsen HB, Clemmesen JO, Skak C, Ott P, Secher NH. Attenuated hepatosplanchnic uptake of lactate during intense exercise in humans. *J Appl Physiol (1985).* 2002;92(4):1677-83.
- 12- Stanley WC. Myocardial lactate metabolism during exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 1991;23(8):920-4.
- 13- Ide K, Secher NH. Cerebral blood flow and metabolism during exercise. *Prog Neurobiol.* 2000;61(4):397-414.
- 14- Brooks GA, Brauner KE, Cassens RG. Glycogen synthesis and metabolism of lactic acid after exercise. *Am J Physiol.* 1973;224(5):1162-6.
- 15- Weltman A, Stamford BA, Fulco C. Recovery from maximal effort exercise: lactate disappearance and subsequent performance. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol.* 1979;47(4):677-82.
- 16- Gladden LB. Lactate metabolism: a new paradigm for the third millennium. *J Physiol.* 2004;558(Pt 1):5-30.
- 17- Morris DM, Shafer RS, Fairbrother KR, Woodall MW. Effects of lactate consumption on blood bicarbonate levels and performance during highintensity exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2011;21(4):311-7.
- 18- Oishi Y, Tsukamoto H, Yokokawa T, Hirotsu K, Shimazu M, Uchida K, et al. Mixed lactate and caffeine compound increases satellite cell activity and anabolic signals for muscle hypertrophy. *J Appl Physiol (1985).* 2015;118(6):742-9.

Tabela 1. Característica da Amostra

Amostra (n = 16)	Valores
Massa corporal, kg	93,7 ± 10,6
Altura, m	1,79 ± 0,05
Índice de Massa Corporal, kg/m ²	29,23 ± 2,12
Circunferência do Braço Direito, cm	40,58 ± 3,47
Circunferência do Braço Esquerdo, cm	40,21 ± 3,32

Dados apresentados em média e SD.

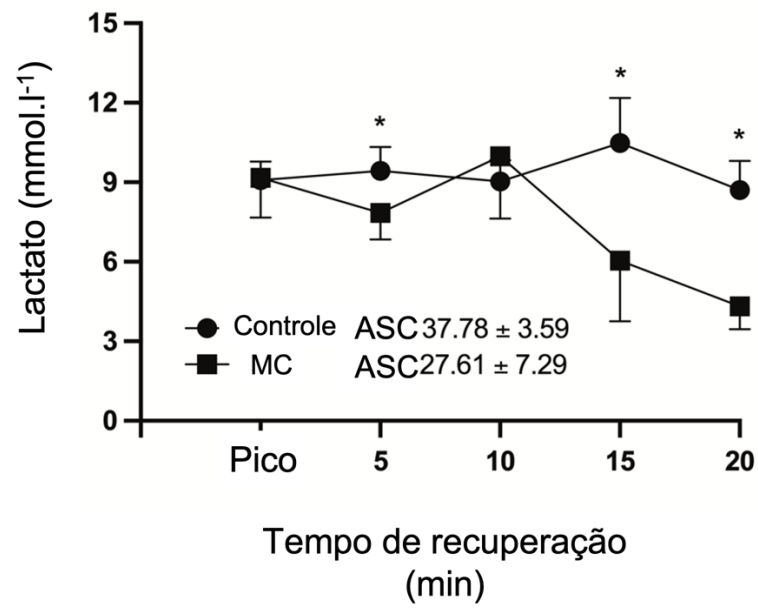


Figura 1. Lactato sanguíneo médio (\pm SD) concentração durante o pico de recuperação com manga de compressão (preenchido quadrado) ou controle (círculo preenchido).

Observação: ANOVA para medidas repetidas: efeito de grupo $P < 0,05$; Tempo efeito $P < 0,05$; interação $P < 0,05$. *Significativamente diferente por teste post-hoc Tukey-Kramers. ASC = área sobre a curva.

6. ESTUDO 2: RESPOSTAS HEMODINÂMICAS AGUDAS DO EXERCÍCIO RESISTIDO DE BAIXA CARGA COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO EM INDIVÍDUOS JOVENS E IDOSOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA E METANÁLISE DE ESTUDOS CRUZADOS

6.1 INTRODUÇÃO

A restrição parcial ou total do fluxo sanguíneo (BFR) é usada como método de treinamento em associação com o exercício (Scott, et al.,2015). O exercício com BFR foi descrito pela primeira vez pelo Dr. Yoshiaki Sato, denominado “Kaatsu exercício”, e agora, algumas décadas depois, é realizado em todo o mundo usando sistemas de oclusão automáticos ou pneumáticos (Loenneke, Wilson, Balapur, et al., 2012;) (Wernbom, et al., 2008).

Essa técnica tem sido utilizada em regiões mais proximais, tanto em membros inferiores como superiores (Pignanelli, et al., 2021). Fisiologicamente, a compressão limita o fluxo venoso, reduzindo o fluxo sanguíneo venoso e acumulando volume sanguíneo nos capilares dos membros obstruídos. Essa redução reduz drasticamente a circulação de oxigênio, causando hipóxia dos leitos vasculares (Manini & Clark, 2009), gerando maior estresse nos músculos ativos, e estimulando maior adaptação muscular.

Os estudos atuais geralmente se concentram em resultados de desempenho muscular, como ganho de força e hipertrofia, e faltam estudos relatando respostas hemodinâmicas ou possíveis efeitos deletérios. O exercício com BFR pode gerar respostas anormais da frequência cardíaca (FC) e da pressão arterial através da ação direta do metaborreflexo (reflexo pressor simpatoexcitatório induzido por isquemia originado no músculo esquelético) (Kacin, et al., 2015). Durante as contrações musculares, há um aumento da pressão intramuscular abaixo do manguito (Kacin, et al., 2015), causando maior redução do fluxo sanguíneo na pressão arterial sistólica (PAS) e aumento da FC (Domingos & Polito, 2018).

Embora os resultados também tenham mostrado que o acúmulo de sangue pode ser influenciado pela pressão aplicada, estudos relatam uma variabilidade substancial nos protocolos, usando diferentes intensidades e tipos de exercício (modalidades) e várias pressões de oclusão (Kacin, et al., 2015; Vieira, et al., 2013).

Informações sobre possíveis efeitos nocivos ao uso da técnica de exercício BFR (por exemplo, dormência, dor, etc.) e segurança parecem ser pouco relatadas na literatura. Esta informação pode ser particularmente importante para indivíduos com histórico médico de risco prévio, particularmente indivíduos com distúrbios de coagulação do sangue, lesão de isquemia-reperfusão, distensão venosa ou qualquer distúrbio ou dano muscular, como rabdomiólise (Cristina-Oliveira, et al., 2020). Por exemplo, um estudo anterior do nosso grupo (Vieira, et al., 2013), observaram uma intensa resposta hemodinâmica e metaborreflexo muscular esquelético após a aplicação de BFR durante uma fase de aquecimento em voluntários jovens e idosos; entretanto, alguns voluntários relataram desconforto algíco durante a intervenção.

Assim, o objetivo do presente estudo foi analisar se o exercício resistido de baixa carga (LL) (LLRE) com BFR altera as variáveis hemodinâmicas (FC, PAS, pressão arterial diastólica [PAD] e média pressão arterial [PAM]) significativamente em comparação com os grupos controle passivo (sem exercício) e ativo (exercício de resistência convencional [CRE]). Os objetivos secundários foram (1) comparar LLRE + BFR com CRE aplicado com intensidades baixa (LL) e alta (HL) e (2) comparar a resposta hemodinâmica LLRE + BFR entre voluntários jovens e idosos.

6.2 MÉTODOS

O presente estudo segue as recomendações padrão do *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* e as diretrizes *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-análise* (PRISMA) (Moher et al., 2015). Esta meta-análise foi registrada no banco de dados de *Prospectively Registered Systematic Reviews* (PROSPERO) (número de registro: CRD42021234757).

6.3 ESTRÁTEGIA DE BUSCA

Dois revisores (WPR e GRC) conduziram independentemente uma busca eletrônica em sete bancos de dados - MEDLINE (via PubMed), EMBASE (via Scopus), SPORTDiscus, Cochrane Central Register of Controlled Trials, Cochrane Database of Systematic Reviews, Web of Science e MedRxiv, de início a fevereiro de 2022; as

discordâncias foram resolvidas por consenso ou envolvendo um terceiro pesquisador (MF). A estratégia de pesquisa adotada foi a seguinte: 'voluntários saudáveis' OU 'Saúde' OU 'Envelhecimento saudável' OU 'Idoso' E 'Exercício' OU 'Treinamento de resistência' OU 'Treinamento de resistência' OU 'Treinamento intervalado de alta intensidade' OU 'Restrição de Fluxo Sanguíneo OU 'Treinamento de Oclusão' OU 'Oclusão Vascular' OU 'Kaatsu' OU 'Treinamento Isquêmico' OU 'Teste de Exercício' OU 'Pressão Arterial' OU 'Frequência Cardíaca', adaptado de acordo com a base de dados avaliada.

6.4 SELEÇÃO DOS ESTUDOS

Estudos envolvendo os efeitos do exercício com BFR nas respostas hemodinâmicas foram incluídos nesta revisão sistemática. Os critérios de inclusão foram: (1) tipo de estudos: estudos cruzados; (2) tipo de participantes: adultos e idosos saudáveis (sem doença prévia); (3) tipo de intervenção: exercício resistido (baixa e alta intensidade) com oclusão vascular; (4) tipo de comparação: exercício resistido sem BFR ou sem exercício; e (5) desfechos: FC (bpm), PAS (mmHg), PAD (mmHg) e PAM (mmHg). Os critérios de exclusão foram: (1) indivíduos acima de 75 anos; (2) indivíduos com doenças cardiovasculares ou respiratórias; (3) estudos não randomizados, observacionais e de coorte; (4) resumos de conferências sem artigo completo publicado; (5) estudos com inconsistências ou que não forneceram dados suficientes para calcular o tamanho do efeito.

O termo adulto foi utilizado para aqueles indivíduos com idade superior a 20 anos, meia-idade para indivíduos entre 38 e 58 anos e idosos para indivíduos acima de 60 anos (Kalache & Gatti, 2003).

6.5 EXTRAÇÃO DE DADOS

EndNote 20 (Clarivate Analytics) e a plataforma Rayyan 13 (Ouzzani, et al., 2016) foram usados para remover quaisquer duplicatas e selecionar estudos elegíveis dos resultados do banco de dados e de outras fontes. Dois revisores independentes (WRP e GRC) com experiência na condução de revisões sistemáticas selecionaram estudos elegíveis (Ouzzani et al., 2016). Quaisquer discordâncias entre os revisores foram

resolvidas por consenso ou por um terceiro revisor (WAS).

Um formulário padronizado foi usado para extrair dados relevantes por três revisores (WRP, GRC e WAS). As principais características dos estudos selecionados foram resumidas em uma tabela, incluindo as seguintes informações: (1) características dos estudos: fonte, ano de publicação, tamanho da amostra; (2) características da amostra: adultos jovens ou idosos, número de amostras incluídas em cada grupo, assim como percentual de mulheres nos grupos investigados e idade média; (3) características sobre a intervenção utilizada: duração da técnica, frequência, tipo e regime de exercícios de treinamento; e (4) desfechos avaliados: como FC, PAS, PAD e PAM. As discordâncias na coleta de dados foram resolvidas por consenso.

6.6 CLASSIFICAÇÃO DOS RESULTADOS

O objetivo do estudo foi avaliar as respostas da FC em bpm, PAS em mmHg, PAD em mmHg ou PAM em mmHg, causadas pela oclusão vascular e exercício resistido.

6.7 QUALIDADE DOS ESTUDOS E AVALIAÇÃO DOS RISCOS DE VIÉS

A qualidade dos estudos foi avaliada usando a escala *Physiotherapy Evidence Database (PEDro)* (Maher et al., 2003; Sterne et al., 2019). A escala *PEDro* (Maher, et al., 2003) inclui 11 itens de avaliação (por exemplo, análise, comparações entre grupos, estimativas pontuais e variabilidade). A pontuação máxima que pode ser obtida é de 10 pontos (com o item dos critérios de elegibilidade não contribuindo para a pontuação total), onde pontuações de 9 a 10 pontos são consideradas como excelente qualidade, de 6 a 8 pontos (boa), de 4 a 5 pontos (regular) e abaixo de 4 pontos (baixa qualidade) (Elkins et al., 2013).

O risco de viés dos estudos foi realizado usando a 2ª versão da ferramenta *Cochrane* de risco de viés para estudos cruzados. Os seguintes aspectos de qualidade metodológica foram avaliados nos estudos cruzados (J. Higgins, et al., 2021; Sterne, et al., 2019): (1) Domínio 1a: Risco de viés decorrente do processo de randomização; (2) Domínio S: Risco de viés derivado de efeitos de período e carry-over; (3) Domínio 2: Risco de viés devido a desvios das intervenções pretendidas (atribuição do efeito à intervenção); (4) Domínio 3: Risco de viés devido à falta de dados de desfecho; (5)

Domínio 4: Risco de viés na medição do resultado; (6) Domínio 5: Risco de viés na seleção do resultado reportado.

Consideramos o estudo como de baixo risco de viés se o estudo foi classificado como de baixo risco em todos os domínios, algumas preocupações se houvesse pelo menos um domínio classificado como algumas preocupações e alto risco de viés se houvesse pelo menos um domínio classificado como alto risco ou vários domínios classificados como algumas preocupações que podem afetar a validade dos resultados. A qualidade do estudo e o risco de viés foram avaliados em duplicata, e o consenso foi verificado por um terceiro revisor (GRC).

6.8 CERTEZA DA EVIDÊNCIA

Os estudos incluídos foram avaliados de acordo com o Grau de Recomendações, Avaliação, Desenvolvimento e Avaliações (GRADE) (GH Guyatt, Oxman, Akl, et al., 2011; GH Guyatt, Oxman, Montori, et al., 2011) para examinar a qualidade da evidência de acordo com o Cochrane Handbook (Cumpston, et al., 2019). O método GRADE avalia cinco domínios: (1) risco de viés (Guyatt, Oxman, Vist, et al., 2011), (2) imprecisão das medidas (GH Guyatt, Oxman, Kunz, et al., 2011), (3) inconsistência dos resultados (GH Guyatt, Kunz, Woodcock, Brozek, et al., 2011), (4) indiretamente das intervenções (GH Guyatt, Oxman, Kunz, Woodcock, et al., 2011) e (5) viés de publicação (GH Guyatt, Oxman, Vist, et al., 2011). Uma designação geral de 'alto', 'moderado', 'baixo' ou 'muito baixo' é atribuída a cada artigo com base na força das cinco classificações de domínio.

6.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todas as análises foram realizadas no Review Manager versão 5.4. Diferenças entre médias e intervalos de confiança (IC 95%) foram utilizadas para variáveis de ordem contínua. O desvio padrão (DP) foi calculado para cada estudo, com base no método de pontuação de mudança. A heterogeneidade entre os estudos foi explorada qualitativamente, de acordo com o Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions (Cumpston, et al., 2019), comparando as características dos estudos e

quantitativamente, usando o χ^2 teste de heterogeneidade e EU2 estatísticas (J. Higgins, 2021). Quando apropriado, os resultados do estudo foram combinados para cada resultado para determinar a estimativa geral do efeito do tratamento. Quando faltavam dados sobre o SD de mudança nos resultados da linha de base, as estimativas eram baseadas nos erros padrão, IC de 95% e valores para calcular o SD. Para dados apresentados na figura formato, o webPlotDigitizer foi usado como indicado (Rohatgi, 2021). O modelo de efeito para a meta-análise foi escolhido com base em análises qualitativas e quantitativas e análise de viés de publicação. As análises de sensibilidade foram realizadas dividindo os estudos de acordo com a idade (subgrupo: mais jovens: <65 anos e mais velhos: >65 anos) para avaliar a robustez das estimativas resumidas e detectar se algum estudo foi responsável por uma grande proporção de heterogeneidade entre Estimativas combinadas LLRE + BFR.

6.10 RESULTADOS

A busca na base de dados encontrou 39.385 artigos, que foram revisados com base no título e resumo, após descartar duplicatas (n =3790). Quinze estudos (Bazgir, et al., 2016; Crisafulli, et al., 2018; Curty, et al., 2017; D. Kim, et al., 2016; Downs, et al., 2014; Kacin & Strazar, 2011; Loenneke, Wilson, Balapur, et al., 2012; Maior, et al., 2015; Neto et al., 2015; Poção, 2014; , et al., 2017; Staunton, et al., 2015; Takano, et al., 2005; Vieira et al., 2013; Vilaça-Alves, et al., 2016) preencheram os critérios finais de inclusão e foram selecionados para esta revisão sistemática e meta-análise (Figura1, Informações Complementares: TabelaS1), incluindo uma amostra total de 466 participantes.

Os estudos excluídos com motivos estão disponíveis em Informações de Apoio: TabelaS2 (Abe, et al., 2010; Araújo, et al., 2014; Brandner, et al., 2015; Conceição, et al., 2019; de Oliveira e outros, 2016; Fahs, et al., 2011; J. Kim, et al., 2017; Kumagai, et al., 2012; Loenneke, et al., 2010; Okuno, et al., 2014; Pinto, et al., 2018; Pinto & Polito, 2016; Rossow, et al., 2012; Rossow, et al., 2011; Sprick & Rickards, 2017; Taylor, et al., 2016).

6.11 ESCALA GRADE

Todos os 15 estudos incluídos foram ensaios randomizados, separados de acordo com a idade. Treze estudos foram relacionados a indivíduos adultos saudáveis, divididos de acordo com cada desfecho avaliado (HR = 13; PAS = 15; PAD = 15; PAM = 12 estudos). A qualidade da evidência nesses estudos foi muito baixa (Informações de Apoio: Tabela3). Cinco estudos incluíram idosos saudáveis (>65 anos). A qualidade da evidência nesses estudos foi baixa (Informações de Apoio: Tabela4).

6.12 DADOS RESUMIDOS

Informações de Apoio: Tabelas, 1 e 2 apresentam informações descritivas para os 15 estudos incluídos na revisão. A idade dos participantes incluídos na revisão sistemática variou entre 21 e 69 anos. Diferentes condições clínicas foram analisadas nos estudos incluídos: adultos de meia-idade e idosos em cinco estudos (D. Kim, et al., 2016; Júnior, et al., 2019; Sardeli, et al., 2017; Staunton, et al., 2015; Vieira, et al., 2013) e jovens saudáveis em 14 estudos (Crisafulli, et al., 2018; Fahs, et al., 2012; Kacin & Strazar, 2011; Loenneke, Wilson, Balapur, et al., 2012; Neto, et al., 2015; Staunton, et al., 2015; Vieira et al., 2013). Além disso, diferentes protocolos de exercícios de força foram examinados nos estudos selecionados: LLRE + BFR versus LLRE e LLRE + BFR versus HLRE.

6.13 QUALIDADE DOS ESTUDOS E RISCO DE VIÉS

A análise da pontuação do PEDro revelou pontuações baixas, variando de 3 a 6, sendo que apenas um estudo obteve pontuação 6 (Bazgir, et al., 2016) e outro uma pontuação de 5 (D. Kim, et al., 2016). Quando avaliados pela ferramenta de colaboração *Cochrane* para ensaios randomizados cruzados, todos os estudos mostraram um alto risco de viés (Bazgir, et al., 2016; Crisafulli, et al., 2018; Curty, et al., 2017; Downs, et al., 2014; Kacin & Strazar, 2011; Loenneke, Wilson, Balapur, et al., 2012; Maior, et al., 2015; Neto et al., 2015; Poção, 2014; Sardeli, et al., 2017; Staunton, et al., 2015; Takano et al., 2005; Vieira, et al., 2013). E quando os estudos foram analisados de acordo com todos os domínios individuais, 100% apresentaram problemas em pelo menos um item. Os resultados do RoB2 são apresentados na Figura 2.

6.14 META-ANÁLISE

Resistência ao exercício com efeitos da BFR na FC LLRE + BFR aumentou significativamente a FC em comparação com a condição de controle passivo (diferença média [MD] = 7,25, IC 95%: 2,15-12,35 bpm, $I^2= 12\%$), considerando todos os dados agrupados (6 estudos, 7 comparações, n =192 sujeitos) (Figura3a); no entanto, LLRE + BFR não apresentou diferenças significativas da condição de controle ativo (LLRE + HLRE) (MD = -4,75, IC 95%: -12,70 a 3,20 bpm, $I^2= 83\%$) (10 estudos, n =276 sujeitos, Figura4a).

A análise de subgrupo também não mostrou diferença entre LLRE + BFR e HLRE (MD = -9,39, IC 95%: -21,48 a 2,69 bpm, $I^2= 83\%$) (5 estudos, n =132 indivíduos) ou entre os protocolos LLRE + BFR e LLRE individualmente (MD = 0,63, IC 95%: -5,76 a 7,03 bpm, $I^2=46\%$) (5 estudos, n =144 sujeitos) (Figura5a).

6.15 RESISTÊNCIA AO EXERCÍCIO COM EFEITOS DO BFR NA PRESSÃO ARTERIAL

Considerando todos os dados agrupados (5 estudos, 7 comparações, n=186 indivíduos), LLRE + BFR aumentou significativamente a PAS (MD = 11,67, IC 95%: 6,17-17,17 mmHg, $I^2= 0\%$) em comparação com a condição de controle passivo (Figura3b). Ao contrário, não houve diferença quando comparado à condição de controle ativo (LLRE + HLRE) (MD = 2,17, IC 95%: -5,62 a 9,96 mmHg, $I^2= 77\%$) (10 estudos, n =264 sujeitos) (Figura4b). A análise de subgrupo também não mostrou diferença entre LLRE + BFR e HLRE (MD = -3,67, IC 95%: -13,95 a 6,61 mmHg, $I^2= 70\%$) (5 estudos, n=120 indivíduos) ou entre os protocolos LLRE + BFR e LLRE individualmente (MD = 6,66, IC 95%: -1,43 a 14,75 mmHg, $I^2= 53\%$) (5 estudos n=144 sujeitos) (Figura5b). Semelhante à PAS, LLRE-BFR aumentou significativamente a PAD (MD = 6,93, IC 95%: 1,24-12,61 mmHg, $I^2= 41\%$) (5 estudos, 7 comparações, n=186 sujeitos) em comparação com a condição de controle passivo (Figura3c), enquanto não houve diferença quando comparado à condição de controle ativo (LLRE + HLRE) (MD = 1,41, IC 95%: -6,49 a 9,31 mmHg, $I^2= 89\%$) (11 estudos, n=306 sujeitos) (Figura4c). Mais uma vez, a análise de subgrupo não mostrou diferença entre LLRE + BFR e HLRE (MD = -0,47, IC 95%: -13,43 a 12,50 mmHg, $I^2= 93\%$) (5 estudos, n=162 indivíduos) ou protocolos LLRE +BFR e LLRE

individualmente (MD=3,29, IC 95%: -4,98 a 11,56 mmHg, $I^2=73\%$) (6 estudos, n=144 sujeitos) (Figura5c).

Por último, LLRE-BFR aumentou significativamente a PAM (MD = 4,80, 95% CI: -1,29 a 8,30 mmHg, $I^2= 4\%$) (7 estudos, 9 comparações, n=268 sujeitos) em comparação com a condição de controle passivo (Figura3d), sem diferença para a condição de controle ativo (LLRE + HLRE) (MD = -0,51, IC 95%: -4,28 a 3,26 mmHg, $I^2=13\%$) (6 estudos n=186 sujeitos) (Figura4d). A análise de subgrupo também não mostrou efeitos entre LLRE + BFR e HLRE (MD = -1,16, IC 95%: -11,06 a 8,74 mmHg, $I^2= 51\%$) (3 estudos, n=96 indivíduos) ou entre os protocolos LLRE + BFR e LLRE individualmente (MD = -0,65, 95% CI: -4,41 a 3,12 mmHg, $I^2= 0\%$) (3 estudos, n=90 sujeitos) (Figura5d).

6.16 ANÁLISE SUBGRUPO DE EFEITO DA IDADE

A sensibilidade dos dados foi realizada por meio de análise de subgrupo, conforme mostrado na Figura 5 e Informações Complementares: Tabela 5, separando os estudos de acordo com a idade dos sujeitos.

6.17 DISCUSSÃO

Esta revisão sistemática e meta-análise fornece uma síntese das evidências que apoiam o uso de BFR associado ao treinamento LLRE em indivíduos saudáveis jovens e idosos. Nossos dados mostraram que LLRE+ BFR: (1) aumenta FC, PAS, PAD e PAM em relação à condição de controle passivo(2); aumenta a FC, PAS, PAD e PAM de forma semelhante ao protocolo CRE, independentemente da carga de treinamento resistido(3); a análise de subgrupos não encontrou diferença entre a magnitude do efeito de acordo com a idade dos indivíduos incluídos nos estudos.

Detectamos aumentos significativos na FC e pressão arterial após exercício com controle passivo da RFS, variando de acordo com o método utilizado. Ao contrário, alguns estudos (Fahs, et al., 2012; Figueroa & Vicil, 2011; Neto, et al., 2017; Ozaki, et al., 2013) não relataram respostas hemodinâmicas aumentadas com exercício BFR em comparação com condições de controle passivo sem BFR; no entanto, esses estudos não controlam a duração da aplicação do BFR entre as séries de exercícios resistidos. Em

contraste, os estudos de Poton e Polito (Poton, 2014), Takano e Cols. (2005) e Vieira (et al., 2013) controlaram a aplicação do BFR e descreveram respostas significativas.

Neto (et al., 2016) sugerem que as discrepâncias mencionadas acima podem ser explicadas pelas diferenças encontradas entre os protocolos de intervenção. Kacin e Strazar (2011) utilizaram contração voluntária máxima (15%) até a exaustão. Este método poderia ter promovido fadiga muscular mais rápida no protocolo BFR. Portanto, o protocolo sem BFR pode ter apresentado maior carga de trabalho, explicando o aumento dos parâmetros hemodinâmicos.

Outra diferença notável não avaliada em nossa revisão está relacionada aos efeitos crônicos do tratamento com BFR (Poton, 2014; Takano, et al., 2005; Vieira, et al., 2013). Neto (et al., 2016) descreveram reduções significativas após protocolos com duração superior a 6 semanas (Fahs, et al., 2012; Neto, et al., 2017; Ozaki, et al., 2013). Por outro lado, a literatura científica tem sugerido aumentos significativos na FC, PAS, PAD e PAM após protocolos de alta intensidade em comparação com protocolos de baixa intensidade com e sem BFR (Poton & Polito, 2015; 2016).

Nossos dados demonstram que, apesar de diferentes volumes de treinamento de exercícios resistidos e valores de oclusão vascular (consulte informações de suporte: Tabela 5) entre os estudos que utilizaram BFR, não houve diferenças significativas nas respostas hemodinâmicas em relação aos protocolos de alta ou baixa intensidade sem BFR. Essa resposta sugere que a redução do fluxo sanguíneo pode não aumentar a pressão e a sensibilização reflexa, que, por sua vez, não aumenta a resposta cardiovascular autonômica, nem o efeito produzido pelo próprio exercício resistido.

Loenneke (et al., 2013) relataram que manguitos com larguras maiores (superiores a 13,5 cm) podem ser mais eficazes na promoção da oclusão do que manguitos menores (Rossow, et al., 2012), uma vez que manguitos menores requerem maiores pressões de oclusão para promover a oclusão arterial.

Nosso estudo incluiu tamanhos de manguitos entre 6 e 18 cm; 4 estudos usaram manguitos maiores que 13,5 cm (Curty, et al., 2017; Maior, et al., 2015; Poção, 2014; Sardeli, et al., 2017), e 4 menores que 13,5 cm (Bazgir, et al., 2016; Downs, et al., 2014; Takano, et al., 2005; Vilaça-Alves, et al., 2016). Assim, os balonetes menores levaram as maiores pressões de oclusão observadas.

Os ajustes fisiológicos observados na FC, principalmente em voluntários jovens, podem estar ligados à elevação da taxa produto de pressão (RPP) ($RPP = PAS \times FC/100$) após o exercício com BFR (Brandner, et al., 2015; Neto, et al., 2016; Poção, 2014; Vieira,

et al., 2013). Os ajustes hemodinâmicos são causados pelo aumento da tensão muscular imposta pelo aumento da pressão no manguito, que pode estimular os tendões mecanorreceptores (Hayes, et al., 2005), aumentando a resposta cronotrópica e a pressão arterial (Fisher, et al., 2005). Em outro estudo do nosso grupo (Vieira, et al., 2013) mostramos que a ativação de fibras musculares do tipo III e metaborreceptores por meio de um protocolo de BFR parece reduzir o componente de baixa frequência da variabilidade da FC, o que pode estar associado à inibição da estimulação parassimpática e quimiorreflexa, aumentando as respostas cardiovasculares (Coote & Bothams, 2001; Kaufman & Hayes, 2002).

6.18 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Esta revisão sistemática com meta-análise foi baseada em todos os critérios estabelecidos pela *Cochrane* para minimizar possíveis vieses. No entanto, é essencial relatar alguns pontos: (1) através dos métodos incluídos de avaliação de risco de viés (PEDro e RoB2) e qualidade das evidências disponíveis através do GRADE, verificamos que, em geral, os estudos incluídos e os dados disponíveis para análise foram de baixo a moderado qualidade da evidência e com risco substancial de viés; (2) o tamanho da amostra foi relativamente pequeno, o que pode ser um fator limitante, principalmente na extrapolação dos dados; (3) encontramos grande variação na padronização dos protocolos de estudo quanto à intensidade, carga, repetições, volumes de treinamento e pressão de oclusão (Castinheiras-Neto & Farinatti, 2010; Domingos & Polito, 2018; Gjovaag, et al., 2016), bem como tamanhos de manguitos (consulte informações de apoio: Tabelas 4 e 5); (4) os intervalos de recuperação entre os exercícios foram diferentes, o que também é uma variável inversamente associada ao aumento da PA durante o exercício (Castinheiras-Neto & Farinatti, 2010).

Em nossos dados, os intervalos de recuperação foram geralmente mais curtos entre as sessões de exercício BFR em comparação com as sessões de CRE. Por fim, a exclusão de estudos que utilizaram exercício aeróbico com RFS pode ser considerada uma limitação do nosso estudo. No entanto, a inclusão desses estudos resultaria no acréscimo de outras análises específicas, bem como análises de subgrupos por tipo de exercício, o que tornaria o estudo muito extenso. Assim, sugerimos que estudos futuros sejam realizados, com foco na análise dos efeitos do exercício aeróbico com RFS.

6.19 CONCLUSÃO

Nossos dados demonstraram que, apesar de causar respostas hemodinâmicas notáveis em comparação com nenhum exercício, o exercício resistido de curta duração LL com BFR modula todos os parâmetros hemodinâmicos FC, PAS, PAD e PAM, de forma semelhante a um protocolo CRE, seja de baixa ou alta intensidade.

6.20 CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

REFERÊNCIAS

- Abe, T., Sakamaki, M., Fujita, S., Ozaki, H., Sugaya, M., Sato, Y. et al. (2010) Effects of low-intensity walk training with restricted leg blood flow on muscle strength and aerobic capacity in older adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 33, 34–40.
- Araujo, J.P., Silva, E.D., Silva, J.C., Souza, T.S., Lima, E.O., Guerra, I. et al. (2014) The acute effect of resistance exercise with blood flow restriction with hemodynamic variables on hypertensive subjects. *Journal of Human Kinetics*, 43, 79–85.
- Bazgir, B., Rezazadeh Valojerdi, M., Rajabi, H., Fathi, R., Ojaghi, S.M., Emami Meybodi, M.K. et al. (2016) Acute cardiovascular and hemodynamic responses to low intensity eccentric resistance exercise with blood flow restriction. *Asian Journal of Sports Medicine*, 7, e38458.
- Brandner, C.R., Kidgell, D.J. & Warmington, S.A. (2015) Unilateral bicep curl hemodynamics: low-pressure continuous vs high-pressure intermittent blood flow restriction. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 25, 770–777.
- Castinheiras-Neto, A.G.C.-F.I.R. & Farinatti, P.T. (2010) Cardiovascular responses to resistance exercise are affected by workload and intervals between sets. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 95, 493–501.
- Conceicao, M.S., Junior, E.M.M., Telles, G.D., Libardi, C.A., Castro, A., Andrade, A.L.L. et al. (2019) Augmented anabolic responses after 8-week cycling with blood flow restriction. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 51, 84–93.
- Coote, J.H. & Bothams, V.F. (2001) Cardiac vagal control before, during and after exercise. *Experimental Physiology*, 86, 811–815.
- Crisafulli, A., deFarias, R.R., Farinatti, P., Lopes, K.G., Milia, R., Sainas, G. et al. (2018) Blood flow restriction training reduces blood pressure during exercise without affecting metaboreflex activity. *Frontiers in Physiology*, 9, 1736.
- Cristina-Oliveira, M., Meireles, K., Spranger, M.D., O'Leary, D.S., Roschel, H. & Pecanha, T. (2020) Clinical safety of blood flow-restricted training? A comprehensive review of altered muscle metaboreflex in cardiovascular disease during ischemic exercise. *American Journal of Physiology: Heart and Circulatory Physiology*, 318, H90–H109.
- Cumpston, M., Li, T., Page, M.J., Chandler, J., Welch, V.A., Higgins, J.P. et al. (2019) Updated guidance for trusted systematic reviews: a new edition of the Cochrane handbook for systematic reviews of interventions. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 10, ED000142.
- Curty, V.M., Melo, A.B., Caldas, L.C., Guimaraes-Ferreira, L., deSousa, N.F., Vassallo, P.F.

- et al. (2017) Blood flow restriction attenuates eccentric exercise-induced muscle damage without perceptual and cardiovascular overload. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 38(3), 468–476.
- deOliveira, M.F., Caputo, F., Corvino, R.B. & Denadai, B.S. (2016) Short-term low-intensity blood flow restricted interval training improves both aerobic fitness and muscle strength. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26, 1017–1025.
- Domingos, E. & Polito, M.D. (2018) Blood pressure response between resistance exercise with and without blood flow restriction: a systematic review and meta-analysis. *Life Sciences*, 209, 122–131.
- Downs, M.E., Hackney, K.J., Martin, D., Caine, T.L., Cunningham, D., O'Connor, D.P. et al. (2014) Acute vascular and cardiovascular responses to blood flow-restricted exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 46, 1489–1497.
- Elkins, M.R., Moseley, A.M., Sherrington, C., Herbert, R.D. & Maher, C.G. (2013) Growth in the physiotherapy evidence database (PEDro) and use of the PEDro scale. *British Journal of Sports Medicine*, 47, 188–189.
- Fahs, C.A., Rossow, L.M., Loenneke, J.P., Thiebaud, R.S., Kim, D., Bemben, D.A. et al. (2012) Effect of different types of lower body resistance training on arterial compliance and calf blood flow. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 32, 45–51.
- Fahs, C.A., Rossow, L.M., Seo, D.I., Loenneke, J.P., Sherk, V.D., Kim, E. et al. (2011) Effect of different types of resistance exercise on arterial compliance and calf blood flow. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 111, 2969–2975.
- Figuroa, A. & Vicil, F. (2011) Post-exercise aortic hemodynamic responses to low-intensity resistance exercise with and without vascular occlusion. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21, 431–436.
- Fisher, J.P., Bell, M.P. & White, M.J. (2005) Cardiovascular responses to human calf muscle stretch during varying levels of muscle metaboreflex activation. *Experimental Physiology*, 90, 773–781.
- Gjovaag, T., Hjelmeland, A.K., Oygard, J.B., Vikne, H. & Mirtaheri, P. (2016) Acute hemodynamic and cardiovascular responses following resistance exercise to voluntary exhaustion. Effects of different loadings and exercise durations. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 56, 616–623.
- Guyatt, G., Oxman, A.D., Akl, E.A., Kunz, R., Vist, G., Brozek, J. et al. (2011) GRADE guidelines: 1. Introduction-GRADE evidence profiles and summary of findings tables. *Journal of Clinical Epidemiology*, 64, 383–394.
- Guyatt, G.H., Oxman, A.D., Kunz, R., Brozek, J., Alonso-Coello, P., Rind, D. et al. (2011) GRADE guidelines 6. Rating the quality of evidence—imprecision. *Journal of Clinical Epidemiology*, 64, 1283–1293.
- Guyatt, G.H., Oxman, A.D., Kunz, R., Woodcock, J., Brozek, J., Helfand, M. et al. (2011) GRADE guidelines: 8. Rating the quality of evidence—indirectness. *Journal of Clinical Epidemiology*, 64, 1303–1310.
- Guyatt, G.H., Oxman, A.D., Montori, V., Vist, G., Kunz, R., Brozek, J. et al. (2011) GRADE guidelines: 5. Rating the quality of evidence—publication bias. *Journal of Clinical Epidemiology*, 64, 1277–1282.
- Guyatt, G.H., Oxman, A.D., Vist, G., Kunz, R., Brozek, J., Alonso-Coello, P. et al. (2011) GRADE guidelines: 4. Rating the quality of evidence—study limitations (risk of bias). *Journal of Clinical Epidemiology*, 64, 407–415.
- Guyatt, G.H., Oxman, A.D., Kunz, R., Woodcock, J., Brozek, J., Helfand, M. et al. (2011) GRADE guidelines: 7. Rating the quality of evidence—inconsistency. *Journal of Clinical Epidemiology*, 64(12), 1294–1302. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2011.03.017>
- Hayes, S.G., Kindig, A.E. & Kaufman, M.P. (2005) Comparison between the effect of static

- contraction and tendon stretch on the discharge of group III and IV muscle afferents. *Journal of Applied Physiology*, 99, 1891–1896.
- Higgins, J., Li, T. & Sterne, J. (2021). <https://www.riskofbias.info/welcome/rob-2-0-tool/rob-2-for-crossover-trials>.
- Junior, A.F.S.J., Altimare, L.R., Okano, O.H. & Okuno, N.M. (2019) Effect of walk training combined with blood flow restriction on resting heart rate variability and resting blood pressure in middle-aged men. *Revista educación física*, 25, 1–6.
- Kacin, A., Rosenblatt, B., Zargi, T.G. & Biswas, A. (2015) Safety considerations with blood flow restricted resistance training. *Annales Kinesiologiae*, 6, 3–23.
- Kacin, A. & Strazar, K. (2011) Frequent low-load ischemic resistance exercise to failure enhances muscle oxygen delivery and endurance capacity. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21, e231-e241.
- Kalache, A. & Gatti, A. (2003) Active ageing: a policy framework. *Advances in gerontology = Uspekhi gerontologii/Rossiiskaia akademii ė nauk, Ėerontologicheskoe obshchestvo*, 11, 7–18.
- Kaufman, M.P. & Hayes, S.G. (2002) The exercise pressor reflex. *Clinical Autonomic Research*, 12, 429–439.
- Kim, D., Singh, H., Loenneke, J.P., Thiebaud, R.S., Fahs, C.A., Rossow, L.M. et al. (2016) Comparative effects of vigorous-intensity and low-intensity blood flow restricted cycle training and detraining on muscle mass, strength, and aerobic capacity. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30, 1453–1461.
- Kim, J., Lang, J.A., Pilania, N. & Franke, W.D. (2017) Effects of blood flow restricted exercise training on muscular strength and blood flow in older adults. *Experimental Gerontology*, 99, 127–132.
- Kumagai, K., Kurobe, K., Zhong, H., Loenneke, J.P., Thiebaud, R.S., Ogita, F. et al. (2012) Cardiovascular drift during low intensity exercise with leg blood flow restriction. *Acta Physiologica Hungarica*, 99, 392–399.
- Loenneke, J.P., Fahs, C.A., Rossow, L.M., Thiebaud, R.S., Mattocks, K.T., Abe, T. et al. (2013) Blood flow restriction pressure recommendations: a tale of two cuffs. *Frontiers in Physiology*, 4, 249.
- Loenneke, J.P., Kearney, M.L., Thrower, A.D., Collins, S. & Pujol, T.J. (2010) The acute response of practical occlusion in the knee extensors. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24, 2831–2834.
- Loenneke, J.P., Wilson, J.M., Balapur, A., Thrower, A.D., Barnes, J.T. & Pujol, T.J. (2012) Time under tension decreased with blood flow-restricted exercise. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 32, 268–273.
- Maher, C.G., Sherrington, C., Herbert, R.D., Moseley, A.M. & Elkins, M. (2003) Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Physical Therapy*, 83, 713–721.
- Maior, A.S., Simao, R., Martins, M.S., deSalles, B.F. & Willardson, J.M. (2015) Influence of blood flow restriction during low-intensity resistance exercise on the postexercise hypotensive response. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29, 2894–2899.
- Manini, T.M. & Clark, B.C. (2009) Blood flow restricted exercise and skeletal muscle health. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 37, 78–85.
- Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M. et al. (2015) Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Systematic Reviews*, 4, 1.
- Neto, G.R., Novaes, J.S., Dias, I., Brown, A., Vianna, J. & Cirilo-Sousa, M.S. (2017) Effects of resistance training with blood flow restriction on haemodynamics: a systematic review. *Clinical Physiology and Functional imaging*, 37, 567–574.

- Neto, G.R., Sousa, M.S., Costa, P.B., Salles, B.F., Novaes, G.S. & Novaes, J.S. (2015) Hypotensive effects of resistance exercises with blood flow restriction. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29, 1064–1070.
- Neto, G.R., Sousa, M.S., Costa e Silva, G.V., Gil, A.L., Salles, B.F. & Novaes, J.S. (2016) Acute resistance exercise with blood flow restriction effects on heart rate, double product, oxygen saturation and perceived exertion. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 36, 53–59.
- Okuno, N.M., Pedro, R.E., Leicht, A.S., dePaula Ramos, S. & Nakamura, F.Y. (2014) Cardiac autonomic recovery after a single session of resistance exercise with and without vascular occlusion. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28, 1143–1150.
- Ouzzani, M., Hammady, H., Fedorowicz, Z. & Elmagarmid, A. (2016) Rayyan-a web and mobile app for systematic reviews. *Systematic Reviews*, 5, 210.
- Ozaki, H., Yasuda, T., Ogasawara, R., Sakamaki-Sunaga, M., Naito, H. & Abe, T. (2013) Effects of high-intensity and blood flow-restricted low-intensity resistance training on carotid arterial compliance: role of blood pressure during training sessions. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 113, 167–174.
- Pignanelli, C., Christiansen, D. & Burr, J.F. (2021) Blood flow restriction training and the high-performance athlete: science to application. *Journal of Applied Physiology* (1985), 130, 1163–1170.
- Pinto, R.R., Karabulut, M., Poton, R. & Polito, M.D. (2018) Acute resistance exercise with blood flow restriction in elderly hypertensive women: haemodynamic, rating of perceived exertion and blood lactate. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 38, 17–24.
- Pinto, R.R. & Polito, M.D. (2016) Haemodynamic responses during resistance exercise with blood flow restriction in hypertensive subjects. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 36, 407–413.
- Poton, R. & Polito, M.D. (2015) Hemodynamic responses during lower-limb resistance exercise with blood flow restriction in healthy subjects. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55, 1571–1577.
- Poton, R. & Polito, M.D. (2016) Hemodynamic response to resistance exercise with and without blood flow restriction in healthy subjects. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 36, 231–236.
- Poton, R.P.M. (2014). Cardiovascular responses during resistance exercise with blood flow restriction. 27, 6.
- Rohatgi, A. (2021). Web based tool to extract data from plots, images, and maps. WebPlotDigitizer, Version 4.5. Pacifica, California, USA. <https://automeris.io/WebPlotDigitizer>
- Rossow, L.M., Fahs, C.A., Loenneke, J.P., Thiebaud, R.S., Sherk, V.D., Abe, T. et al. (2012) Cardiovascular and perceptual responses to blood-flow-restricted resistance exercise with differing restrictive cuffs. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 32, 331–337.
- Rossow, L.M., Fahs, C.A., Sherk, V.D., Seo, D.I., Bembem, D.A. & Bembem, M.G. (2011) The effect of acute blood-flow-restricted resistance exercise on postexercise blood pressure. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 31, 429–434.
- Sardeli, A.V., do Carmo Santos, L., Ferreira, M.L.V., Gaspari, A.F., Rodrigues, B., Cavaglieri, C.R. et al. (2017) Cardiovascular responses to different resistance exercise protocols in elderly. *International Journal of Sports Medicine*, 38, 928–936.
- Scott, B.R., Loenneke, J.P., Slattery, K.M. & Dascombe, B.J. (2015) Exercise with blood flow restriction: an updated evidence-based approach for enhanced muscular development. *Sports Medicine*, 45, 313–325.
- Sprick, J.D. & Rickards, C.A. (2017) Cyclical blood flow restriction resistance exercise: a potential parallel to remote ischemic preconditioning? *American Journal of Physiology*,

Regulatory, Integrative and Comparative Physiology, 313, R507–R517.

Staunton, C.A., May, A.K., Brandner, C.R. & Warmington, S.A. (2015) Haemodynamics of aerobic and resistance blood flow restriction exercise in young and older adults. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 115, 2293–2302.

Sterne, J.A.C., Savovic, J., Page, M.J., Elbers, R.G., Blencowe, N.S., Boutron, I. et al. (2019) RoB2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ*, 366, 14898.

Takano, H., Morita, T., Iida, H., Asada, K., Kato, M., Uno, K. et al. (2005) Hemodynamic and hormonal responses to a short-term low-intensity resistance exercise with the reduction of muscle blood flow. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 95, 65–73.

Taylor, C.W., Ingham, S.A. & Ferguson, R.A. (2016) Acute and chronic effect of sprint interval training combined with postexercise blood-flow restriction in trained individuals. *Experimental Physiology*, 101, 143–154.

Vieira, P.J., Chiappa, G.R., Umpierre, D., Stein, R. & Ribeiro, J.P. (2013) Hemodynamic responses to resistance exercise with restricted blood flow in young and older men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27, 2288–2294.

Vilaça-Alves, J., Neto, G.R., Morgado, N.M., Saavedra, F., Lemos, R., Moreira, T.R. et al. (2016) Acute effect of performed upper and lower limbs resistance exercises with blood flow restriction on hemodynamics. *Journal of Exercise Physiology Online*, 19(3), 100–109.

Wernbom, M., Augustsson, J. & Raastad, T. (2008) Ischemic strength training: a low-load alternative to heavy resistance exercise? *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 18, 401–416.

Sato, Y. (2005) The history and future of KAATSU training. *International Journal of Kaatsu Training Research*, 1, 5.

ANEXOS

ANEXOS I

PRISMA 2020: Fluxograma de revisões sistemáticas atualizadas que incluíram buscas em bancos de dados, registros e outras fontes

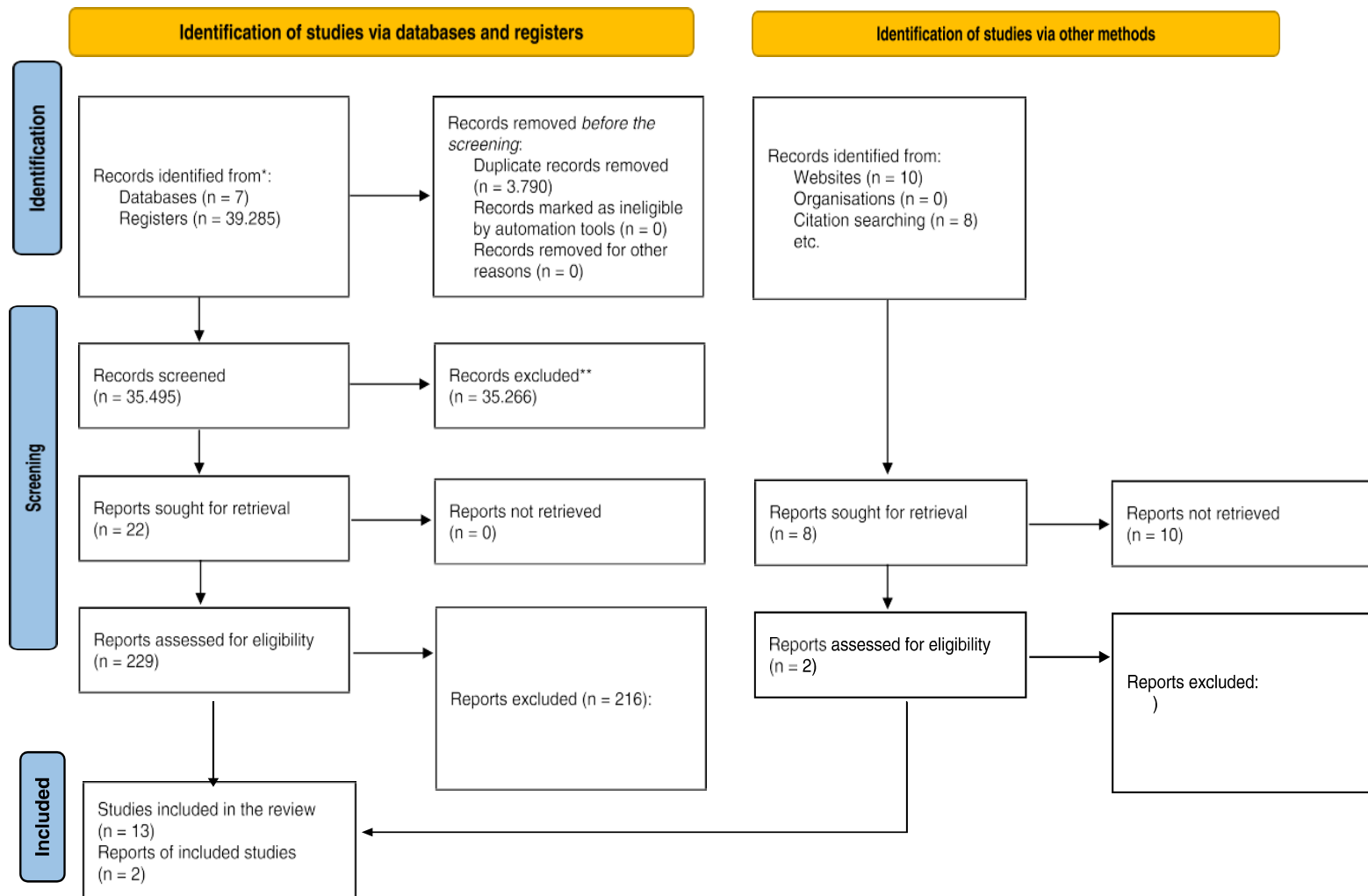


TABELA ESTUDOS INCLUÍDOS COMPARANDO LLRE + BFR VERSUS GRUPO CONTROLE PASSIVO

Descrição do Protocolo de Intervenções

Estudos	Projeto	Modelo	Exercícios	Manguito Localização	Dispositivo de Manguito	Tamanho do Manguito	Pressão de Oclusão	Protocolo de Exercícios
Crisafulli, et al (2018)	CO	BFR	Exercício Resistido	Braço	Um esfigmomanômetro manual (Welck TM allym TM D544)	NI	Na primeira semana, a oclusão foi fixado em 75% da PAS de repouso (sempre obtida após 3 mim de repouso) e aumentava 25% a cada semana até atingir 159% da PAS de repouso na quarta semana	As respostas hemodinâmicas foram avaliados em repouso, durante exercicios de pressão manual e durante a PAM (ativação metaborreflexa), antes (T0) e após 4 semanas (T1) de treinamento BFR de baixa intensidade. Tudo as avaliações ocorreram dentro de 1 a 3 dias antes de T0 e após T1
Kasin & Strazar (2011)	NI	BFR	Exercício Resistido	Uma Perna	Forma de Contorno	13x30 cm	Pressão de repouso 230 mmHg	Exercício de extensão de joelho realizado por 4 semanas (quatro sessões/semana) com 15% de contração muscular voluntária máxima. Uma perna foi treinada com fluxo sanguíneo livre (perna C) e a outra (perna D) isquemia.
Loenneke, Wilson, Balapur, et al. (2012)	CO	BFR	Exercício Resistido	Coxa superior ambas as pernas	Joelheiras (Red-Line, Harbinger)	76 milímetros de largura	NI	Dois conjuntos de extensões de perna bilaterais com 30% 1RM (8-10 repetições) até a falha muscular em condições normais (CON) e outra tentativa completando o mesmo

								protocolo com BFR.
Sardeli, et al (2017)	CO	BFR	Exercício Resistido	Inguinal Dobral	Sonda de Doppler vascular (DV-600, Martec) para determinar o manguito de pressão arterial (POA pressão de oclusão arterial)	175 milímetros de largura e 920 milímetros grandes	60 mmHg	Exercício de resistência de alta carga (HL), com quatro séries de até falha voluntária a 80% 1RM exercício resistido de baixa carga (LL) com quatro séries até a falha voluntária a 30% 1RM; exercício resistido de baixa carga com BFR (LL-BFR), com 1x30 + 3x15 repetições a 30% 1RM e 50% BFR mantido durante toda a sessão de exercícios; controle (sem BFR).
Stauton, et al (2015)	CO	BFR	Exercício Resistido	Ambas Pernas as	Torniquete automático sistema (ATS 3000, Zimmer Inc)	Cuffs 86cm de comprimento, 10,5cm de largura; 8cm de largura a bexiga).	60% POA	LEG PRESS 30 Repetições seguidas de três séries de 15 repetições com carga equivalente a 20% de 1RM.
Vieira, et al. (2013)	NI	BFR	Exercício Resistido	Braço dominante	Manguito pneumático colocado no braço superior	NI	120 mmHg	Indivíduos realizaram um único braço exercício de rosca bíceps em baixa intensidade (30% de 1 repetição máxima) por 3 min.

Neto, et al. (2015) †	CO	BFR	Exercício Resistido	Perna	Um manguito de PA padrão (torniquete pneumático komprimeter para hemostasia no extremidades - Riester)	Bíceps e tríceps (largura 60 mm; comprimento 470 mm); e joelho extensores e flexores do joelho (largura 100 mm; comprimento 540 mm)	80% da pressão necessária para BFR completo em repouso	(a) Um exercício de resistência de alta intensidade 80% 1RM (HI), (b) um exercício de resistência de baixa intensidade 20% 1RM (LI), (c) um exercício de resistência de baixa intensidade 20% 1RM combinado com BFR (LI + BFR) e (d) controle (CON).
-----------------------	----	-----	---------------------	-------	--	---	--	--

Abreviaturas: POA, pressão de oclusão arterial; BFR, restrição do fluxo sanguíneo; PA, pressão arterial; CO, cross-over, NI, não informado; 1-RM, uma repetição máxima. †O manguito foi inflado até que o som do fluxo sanguíneo não pudesse ser ouvido pelo equipamento Doppler. Este ponto foi considerado como o valor do fluxo sanguíneo a ser utilizado na sessão de BFR. O valor de BFR foi baseado em estudos anteriores do nosso laboratório (Vieira, et al., 2013). Estudo de seguimento com duração de 4 semanas. Outros métodos de pressão de oclusão (envolvimento do joelho). Semelhante ao Aparelho Kaatsu.

TABELA 2. ESTUDOS INCLUÍDOS COMPARANDO EXERCÍCIO RESISTIDO DE BAIXA CARGA (LLRE) + BFR VERSUS CONTROLE ATIVO (EXERCÍCIO RESISTIDO DE ALTA CARGA E LLRE)

Descrição do Protocolo de Intervenções

Estudos	Projeto	Modelo	Exercícios	Manguito Localização	Dispositivo de Manguito	Tamanho do Manguito	Pressão de Oclusão	Exercícios de Protocolo
Takano, et al. (2005)	CO	Kaatsu	Exercício Resistido	Ambas pernas	Projetado especialmente manguito, nome Kaatsu em Japonês.	33mm de largura, 880 mm de comprimento	Pressão de banda de 1,3 vezes maior, a pressão sistólica em repouso de 160/180 mmHg	Imediatamente após Kaatsu, os sujeitos realizarão exercícios bilateral de extensão de perna com a extremidade inferior posicionada em 90° de flexão. A intensidade do STLIRE foi de 20% de 1RM, que foi medida pelo menos 1 semana antes do experimento. Os sujeitos realizaram 30 repetições sem descanso, e após um descanso de 20s, eles realizaram três séries novamente até a exaustão.

Vilça-Alves, et al. (2016)	CO	BFR	Exercício Resistido	Biceps/Perna	Manguito (Riester Ri-San)	Superior Lagura 60mm; comprimento 470mm; Membro inferior, largura 100mm comprimento; comprimento 540mm	180 mmHg para membros superiores, membros inferiores 220 mmHg	(a) ER a 70% de 1RM para membros inferiores (HILL); (b) ER a 70% de 1RM para membros superiores (HIUL); (c) ER a 20% de 1RM com BFR para membros inferiores (LI+BFRL); (d) ER a 20% de 1RM com BFR para membros superiores (LI+BRFUL).
Curty, et al. (2017)	CO	BFR	Exercício Resistido	Perna	Doppler vascular sonda (DV-600.Martec) foi colocado sobre a artéria radial para determinar o BFR pressão (mmHg)	Largura 14 cm; comprimento 52 cm.	80% de pressão para completar BFR em condição de repouso	O protocolo HI-ECC correspondeu a três séries de 10 repetições com 130% da força máxima (1RM).
Downs, et al (2014)	CO	BFR	Exercício Resistido	Perna	NI	Largura 10.5 cm	80%-130% POA	HL (80% de 1RM/sem manguito). LL (20% 1RM/sem manguito). BFRDBP (20% 1RM/1.3 pressão arterial diastólica em repouso em decúbito dorsal (PAD). BFRSBP (20% 1RM/1.3, PAS em repouso em decúbito dorsal).

Poton, et al (2014)	CO	BFR	Exercício Resistido	Coxa proximal	Padrão esfigmomanômetro	18x90 centímetros	167,9 ± 16,6 mmHg	LI e LI-BFR, de três a oito repetições a 80% de 1RM e um intervalo de recuperação de 1 min entre séries cada sessão
---------------------	----	-----	---------------------	---------------	-------------------------	-------------------	-------------------	---

Tabela 2. Continue

Estudos	Projeto	Modelo	Exercícios	Manguito Localização	Dispositivo de Manguito	Tamanho do manguito	Pressão de Oclusão	Exercícios de protocolo
Estudos Incluídos Comparando BFR versus outras Modalidades								
Bazgir et al, (2005)	CO	BFR	Exercício Resistido	Perna	KomprimeterRister®	O BFR foi aplicado com manguito pneumático (13cm de largura)	90-100 mmHG	Baixa intensidade (30% máximo de contração voluntária (CVM) ER excêntrico sozinho (ECCERn=6) e baixa intensidade (30% MVC) ECC RE combinado com BFR (ECC RE BFR n=10).
Maior, et al (2015)	CO	BFR	Exercício Resistido	Ambos os braços proximal	NI	Largura 140mm; comprimento 200mm	A média restritiva da pressão ao longo o período de treinamento foi 109,4±7,33 mmHg.	(a) Três séries de BCs a 80% de 1RM e 120segundos de descanso entre as séries (protocolo HIE); e (b) três séries de BCs a 40% de 1RM com BFR e 60segundos de descanso entre as

								séries.
J.Kim, et al (2017)	CO	BFR	Exercício Resistido	Perna	Mestre Kaatsu; Sato Sports	Largura: 5cm Kaatsu mestre; Sato Sports	160 mmHg e foi aumentado 20 mmHg após as 3 semanas iniciais para que o final arbtrário pressão de treinamento foi 180 mmHg (4-6 semanas de treinamento).	75% de contração voluntária máxima.
Sardeli, et al. (2017)	CO	BFR	Exercício Resistido	Coxa Proximal	Doppler vascular sonda (DV-600, Martec), para determinar a pressão arterial do manguito (POA; pressão oclusão arterial).	175mm de largura 60mmHg e 920 milímetros de comprimento.	60mmHG	Exercício resistido de alta carga (HL), com quatro séries até a falha concêntrica a 80% de 1RM; Exercício resisitido de baixa carga (LL) quatro séries até a falha concêntrica a 30% de 1RM; Carga baixa exercício resistido com BFR (LL+BFR), com 1x30 +3x15 repetições a 30% de 1RM e 50% BFR mantido durante toda a sessão de




								exercício controle (sem BFR).
--	--	--	--	--	--	--	--	----------------------------------

Abreviaturas: POA: pressão de oclusão arterial; SE:BFR: restrição do fluxo sanguíneo; PA: pressão arterial; CO: cross-over; NI: não informado, 1RM, uma repetição máxima.

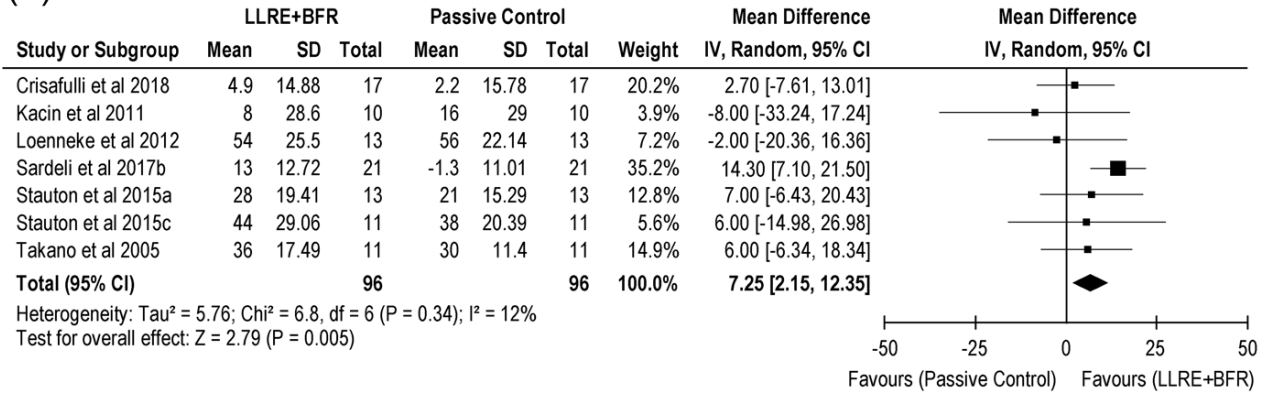
TABELA 3. PEDro - Pontuação dos estudos incluídos

Estudo (ano)	Número do item PEDro											Pontuação	Metodológico qualidade
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Crisafulli et al. (2018)	S	S	N	S	N	N	N	N	N	S	S	4	Ruim
Kacin e Strazar et al. (2011)	S	N	N	S	N	N	N	S	N	S	S	4	Ruim
Loenneke, Wilson, Balapur et al. (2012)	S	S	N	S	N	N	N	N	N	S	S	4	Ruim
Neto et al. (2015)	S	S	N	S	N	N	N	N	N	S	S	4	Ruim
Sardeli et al. (2017)	S	N	N	S	N	N	N	N	N	S	S	3	Ruim
Staunton et al. (2015)	S	S	N	S	N	N	N	N	N	S	S	4	Ruim
Vieira et al. (2013)	S	S	N	S	N	N	N	N	N	S	S	4	Ruim
Vilaça-Alves et al. (2016)	S	S	N	S	N	N	N	N	N	S	S	4	Ruim
Bazgir et al. (2016)	S	S	N	S	S	N	N	S	N	S	S	6	Bom
Curty et al. (2017)	S	S	N	S	N	N	N	N	N	S	S	4	Ruim
Downs et al. (2014)	S	S	N	S	N	N	N	N	N	S	S	4	Ruim
D. Kim et al. (2016)	S	S	N	S	N	N	N	S	N	S	S	5	Ruim
Maior et al. (2015)	S	S	N	S	N	N	N	N	N	S	S	4	Ruim
Poton et al. (2014)	S	S	N	S	N	N	N	N	N	S	S	4	Ruim
Takano et al. (2005)	S	N	N	S	N	N	N	N	N	S	S	3	Ruim

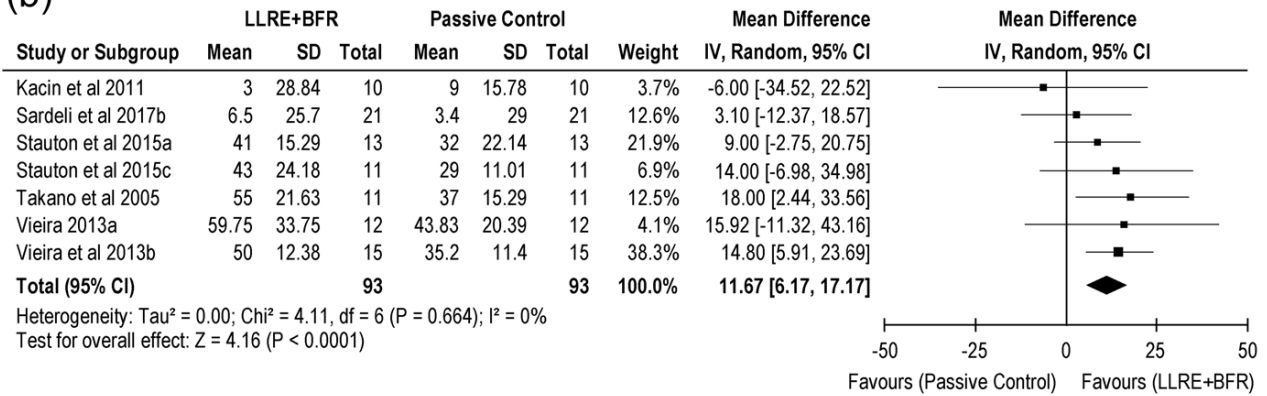
Observação: sim, sim; n, não. Os estudos foram classificados como de qualidade excelente (9–10), boa (6–8), regular (4–5) ou ruim (<4). Escala de pontuação do item: +, presente. Os critérios da escala pedro são (1) critérios de elegibilidade; (2) alocação aleatória; (3) alocação oculta; (4) semelhança na linha de base em medidas-chave; (5) cegamento do participante; (6) cegueira do instrutor; (7) cegamento do avaliador; (8) taxa de retenção superior a 85% de pelo menos um resultado; (9) análise de intenção de tratar; (10) comparação estatística entre grupos para pelo menos um desfecho; e (11) estimativas pontuais e medidas de variabilidade fornecidas para pelo menos um resultado.

	Low risk
	Some concerns
	High risk
D1a	Risk of bias arising from the randomization process.
DS	Risk of bias arising from period and carryover effects.
D2	Risk of bias due to deviations from the intended interventions (<i>effect of assignment to intervention</i>).
D3	Risk of bias due to missing outcome data.
D4	Risk of bias in measurement of the outcome.
D5	Risk of bias in selection of the reported result.

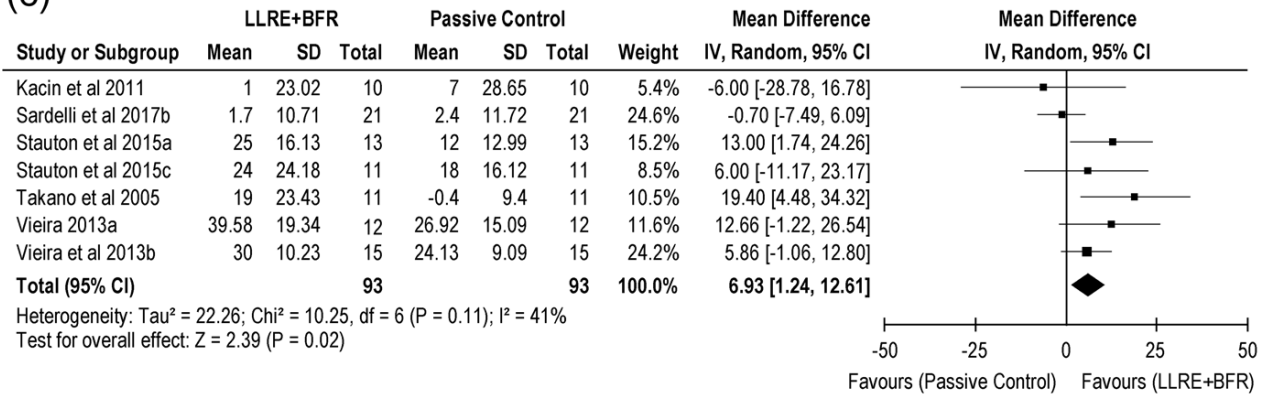
(a)



(b)



(c)



(d)

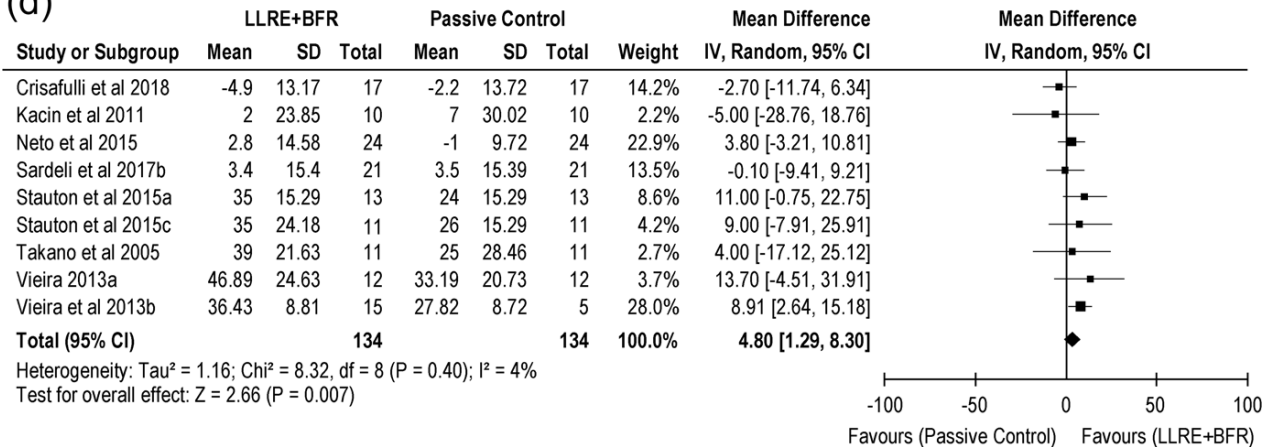


Figura 3. Forest plot representando LLRE + BFR comparado ao controle passivo. Resultados: (a) frequência cardíaca, (b) pressão arterial sistólica, (c) pressão arterial diastólica, (d) pressão arterial média. BFR, restrição do fluxo sanguíneo; IC, intervalo de confiança; LLRE, exercício resistido de baixa carga; SD, desvio padrão.

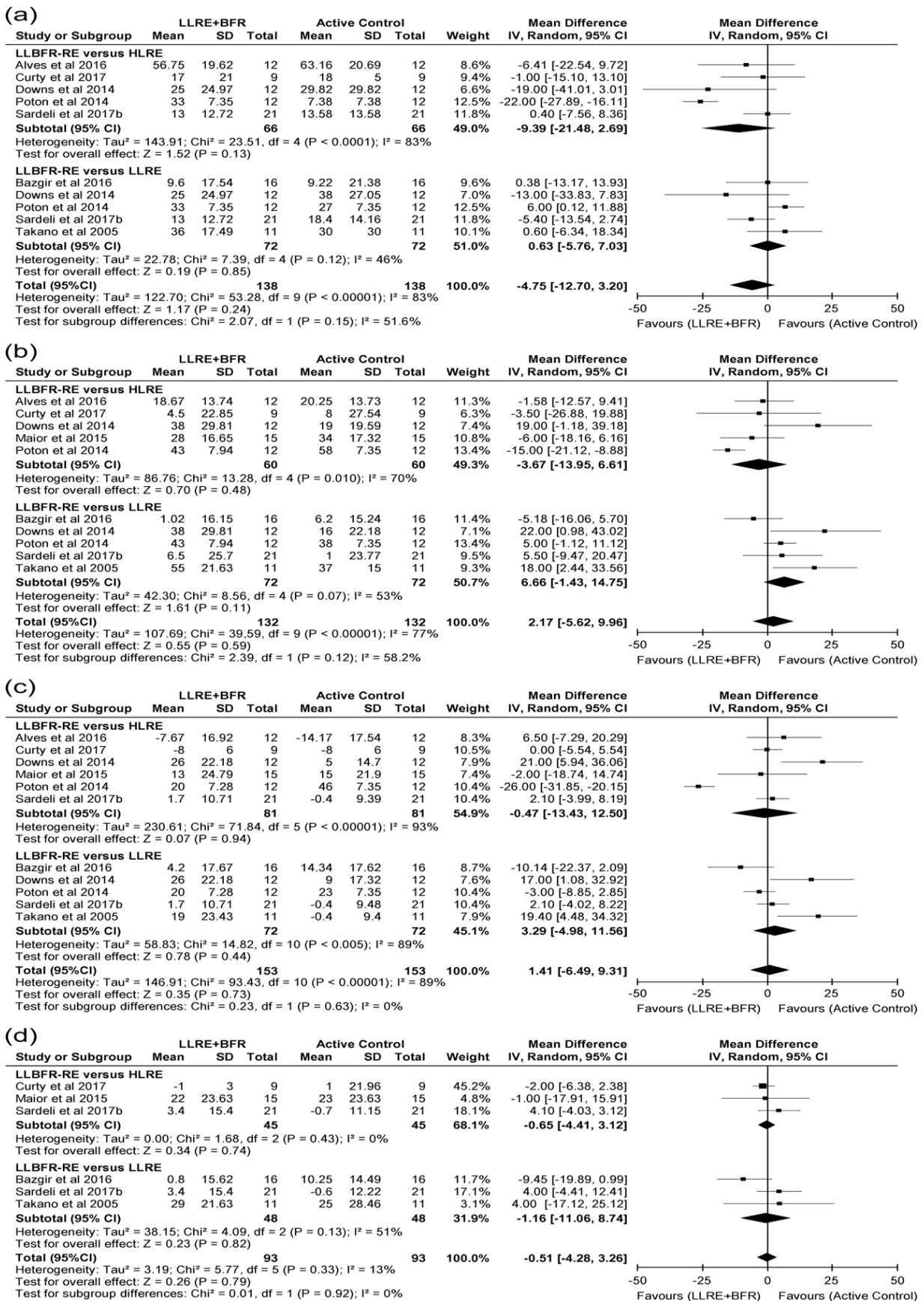
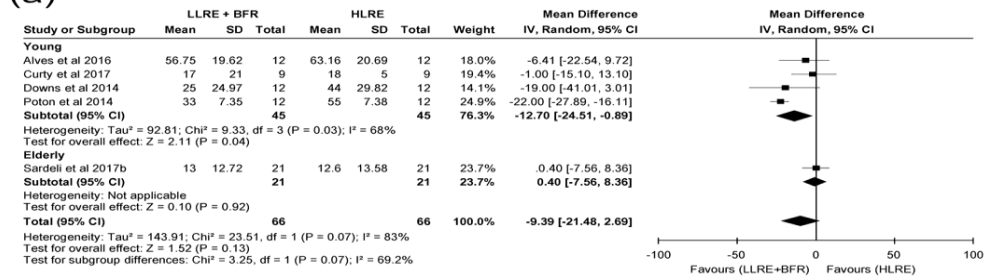
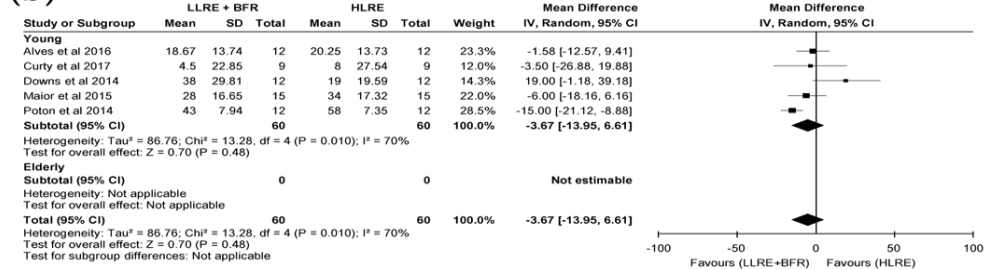


Figura 4. Forest plot representando LLRE + BFR comparado ao controle ativo (HLRE e LLRE). Resultados: (a) frequência cardíaca, (b) pressão arterial sistólica, (c) pressão arterial diastólica, (d) pressão arterial média. BFR, restrição do fluxo sanguíneo; IC, intervalo de confiança; HLRE, carga alta exercício resistido; LLRE, exercício resistido de baixa carga; SD, desvio padrão.

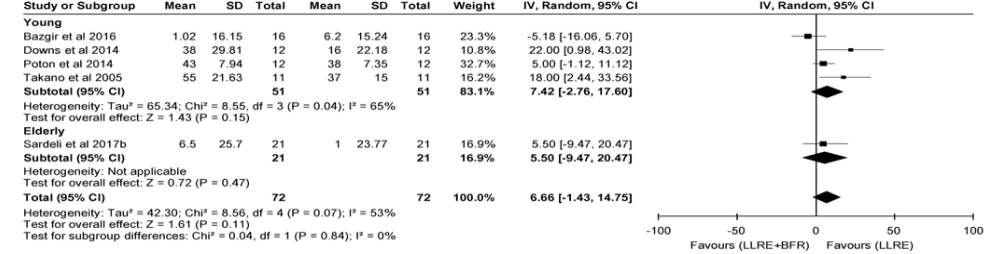
(a)



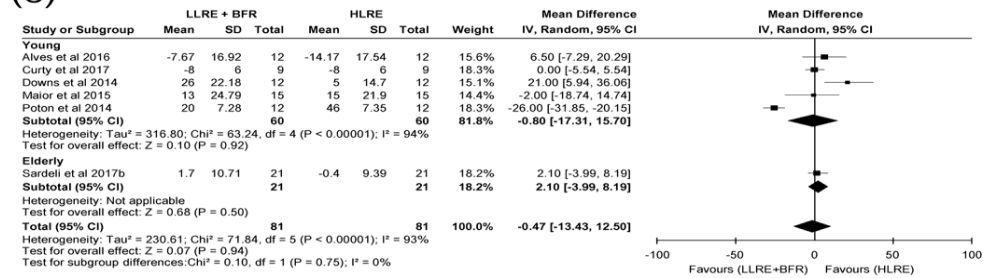
(b)



(c)



(d)



(d)

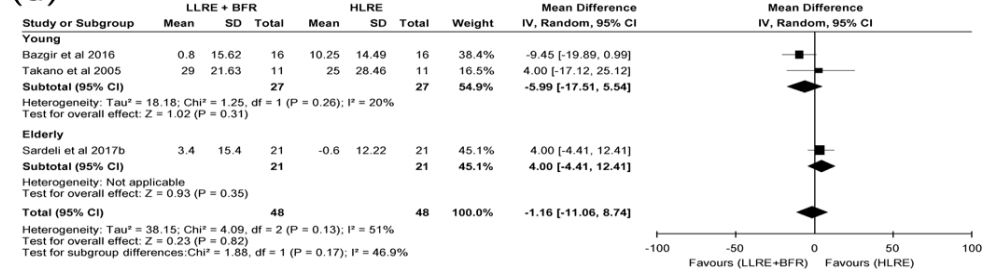


Figura 5. Forest plot representando LLRE + BFR comparado ao controle ativo (HLRE e LLRE), com análise de idade de subgrupo. Resultados: (a) frequência cardíaca; (a) pressão arterial sistólica, (c) pressão arterial diastólica, (d) pressão arterial média. BFR, restrição do fluxo sanguíneo; IC, intervalo de confiança; HLRE, exercício resistido de alta carga; LLRE, exercício resistido de baixa carga; SD, desvio padrão.

ANEXO II - PROSPECTIVELY REGISTERED SYSTEMATIC REVIEWS

PROSPERO

International prospective register of systematic reviews



Review stage	Started	Completed
Preliminary searches	No	No
Piloting of the study selection process	No	No
Formal screening of search results against eligibility criteria	Yes	No
Data extraction	No	No
Risk of bias (quality) assessment	No	No
Data analysis	No	No

Provide any other relevant information about the stage of the review here.

6. * Named contact.

The named contact is the guarantor for the accuracy of the information in the register record. This may be any member of the review team.

William Pedon

Email salutation (e.g. "Dr Smith" or "Joanne") for correspondence:

Mr Pedon

7. * Named contact email.

Give the electronic email address of the named contact.

william.r.pedon@hotmail.com

8. Named contact address

Give the full institutional/organisational postal address for the named contact.

Rua Faveiro Q18 L26

9. Named contact phone number.

Give the telephone number for the named contact, including international dialling code.

+5562984595937

10. * Organisational affiliation of the review.

Full title of the organisational affiliations for this review and website address if available. This field may be completed as 'None' if the review is not affiliated to any organisation.

Graduate Program in Human Movement and Rehabilitation of University Center of Anapolis, Brazil

Organisation web address:

<https://www4.unievangelica.edu.br/>

11. * Review team members and their organisational affiliations.

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews



Give the personal details and the organisational affiliations of each member of the review team. Affiliation refers to groups or organisations to which review team members belong. **NOTE: email and country now MUST be entered for each person, unless you are amending a published record.**

Mr William Pedon. Graduate Program in Human Movement and Rehabilitation of University Center of Anapolis, Brazil
Dr Gaspar Chiappa. Graduate Program in Human Movement and Rehabilitation of University Center of Anapolis, Brazil
Mr Rafael Pena. Graduate Program in Human Movement and Rehabilitation of University Center of Anapolis, Brazil

12. * Funding sources/sponsors.

Details of the individuals, organizations, groups, companies or other legal entities who have funded or sponsored the review.

CNPq (Project ref 422416/2018-5).

Grant number(s)

State the funder, grant or award number and the date of award

13. * Conflicts of interest.

List actual or perceived conflicts of interest (financial or academic).

None

14. Collaborators.

Give the name and affiliation of any individuals or organisations who are working on the review but who are not listed as review team members. **NOTE: email and country must be completed for each person, unless you are amending a published record.**

15. * Review question.

State the review question(s) clearly and precisely. It may be appropriate to break very broad questions down into a series of related more specific questions. Questions may be framed or refined using PI(E)COS or similar where relevant.

Studies that evaluate those in this practice use different training configurations (intensity, volume, type of exercise, intervention time, etc.), in different muscle groups (in relation to the size and number of associated joints), different populations (pathological and patterns), application time and magnitude of pressure applied to restrict local blood flow. No research was found systematically analyzing studies on low intensity training under partial vascular occlusion. Therefore, the present study aims to analyze the effects of low intensity training under partial vascular occlusion on muscle strength and hypertrophy and also to investigate the influence of the combination of variables of this method, intended effects. What are the effects of training with vascular occlusion on muscle adaptations in young and elderly individuals ?

16. * Searches.

State the sources that will be searched (e.g. Medline). Give the search dates, and any restrictions (e.g. language or publication date). Do NOT enter the full search strategy (it may be provided as a link or

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews



attachment below.)

The studies will be identified by searching bibliographic databases including: PubMed, SciELO, MEDLINE, Scopus, EMBASE, COCHRANE, SPORTDiscus; without language restriction, limited to 20 years.

17. URL to search strategy.

Upload a file with your search strategy, or an example of a search strategy for a specific database, (including the keywords) in pdf or word format. In doing so you are consenting to the file being made publicly accessible. Or provide a URL or link to the strategy. Do NOT provide links to your search results.

Search Strategy

"Healthy volunteers" [Mesh] OR "Health" [Mesh] OR "Healthy aging" [Mesh] OR "Research subjects" [Mesh] OR "elderly") AND ("Exercise" [Mesh] OR "Endurance training" [Mesh] OR "High intensity interval training" [Mesh])) AND ("blood flow restriction" OR "Blood flow restriction training" OR "Blood flow restriction exercise" OR "blood flow restricted" OR "blood flow restricted training" OR "blood flow restricted exercise" OR "occlusion training" OR "KAATSU" OR "Ischemic training" OR "Ischemic exercise" OR "Ischemic Limb" OR "Resistance training associated with blood flow restriction" OR "ischemic preconditioning"[Mesh])) NOT ("Remote ischemic preconditioning" OR "Ischemic preconditioning, myocardial")) AND ("Oxygen consumption" [Mesh] OR "Blood pressure" [Mesh] OR "heart rate"[Mesh] OR "exercise tolerance" [Mesh] OR "Physical endurance"[Mesh] OR "Safety"[Mesh] OR "patient safety"[Mesh] OR "Feasibility studies"[Mesh]

Alternatively, upload your search strategy to CRD in pdf format. Please note that by doing so you are consenting to the file being made publicly accessible.

Do not make this file publicly available until the review is complete

18. * Condition or domain being studied.

Give a short description of the disease, condition or healthcare domain being studied in your systematic review.

Young and elderly individuals undergoing exercise programs with vascular occlusion.

19. * Participants/population.

Specify the participants or populations being studied in the review. The preferred format includes details of both inclusion and exclusion criteria.

Inclusion criteria: Young adult men and women over 18 years old and elderly over 60 years old, without

Exclusion criteria: Adolescents (under 18) and elderly (over 70), not meeting inclusion criteria, take nutritional supplements.

20. * Intervention(s), exposure(s).

Give full and clear descriptions or definitions of the interventions or the exposures to be reviewed. The preferred format includes details of both inclusion and exclusion criteria.

Will be considered as intervention resistance training with blood flow restriction, which consists of applying a pressure cuff (tourniquet) in the proximal part of the limb being exercised. Recent studies suggest that exercise with blood flow restriction can produce greater hypertrophy and increased muscle strength compared to conventional resistance exercise (without blood flow restriction).

21. * Comparator(s)/control.

Where relevant, give details of the alternatives against which the intervention/exposure will be compared (e.g. another intervention or a non-exposed control group). The preferred format includes details of both inclusion and exclusion criteria.

Conducting resistance exercises without blood flow restriction; baseline measurements.

22. * Types of study to be included.

Give details of the study designs (e.g. RCT) that are eligible for inclusion in the review. The preferred format includes both inclusion and exclusion criteria. If there are no restrictions on the types of study, this should be stated.

We will include randomised trials to assess the beneficial effects of the treatments.

23. Context.

Give summary details of the setting or other relevant characteristics, which help define the inclusion or exclusion criteria.

24. * Main outcome(s).

Give the pre-specified main (most important) outcomes of the review, including details of how the outcome is defined and measured and when these measurement are made, if these are part of the review inclusion criteria.

Changes in blood pressure, expressed as change in systolic (SBP) and diastolic blood pressure (DBP), oxygen uptake, exercise time, regional blood flow.

Measures of effect

Please specify the effect measure(s) for you main outcome(s) e.g. relative risks, odds ratios, risk difference, and/or 'number needed to treat.

Difference between baseline and post session.

25. * Additional outcome(s).

List the pre-specified additional outcomes of the review, with a similar level of detail to that required for main outcomes. Where there are no additional outcomes please state 'None' or 'Not applicable' as appropriate to the review

Primary outcome of the study is the improvement in the oxygen consumption and peripheral extraction after an exercise program with vascular occlusion. The secondary outcome will be exercise time.

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews



Measures of effect

Please specify the effect measure(s) for you additional outcome(s) e.g. relative risks, odds ratios, risk difference, and/or 'number needed to treat.

none.

26. * Data extraction (selection and coding).

Describe how studies will be selected for inclusion. State what data will be extracted or obtained. State how this will be done and recorded.

After querying the databases, titles and/or abstracts of studies retrieved using the search strategy and those from additional sources will be screened independently by two review authors to identify studies that potentially meet the inclusion criteria outlined above. The full text of these potentially eligible studies will be retrieved and independently assessed for eligibility by two review team members. Discrepancies will be solved by a third reviewer.

27. * Risk of bias (quality) assessment.

State which characteristics of the studies will be assessed and/or any formal risk of bias/quality assessment tools that will be used.

The Cochrane risk-of-bias tool for randomized trials (RoB 2) will be used to assess the methodological quality of the included articles. Rob 2 will be used independently by two reviewers. To assess the quality of evidence, the Grading of Recommendations Assessment, Developing and Evaluation (GRADE) method will be used.

28. * Strategy for data synthesis.

Describe the methods you plan to use to synthesise data. This **must not be generic text** but should be **specific to your review** and describe how the proposed approach will be applied to your data. If meta-analysis is planned, describe the models to be used, methods to explore statistical heterogeneity, and software package to be used.

Version 6.4 analysis following guidance using the Review Manager statistical software. Replace, type of resistance training used, duration os training protocol, sets and repetitions, intensity of training, outcomes measured and conclusion. If the studies included provided similar outcomes, a meta-analysis for continuous data will be performed, using Standardized Mean Difference (asses the same outcome but measured it in a variety of ways) and 95% of the confidence intervals and or the Mean Difference (measures the absolute difference between the mean values in two groups in a clinical trial) and 95% of the confidence intervals. An effect size (SMD) 0.8 was considered large, between 0.5 to 0.8 was considered moderate and between 0.2 to 0.5 was small. In general, P-values 0.05 were considered statistically significant. The heterogeneity of the studies was assessed using the I² statistic. The Cochrane group has established the following interpretation of the I² statistic: 0%-40% may not be relevant/important heterogeneity; 30%-60% suggests moderate heterogeneity, 50%-90% represents substantial heterogeneity, and 75-100% represents considerable heterogeneity.

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews

29. * Analysis of subgroups or subsets.

State any planned investigation of 'subgroups'. Be clear and specific about which type of study or participant will be included in each group or covariate investigated. State the planned analytic approach.

The analysis of the subgroups will be carried out according to the type of exercises, (for example; walking, running, resistance exercises or others).

30. * Type and method of review.

Select the type of review, review method and health area from the lists below.

Type of review

Cost effectiveness

No

Diagnostic

No

Epidemiologic

No

Individual patient data (IPD) meta-analysis

No

Intervention

Yes

Living systematic review

No

Meta-analysis

No

Methodology

No

Narrative synthesis

No

Network meta-analysis

No

Pre-clinical

No

Prevention

No

Prognostic

No

Prospective meta-analysis (PMA)

No

Review of reviews

No

Service delivery

No

Synthesis of qualitative studies

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews

No

Systematic review

Yes

Other

No

Health area of the review

Alcohol/substance misuse/abuse

No

Blood and immune system

No

Cancer

No

Cardiovascular

Yes

Care of the elderly

No

Child health

No

Complementary therapies

No

COVID-19

No

Crime and justice

No

Dental

No

Digestive system

No

Ear, nose and throat

No

Education

No

Endocrine and metabolic disorders

No

Eye disorders

No

General interest

No

Genetics

No

Health inequalities/health equity

No

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews

Infections and infestations

No

International development

No

Mental health and behavioural conditions

No

Musculoskeletal

Yes

Neurological

No

Nursing

No

Obstetrics and gynaecology

No

Oral health

No

Palliative care

No

Perioperative care

No

Physiotherapy

No

Pregnancy and childbirth

No

Public health (including social determinants of health)

No

Rehabilitation

Yes

Respiratory disorders

No

Service delivery

No

Skin disorders

No

Social care

No

Surgery

No

Tropical Medicine

No

Urological

No

Wounds, injuries and accidents

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews



No

Violence and abuse

No

31. Language.

Select each language individually to add it to the list below, use the bin icon to remove any added in error.
English

There is not an English language summary

32. * Country.

Select the country in which the review is being carried out. For multi-national collaborations select all the countries involved.

Brazil

33. Other registration details.

Name any other organisation where the systematic review title or protocol is registered (e.g. Campbell, or The Joanna Briggs Institute) together with any unique identification number assigned by them. If extracted data will be stored and made available through a repository such as the Systematic Review Data Repository (SRDR), details and a link should be included here. If none, leave blank.

34. Reference and/or URL for published protocol.

If the protocol for this review is published provide details (authors, title and journal details, preferably in Vancouver format)

Add web link to the published protocol.

Or, upload your published protocol here in pdf format. Note that the upload will be publicly accessible.

No I do not make this file publicly available until the review is complete

Please note that the information required in the PROSPERO registration form must be completed in full even if access to a protocol is given.

35. Dissemination plans.

Do you intend to publish the review on completion?

Yes

Give brief details of plans for communicating review findings.?

A paper will be submitted to a leading journal in this field. Furthermore, should the findings of the review warrant a change in practice, a one page summary report will be prepared and sent to lead clinicians and healthcare professionals in the National Health Service.

36. Keywords.

Give words or phrases that best describe the review. Separate keywords with a semicolon or new line. Keywords help PROSPERO users find your review (keywords do not appear in the public record but are included in searches). Be as specific and precise as possible. Avoid acronyms and abbreviations unless

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews



these are in wide use.

Systematic review; meta-analysis; resistance training; blood flow restriction;

37. Details of any existing review of the same topic by the same authors.

If you are registering an update of an existing review give details of the earlier versions and include a full bibliographic reference, if available.

38. * Current review status.

Update review status when the review is completed and when it is published. New registrations must be ongoing so this field is not editable for initial submission.

Please provide anticipated publication date

Review_Ongoing

39. Any additional information.

Provide any other information relevant to the registration of this review.

40. Details of final report/publication(s) or preprints if available.

Leave empty until publication details are available OR you have a link to a preprint (NOTE: this field is not editable for initial submission). List authors, title and journal details preferably in Vancouver format.

Give the link to the published review or preprint.

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
TÍTULO			
Titulo	1	Identifique o relatório como uma revisão sistemática.	PG- 01
RESUMO			
Resumo	2	Consulte a lista de verificação PRISMA 2020 para resumos.	PG- 06
INTRODUÇÃO			
Racional	3	Descreva a justificativa para a revisão no contexto do conhecimento existente.	PG- 10
Objetivos	4	Forneça uma declaração explícita do (s) objetivo (s) ou da (s) questão (ões) que a revisão aborda.	PG- 16
MÉTODOS			
Crerios de elegibilidade	5	Especifique os critérios de inclusão e exclusão para a revisão e como os estudos foram agrupados para as sínteses.	PG- 17
Fontes de informação	6	Especifique todas as bases de dados, registros, sites, organizaões, listas de referncia e outras fontes pesquisadas ou consultadas para identificar estudos. Especifique a data em que cada fonte foi pesquisada ou consultada pela última vez.	PG- 16
Estratgia de busca	7	Apresente as estratgias de pesquisa completas para todos os bancos de dados, registros e sites, incluindo quaisquer filtros e limites usados.	PG-16,17
Processo de Seleção	8	Especifique os métodos usados para decidir se um estudo atendeu aos critérios de inclusão da revisão, incluindo quantos revisores selecionaram cada registro e cada relatório recuperado, se trabalharam de forma independente e, se aplicável, detalhes das ferramentas de automação usadas no processo.	PG- 16
Processo de coleta de dados	9	Especifique os métodos usados para coletar dados de relatórios, incluindo quantos revisores coletaram dados de cada relatório, se eles trabalharam de forma independente, quaisquer processos para obter ou confirmar dados dos investigadores do estudo e, se aplicável, detalhes das ferramentas de automação usadas no processo.	PG- 16
Itens de dados	10a	Liste e defina todos os resultados para os quais os dados foram buscados. Especifique se todos os resultados que eram compatíveis com cada domínio de resultado em cada estudo foram buscados (por exemplo, para todas as medidas, pontos de tempo, análises) e, se não, os métodos usados para decidir quais resultados coletar.	PG- 17
	10b	Liste e defina todas as outras variáveis para as quais os dados foram buscados (por exemplo, características do participante e da intervenção, fontes de financiamento). Descreva quaisquer suposiões feitas sobre qualquer informação ausente ou pouco clara.	-----
Estudo de risco de avaliação de viés	11	Especifique os métodos usados para avaliar o risco de viés nos estudos incluídos, incluindo detalhes da (s) ferramenta (s) usada (s), quantos revisores avaliaram cada estudo e se trabalharam de forma independente e, se aplicável, detalhes das ferramentas de automação usadas no processo.	PG- 18,19
Medidas de efeitos	12	Especifique para cada resultado a (s) medida (s) de efeito (por exemplo, razão de risco, diferença média) usada na síntese ou apresentação dos resultados.	PG- 19
Síntese dos Métodos	13a	Descreva os processos usados para decidir quais estudos eram elegíveis para cada síntese (por exemplo, tabulando as características de intervenção do estudo e comparando com os grupos planejados para cada síntese (item # 5)).	PG- 9,10,11,12
	13b	Descreva quaisquer métodos necessários para preparar os dados para apresentação ou síntese, como tratamento de estatísticas de resumo	PG-19

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
		ausentes ou conversões de dados.	
	13c	Descreva quaisquer métodos usados para tabular ou exibir visualmente os resultados de estudos e sínteses individuais.	PG- 20
	13d	Descreva quaisquer métodos usados para sintetizar os resultados e forneça uma justificativa para a (s) escolha (ões). Se uma meta-análise foi realizada, descreva o (s) modelo (s), método (s) para identificar a presença e extensão da heterogeneidade estatística e o (s) pacote (s) de software usado (s).	PG- 20
	13e	Descreva quaisquer métodos usados para explorar as possíveis causas de heterogeneidade entre os resultados do estudo (por exemplo, análise de subgrupo, meta-regressão).	PG- 20
	13f	Descreva quaisquer análises de sensibilidade conduzidas para avaliar a robustez dos resultados sintetizados.	PG- 20
Relatório dos riscos de vieses	14	Descreva quaisquer métodos usados para avaliar o risco de viés devido à falta de resultados em uma síntese (decorrente de vieses de relatórios).	PG- 18
Avaliação de certeza	15	Descreva quaisquer métodos usados para avaliar a certeza (ou confiança) no corpo de evidências para um resultado.	PG- 19
OUTRAS INFORMAÇÕES			
Registro e protocolo	24a	Forneça informações de registro para a revisão, incluindo nome de registro e número de registro, ou declare que a revisão não foi registrada.	PG- 16
	24b	Indique onde o protocolo de revisão pode ser acessado ou indique que um protocolo não foi preparado.	PG- 16
	24c	Descreva e explique quaisquer alterações nas informações fornecidas no registro ou no protocolo.	PG- 04
Fontes de financiamentos	25	Descreva as fontes de apoio financeiro ou não financeiro para a revisão e a função dos financiadores ou patrocinadores na revisão.	PG- 15
Conflitos de interesse	26	Declare quaisquer interesses conflitantes dos autores da revisão.	PG- 15
Disponibilidade de dados, código e outros materiais	27	Relate quais dos itens a seguir estão disponíveis publicamente e onde podem ser encontrados: modelos de formulários de coleta de dados; dados extraídos dos estudos incluídos; dados usados para todas as análises; código analítico; quaisquer outros materiais usados na revisão.	PG- 15

From: Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71

For more information, visit: <http://www.prisma-statement.org/>

REFERÊNCIAS DA DISSERTAÇÃO

1. Jones EJ, Bishop PA, Woods AK, Green J.M. Cross-Sectional Area and Muscular Strength: A Brief Review. *Sports Med.* 2008;38:987-994.
2. Teixeira, Emerson L et al. Efeito do Treinamento Resistido com Oclusão Vascular em Idosas, 2012. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4923486>
3. Takarada, Yudai et al. Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes, 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/11379077_Effects_of_resistance_exercise_combined_with_vascular_occlusion_on_muscle_function_in_athletes
4. Segal, Neil et al. Efficacy of Blood Flow-Restricted Low-Load Resistance Training For Quadriceps Strengthening in Men at Risk of Symptomatic Knee Osteoarthritis, 2015. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4536503/pdf/10.1177_2151458515583088.pdf
5. Damas F, Libardi CA, Ugrinowitsch C. The development of skeletal muscle hypertrophy through resistance training: The role of muscle damage and muscle protein synthesis. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2018;118:485-500.
6. Farup J, de Paoli F, Bjerg K, Riis S, Ringgard S, Vissing K. Blood flow restricted and traditional resistance training performed to fatigue produce equal muscle hypertrophy. *Scand. J. Med. Sci. Sports.* 2015;25:754-763.
7. Krzysztofik M, Wilk M, Wojdała G, Gołaś A. Maximizing muscle hypertrophy: a systematic review of advanced resistance training techniques and methods. *International journal of environmental research and public health.* 2019;16(24):4897.
8. Scott BR, Loenneke JP, Slattery KM, Dascombe BJ. Exercise with blood flow restriction: an updated evidence-based approach for enhanced muscular development. *Sports medicine.* 2015;45(3):313-325.
9. Pignanelli C, Christiansen D, Burr JF. Blood flow restriction training and the high-performance athlete: science to application. *Journal of Applied Physiology.* 2021;130(4):1163-1170.
10. Manini TM, Clark BC. Blood Flow Restricted Exercise and Skeletal Muscle Health. *Exercise and Sport Sciences Reviews.* 2009;37(2):78-85.
11. Schoenfeld BJ. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2010;24(10):2857-2872.
12. Fahs, C.A., Rossow, L.M., Loenneke, J.P., Thiebaud, R.S., Kim, D., Bemben, D.A. et al. (2012) Effect of different types of lower body resistance training on arterial compliance and calf blood flow. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 32, 45–51.
13. Fahs, C.A., Rossow, L.M., Seo, D.I., Loenneke, J.P., Sherk, V.D., Kim, E. et al. (2011) Effect of different types of resistance exercise on arterial compliance and calf blood flow. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 111, 2969–2975.
14. Abe T, Sakamaki M, Fujita S et al. Effects of low-intensity walk training with restricted leg blood flow on muscle strength and aerobic capacity in older adults. *J Geriatr Phys Ther* 2010;33:34-40.

15. Barili, Angélica et al. Acute responses of hemodynamic and oxidative stress parameters to aerobic exercise with blood flow restriction in hypertensive elderly women. *Molecular Biology Reports*, [s.l.], v. 45, n. 5, p.1099-1109, 20 jul. 2018. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s11033-018-4261-1>.
16. Yasuda T, Ogasawara R, Sakamaki M, Ozaki H, Sato Y, Abe T. Combined effects of low-intensity blood flow restriction training and high-intensity resistance training on muscle strength and size. *European journal of applied physiology*. 2011;111:2525-2533.
17. Takarada Y, Nakamura Y, Aruga S, Onda T, Miyazaki S, Ishii N. Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. *Journal of Applied Physiology*. 2000;88(1):61-65.
18. Ellefsen S, Hammarström D, Strand TA, Zacharoff E, Whist JE, Rauk I, et al. Blood flow-restricted strength training displays high functional and biological efficacy in women: a within-subject comparison with high-load strength training. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 2015;309(7):R767-R779.
19. Madarame H, Neyra M, Ochi E, Nakazato K, Sato Y, Ishii N. Cross-transfer effects of resistance training with blood flow restriction. *Medicine+ Science in Sports+ Exercise*. 2008;40(2):258.
20. Pedersen BK. Muscle as a secretory organ. *Comprehensive Physiology*. 2013;3(3):1337-1362.
21. Mattar MA, Gualano B, Perandini LA, Shinjo SK, Lima FR, Sá-Pinto AL, Roschel H. Safety and possible effects of low-intensity resistance training associated with partial blood flow restriction in polymyositis and dermatomyositis. *Arthritis research & therapy*. 2014;16(5):1-8.
22. Nakajima T, Kurano M, Iida H, Takano H, Oonuma H, Morita T, et al. Use and safety of KAATSU training: results of a national survey. *International journal of KAATSU training research*. 2006;2(1):5-13.
23. Cook SB, LaRoche DP, Villa MR, Barile H, Manini TM. Blood flow restricted resistance training in older adults at risk of mobility limitations. *Experimental gerontology*. 2017;99:138-145.
24. Clark BC, Manini TM, Hoffman RL, Williams PS, Guiler MK, Knutson MJ, et al. Relative safety of 4 weeks of blood flow-restricted resistance exercise in young, healthy adults. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2011;21(5):653-662.
25. Ratamess NA, Alvar BA, Kibler WB, Kraemer WJ, Triplett NT. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and science in sports and exercise*. 2009;41(3):687-708.
26. Kacin A, Rosenblatt B, Žargi TG, Biswas A. Safety considerations with blood flow restricted resistance training. *Annales Kinesiologiae*. 2015;6(1):3–26.
27. Yasuda T, Fukumura K, Tomaru T, Nakajima T. Thigh muscle size and vascular function after blood flow-restricted elastic band training in older women. *Oncotarget*. 2016;7(23):33595.
28. Patterson SD, Hughes L, Warmington S, Burr J, Scott BR, Owens J, et al. Blood flow restriction exercise: considerations of methodology, application, and safety. *Frontiers in Physiology*. 2019;10:533.
29. Scott, B. R., loenneke, J. P., slattery, K. M., and dascombe, B. J. (2015). Exercise with blood flow restriction: an updated evidence based approach for enhanced muscular development. *Sports Med*. 45, 313–325. doi: 10.1007/s40279-014- 0288-1.

30. Sato, Yoshiaki. The history and future of KAATSU training. *International Journal of kaatsu Training Research*, v. 1, n. 1, p. 1-5, 2005.
31. Wernbom, M., Augustsson, J., and Raastad, T. (2008). Ischemic strength training: a low-load alternative to heavy resistance exercise? *Scand. J. Med. Sci. Sports* 18, 401–416. doi: 10.1111/j.1600-0838.2008.00788.x.
32. Loenneke, J. P., Wilson, J. M., Marín, P. J., Zourdos, M. C., and Bemben, M. G. (2012d). Low intensity blood flow restriction training: a meta-analysis. *Eur. J. Appl. Physiol.* 112, 1849–1859. doi: 10.1007/s00421-011-2167-x.
33. Yasuda, Tomohiro et al. Use and safety of kaatsu training: Results of a national survey in 2016. *International Journal of kaatsu Training Research*, v. 13, n.1, p. 1-9, 2017.
34. Hughes, L., Paton, B., Rosenblatt, B., Gissane, C., and Patterson, S. D. (2017). Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *Br. J. Sports Med.* 51, 1003–1011. doi: 10.1136/bjsports-2016-097071.
35. Slysz, J., Stultz, J., and Burr, J. F. (2016). The efficacy of blood flow restricted exercise: a systematic review & meta-analysis. *J. Sci. Med. Sport* 19, 669–675. doi: 10.1016/j.jsams.2015.09.005.
36. Nakajima, T. et al. Effects of low-intensity kaatsu resistance training on skeletal muscle size/strength and endurance capacity in patients with ischemic heart disease. *International Journal of kaatsu Training Research*, v. 6, n. 1, p. 1-7, 2010.
37. Letieri, Rubens Vinícius. Efeito agudo do treino de força com oclusão vascular periférica no parâmetro sanguíneo relacionado ao dano muscular. 2012. p.07-40. Dissertação (Mestrado) – Curso de Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2012.
38. Acsm.american college of sports medicine (2009). Position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, Madison, v.41, n.3, p.687-708.
39. Orsatti, F. L. Redução na massa muscular de mulheres na pós-menopausa: efeito do treinamento hipertrófico. *Femina*. Rio de Janeiro. v. 34, n. 12, dez. 2006, p. 815-821.
40. Rebelatto, J. R.; Morelli, J. G. S. *Fisioterapia Geriátrica: A Prática da Assistência ao Idoso*. 1. ed. Barueri: Manole. 2004, p. 287.
41. Ishizuka, M. A. Avaliação e comparação dos fatores intrínsecos dos riscos de quedas em idosos com diferentes estados funcionais. 2003. Dissertação (Mestrado em Gerontologia) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Programa de Pós-Graduação em Gerontologia, Campinas, SP.
42. Maior, A. S. Relação sarcopenia e treinamento de força. *Revista de Fisioterapia da Unicid*. São Paulo. v. 3, n. 2, jul./dez. 2004, p. 125-139.
43. Loenneke, J. P., Wilson, J. M., Marín, P. J., Zourdos, M. C., and Bemben, M. G. (2012d). Low intensity blood flow restriction training: a meta-analysis. *Eur. J. Appl. Physiol.* 112, 1849–1859. doi: 10.1007/s00421-011-2167-x.
44. Slysz, J., stultz, J., and Burr, J. F. (2016). The efficacy of blood flow restricted exercise: a systematic review & meta-analysis. *J. Sci. Med. Sport* 19, 669–675. doi: 10.1016/j.jsams.2015.09.005.
45. Lixandrão, M. E., Ugrinowitsch, C., Berton, R., VECHIN, F. C., CONCEIÇÃO, M. S., damas, F., et al. (2018). Magnitude of muscle strength and mass adaptations between high-load resistance training versus low-load resistance training associated with blood flow restriction: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med.* 48, 361–378. doi: 10.1007/s40279-017-0795-y.
46. Centner, C., Wiegel, P., Gollhofer, A., and König, D. (2018a). Effects of blood flow restriction training on muscular strength and hypertrophy in older individuals: a

- systematic review and meta-analysis. *Sports Med.* 49, 95–108. doi: 10.1007/s40279-018-0994-1.
47. Burgomaster, K. A., Moore, D. R., Schofield, L. M., Phillips, S. M., Sale, D. G., and Gibala, M. J. (2003). Resistance training with vascular occlusion: metabolic adaptations in human muscle. *Med. Sci. Sports Exerc.* 35, 1203–1208. doi: 10.1249/01.mss.0000074458.71025.71.
 48. Moore, D. R., Burgomaster, K. A., Schofield, L. M., Gibala, M. J., Sale, D. G., and Phillips, S. M. (2004). Neuromuscular adaptations in human muscle following low intensity resistance training with vascular occlusion. *Eur. J. Appl. Physiol.* 92, 399–406.
 49. Takarada Y, Nakamura Y, Aruga S, Onda T, Miyazaki S, Ishii N. Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. *Journal of Applied Physiology.* 2000;88(1):61-65.
 50. Takarada, Y., Takazawa, H., Sato, Y., Takebayashi, S., Tanaka, Y., and Ishii, N. (2000c). Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *J. Appl. Physiol.* 88, 2097–2106. doi: 10.1152/jappl.2000.88.6.2097.
 51. Takarada, Y., Tsuruta, T., and Ishii, N. (2004). Cooperative effects of exercise and occlusive stimuli on muscular function in low intensity resistance exercise with moderate vascular occlusion. *Jpn. J. Physiol.* 54, 585–592. doi: 10.2170/jjphysiol.54.585.
 52. Abe, T., Beekley, M. D., Hinata, S., Koizumi, K., and Sato, Y. (2005a). Day-to-day change in muscle strength and MRI measured skeletal muscle size during 7 days kaatsu resistance training: a case study. *Int. J. Kaatsu Train. Res.* 1, 71–76. doi: 10.3806/ijktr.1.71.
 53. Yasuda, T., Abe, T., Sato, Y., Midorikawa, T., Kearns, C. F., Inoue, K., et al. (2005). Muscle fiber cross-sectional area is increased after two weeks of twice daily Kaatsu-resistance training. *Int. J. Kaatsu Train. Res.* 1, 65–70. doi: 10.3806/ijktr.1.65.
 54. Sieljacks P, Degn R, Hollaender K, Wernbom M, Vissing K. Non-failure blood flow restricted exercise induces similar muscle adaptations and less discomfort than failure protocols. *Scandinavian journal of medicine & science in sports.* 2019;29(3):336-347.
 55. Mcguigan MR, Wright GA, Fleck SJ. Strength training for athletes: does it really help sports performance? *International journal of sports physiology and performance.* 2012;7(1)2-5.
 56. García-Hermoso A, Cavero-Redondo I, Ramírez-Vélez R, Ruiz JR, Ortega FB, Lee DC, Martínez-Vizcaíno V. Muscular strength as a predictor of all-cause mortality in an apparently healthy population: a systematic review and meta-analysis of data from approximately 2 million men and women. *Archives of physical medicine and rehabilitation.* 2018;99(10):2100-2113.
 57. Pedersen BK. Muscle as a secretory organ. *Comprehensive Physiology.* 2013;3(3):1337-1362.
 58. Reeves GV, Kraemer RR, Hollander DB, Clavier J, Thomas C, Francois M, Castracane VD. Comparison of hormone responses following light resistance exercise with partial vascular occlusion and moderately difficult resistance exercise without occlusion. *Journal of applied physiology.* 2006;101(6):1616-1622.
 59. Kraemer WJ, Gordon SE, Fleck SJ, Marchitelli LJ, Mello R, Dziados JE, et al. Endogenous anabolic hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise in males and females. *International journal of sports medicine.* 1991;12(02):228-235.

60. Kraemer WJ, Marchitelli L, Gordon SE, Harman E, Dziados JE, Mello R, et al. Hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise protocols. *Journal of Applied Physiology*. 1990;69(4):1442-1450.
61. Henneman E, Somjen G, Carpenter DO. Functional significance of cell size in spinal motoneurons. *Journal of neurophysiology*. 1965;28(3):560-580, 1965.
62. Moritani T, Sherman WM, Shibata M, Matsumoto T, Shinohara M. Oxygen availability and motor unit activity in humans. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1992;64(6):552-556.
63. katz A, Sahlin K. Effect of decreased oxygen availability on NADH and lactate contents in human skeletal muscle during exercise. *Acta physiologica scandinavica*. 1987;131(1):119-127.
64. Laurentino GC, Ugrinowitsch C, Roschel H, Aoki MS, Soares AG, Neves Jr M, et al. Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2012;44(3):406-412.
65. Yasuda T, Ogasawara R, Sakamaki M, Ozaki H, Sato Y, Abe T. Combined effects of low-intensity blood flow restriction training and high-intensity resistance training on muscle strength and size. *European journal of applied physiology*. 2011;111:2525-2533.
66. Lixandrão ME, Ugrinowitsch C, Laurentino G, Libardi CA, Aihara AY, Cardoso FN, et al. Effects of exercise intensity and occlusion pressure after 12 weeks of resistance training with blood-flow restriction. *European journal of applied physiology*. 2015;115(12):2471-2480.
67. Laurentino GC, Loenneke JP, Teixeira EL, Nakajima E, Iared W, Tricoli V. The effect of cuff width on muscle adaptations after blood flow restriction training. *Med Sci Sports Exerc*. 2016;48(5):920-5.
68. Laurentino G, Ugrinowitsch C, Aihara AY, Fernandes AR, Parcell AC, Ricard M, Tricoli V. Effects of strength training and vascular occlusion. *International journal of sports medicine*. 2008;29(08):664-667
69. Lasevicius T, Schoenfeld BJ, Silva-Batista C, Barros TDS, Aihara AY, Brendon H, et al. Muscle failure promotes greater muscle hypertrophy in low-load but not in high-load resistance training. *Journal of strength and conditioning research*. 2022;36(2):346-351.
70. Loenneke JP, Wilson GJ, Wilson JM. A mechanistic approach to blood flow occlusion. *International journal of sports medicine*. 2010;31(1):1-4.
71. Evans C, Vance S, Brown M. Short-term resistance training with blood flow restriction enhances microvascular filtration capacity of human calf muscles. *Journal of Sports Sciences*. 2010;28(9):999-1007.
72. Fitschen PJ, Kistler BM, Jeong JH, Chung HR, Wu PT, Walsh MJ, Wilund KR. Perceptual effects and efficacy of intermittent or continuous blood flow restriction resistance training. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. 2014;34(5):356-363.
73. Abe T, Kearns CF, Sato Y. Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle, Kaatsu-walk training. *Journal of Applied Physiology*. 2006;100(5):1460-1466.
74. Sakamaki M, Bemben MG, ABE T. Legs and trunk muscle hypertrophy following walk training with restricted leg muscle blood flow. *Journal of Sports Science & Medicine*. 2011;10(2):338.
75. Abe T, Fujita S, Nakajima T, Sakamaki M, Ozaki H, Ogasawara R, et al. Effects of low-intensity cycle training with restricted leg blood flow on thigh muscle volume and VO₂max in young men. *Journal of sports science & medicine*. 2010;9(3):452.

76. Kacin A, Strazar K. Frequent low-load ischemic resistance exercise to failure enhances muscle oxygen delivery and endurance capacity. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2011;21(6):e231-e241.
77. Loenneke JP, Thiebaud RS, Fahs CA, Rossow LM, Abe T, Bembien MG. Blood flow restriction does not result in prolonged decrements in torque. *European Journal of Applied Physiology*. 2013;113(4):923-931.
78. Counts BR, Dankel SJ, Barnett BE, Kim D, Mouser JG, Allen KM, et al. Influence of relative blood flow restriction pressure on muscle activation and muscle adaptation. *Muscle & nerve*. 2016;53(3):438-445.
79. Barili, Angélica et al. Acute responses of hemodynamic and oxidative stress parameters to aerobic exercise with blood flow restriction in hypertensive elderly women. *Molecular Biology Reports*, [s.l.], v. 45, n. 5, p.1099-1109, 20 jul. 2018. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s11033-018-4261-1>.
80. Libardi, C. et al. Effect of Concurrent Training with Blood Flow Restriction in the Elderly. *International Journal Of Sports Medicine*, [s.l.], v. 36, n. 05, p.395-399, 20 fev. 2015. Georg Thieme Verlag KG. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0034-1390496>.
81. Ferreira MLV, Sardeli AV, Souza GV, Bonganha V, Santos LDC, Castro A et al. Cardiac autonomic and haemodynamic recovery after a single session of aerobic exercise with and without blood flow restriction in older adults. *J.Sports.Sci*;2017;35(24):2412-20. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1271139>.
82. Applegate, E. A., & grivetti, L. E. (1997). Search for the competitive edge: A history of dietary fads and supplements. *The Journal of Nutrition*, 127(5 Suppl), 869S-873S.
83. Barnett, A. (2006). Using recovery modalities between training sessions in elite athletes: *Sports Medicine*, 36(9), 781-796. doi: 0.2165/00007256-200636090-00005 .
84. Chatard JC, Atlaoui D, Farjanel J, Louisy F, Rastel D, Guezennec CY. Elastic stockings, performance and leg pain recovery in 63-year-old sportsmen. *European journal of applied physiology*.2004;93(3):347-52. Epub 2004/09/30.
85. Doan BK, Kwon YH, Newton RU, Shim J, Popper EM, Rogers RA, et al. Evaluation of a lower-body compression garment. *Journal of sports sciences*. 2003;21(8):601-10. Epub 2003/07/24.
86. Peare AJ, Kidgell DJ, Grikepelis LA, Carlson JS. Wearing a sports compression garment on the performance of visuomotor tracking following eccentric exercise: a pilot study. *J Sci Med Sport*. 2009 Jul; 12(4):500-2.
87. Agu O, Hamilton G, Baker D. Graduated compression stockings in the prevention of venous thromboembolism. *Br J Surg*. 1999;86(8):992-1004. Epub 1999/08/25.
88. Ibegbuna V, Delis KT, Nicolaidis AN, Aina O. Effect of elastic compression stockings on venous hemodynamics during walking. *J Vasc Surg*. 2003;37(2):420-5. Epub 2003/02/04.
89. Morris RJ, Woodcock JP. Evidence-based compression: prevention of stasis and deep vein thrombosis. *Ann Surg*. 2004;239(2):162-71. Epub 2004/01/28.
90. Buhs CL, Bendick PJ, Glover JL. The effect of graded compression elastic stockings on the lower leg venous system during daily activity. *J Vasc Surg*. 1999;30:830-834.
91. Bochmann RP, Seibel W, Haase E, Hietschold V, Rodel H, Deussen A. External compression increases forearm perfusion. *J Appl Physiol*. 2005;99(6):2337- 44. Epub 2005/08/06.
92. Liu R, Lao TT, Kwok YL, Li Y, Ying MT. Effects of graduated compression stockings with different pressure profiles on lower-limb venous structures and haemodynamics. *Adv Ther*. 2008;25(5):465-78. Epub 2008/06/05.

93. Rimaud D, Boissier C, Calmels P. Evaluation of the effects of compression stockings using venous plethysmography in persons with spinal cord injury. *J Spinal Cord Med.* 2008;31(2):202-7. Epub 2008/06/28.
94. Berry MJ, McMurray RG. Effects of graduated compression stockings on blood lactate following an exhaustive bout of exercise. *Am J Phys Med.* 1987;66(3):121-32. Epub 1987/06/01.
95. Bringard A, Perrey S, Belluye N. Aerobic energy cost and sensation responses during submaximal running exercise--positive effects of wearing compression tights. *International journal of sports medicine.* 2006;27(5):373-8. Epub 2006/05/27.
96. Ali A, Caine MP, Snow BG. Graduated compression stockings: physiological and perceptual responses during and after exercise. *Journal of sports sciences.* 2007;25(4):413-9. Epub 2007/03/17.
97. Davies V, Thompson KG, Cooper SM. The effects of compression garments on recovery. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association.* 2009;23(6):1786-94. Epub 2009/08/14.
98. Laurentino GC, Ugrinowitsch C, Roschel H, Aoki MS, Soares AG, Neves M Jr, Aihara AY, Fernandes Ada R, Tricoli V (2012) Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. *Med Sci Sports Exerc* 44:406–412.
99. Libardi CA, Chacon-Mikahil MP, Cavaglieri CR, Tricoli V, Roschel H, Vechin FC, Conceicao MS, Ugrinowitsch C (2015) Effect of concurrent training with blood flow restriction in the elderly. *Int J Sports Med* 36:395–399.
100. Counts BR, Dankel SJ, Barnett BE, Kim D, Mouser JG, Allen KM, Thiebaud RS, Abe T, Bembem MG, Loenneke JP (2016) The influence of relative blood flow restriction pressure on muscle activation and muscle adaptation. *Muscle Nerve* 53(3):438–445.
101. Kubota A, Sakuraba K, Koh S, Ogura Y, Tamura Y (2011) Blood flow restriction by low compressive force prevents disuse muscular weakness. *J Sci Med Sport* 14:95–99.
102. Loenneke JP, Fahs CA, Rossow LM, Sherk VD, Thiebaud RS, Abe T, Bembem DA, Bembem MG (2012) Effects of cuff width on arterial occlusion: implications for blood flow restricted exercise. *Eur J Appl Physiol* 112:2903–2912.
103. Dankel SJ, Jessee MB, Abe T, Loenneke JP (2015) The effects of blood flow restriction on upper-body musculature located distal and proximal to applied pressure. *Sports Med* 46(1):23–33.
104. Loenneke JP, Thiebaud RS, Fahs CA, Rossow LM, Abe T, Bembem MG (2014) Blood flow restriction: effects of cuff type on fatigue and perceptual responses to resistance exercise. *Acta Physiol Hung* 101:158–166.
105. Lixandrão, Manoel E et al. 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, 2017.
106. Fleck, S. J.; Kraemer, W. J. Fundamentos do treinamento de força muscular. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.
107. Garber, C.E.; Blissmer, B.; Deschenes, M.; Franklin, B.; Lamonte, M.J.; Lee, I.-M.; Nieman, D.C.; Swain, D.P. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 43. Num. 7. p. 1334-1359. 2011.
108. Vieira PJ, Chiappa GR, Umpierre D, Stein R, Ribeiro JP. Hemodynamic Responses to Resistance Exercise With Restricted Blood Flow in Young and Older Men. *Journal of Strength and Conditioning Research.* 2013;27(8):2288-2294.
109. Kacin A, Rosenblatt B, Žargi TG, Biswas A. Safety considerations with blood flow restricted resistance training. *Annales Kinesiologiae.* 2015;6(1):3–26.

110. Abe T, Sakamaki M, Fujita S et al. Effects of low-intensity walk training with restricted leg blood flow on muscle strength and aerobic capacity in older adults. *J Geriatr Phys Ther* 2010;33:34-40.
111. Kim D, Singh H, Loenneke JP et al. Comparative Effects of Vigorous-Intensity and Low-Intensity Blood Flow Restricted Cycle Training and Detraining on Muscle Mass, Strength, and Aerobic Capacity. *J Strength Cond Res* 2016; 30: 1453-1461
112. de Oliveira MF, Caputo F, Corvino RB et al. Short-term low-intensity blood flow restricted interval training improves both aerobic fitness and muscle strength. *Scand J Med Sci Sports* 2016; 26: 1017-1025.
113. Kumagai K, Kurobe K, Zhong H et al. Cardiovascular drift during low intensity exercise with leg blood flow restriction. *Acta Physiol Hung* 2012; 99: 392-399. doi:10.1556/APhysiol.99.2012.4.3
114. Vilaça-Alves J NG, Morgado NM, Saavedra F, Lemos, R, Moreira TR, Novaes JS, Rosa C, Reis VM. Acute Effect of Performed Upper and Lower Limbs Resistance Exercises with Blood Flow Restriction on Hemodynamics. *Journal of Exercise Physiology Online* 2016; 19
115. Bazgir B, Rezazadeh Valojerdi M, Rajabi H et al. Acute Cardiovascular and Hemodynamic Responses to Low Intensity Eccentric Resistance Exercise with Blood Flow Restriction. *Asian J Sports Med* 2016; 7: e38458. doi:10.5812/asjrm.38458
116. Crisafulli A, de Farias RR, Farinatti P et al. Blood Flow Restriction Training Reduces Blood Pressure During Exercise Without Affecting Metaboreflex Activity. *Front Physiol* 2018; 9: 1736.
117. Sardeli AV, do Carmo Santos L, Ferreira MLV et al. Cardiovascular Responses to Different Resistance Exercise Protocols in Elderly. *Int J Sports Med* 2017; 38: 928-936. doi:10.1055/s-0043-115737
118. Joshi, S., Mahoney, S., Pitts, L., McCullough, S., Hackney, K., & Jarajapu, Y. P. Blood flow restriction exercise increases the ACE2/ACE ratio and ACE2 shedding in CD34+ cells in healthy individuals. *The FASEB Journal*. 2019;33:S1,695-6.
119. Sardeli AV, do Carmo Santos L, Ferreira MLV et al. Cardiovascular Responses to Different Resistance Exercise Protocols in Elderly. *Int J Sports Med* 2017; 38: 928-936. doi:10.1055/s-0043-115737
120. Junior AF SJ, Altimare LR, Okano OH, Okuno NM. Effect of walk training combined with blood flow restriction on resting heart rate variability and resting blood pressure in middle-aged men. *rev educ fis* 2019; 25: 01-06.
121. Karabulut M, McCarron J, Abe T, Sato Y, Bembem M (2011b) The effects of different initial restrictive pressures used to reduce blood flow and thigh composition on tissue oxygenation of the quadriceps. *J Sports Sci* 29(9):951–958
122. Loenneke JP, Wilson JM, Wilson GJ, Pujol TJ, Bembem MG (2011e) Potential safety issues with blood flow restriction training. *Scand J Med Sci Sports* 21(4):510–518
123. Loenneke JP, Fahs CA, Rossow LM, Sherk VD, Thiebaud RS, Abe T, Bembem DA, Bembem MG (2012) Effects of cuff width on arterial occlusion: implications for blood flow restricted exercise. *Eur J Appl Physiol* 112:2903–2912
124. Anderson, James E. et al. A role for nitric oxide in muscle repair: nitric oxide mediated activation of muscle satellite cells. *American Society of Cellular Biology*. p. 1859–1874, 2000.
125. Noakes TD, Peltonen JE, Rusko HK. Evidence that a central governor regulates exercise performance during acute hypoxia and hyperoxia. *J Exp Biol*. 2001; 204(Pt 18):3225-34.
126. Yasuda, Tomohiro et al. Venous blood gas and metabolite response to low intensity muscle contractions with external limb compression, 2010.

