REVISTA SAÚDE DOS VALES

ISSN: 2674-8584 V.1 - N.2 – 2020

FORTALECIMENTO MUSCULAR ASSOCIADO A OCLUSÃO VASCULAR PARCIAL E SUA APLICABILIDADE NA REABILITAÇÃO MUSCULOESQUELÉTICA – UMA REVISÃO

MUSCLE STRENGTHENING ASSOCIATED WITH PARTIAL VASCULAR OCCLUSION AND ITS APPLICABILITY IN MUSCULOSKELETAL REHABILITATION – A REVIEW

Letícia Chaves Tameirão
Acadêmica do 9º período de Fisioterapia na Faculdade Presidente Antônio Carlos, Brasil.
E-mail: leticiachaves@live.com

Matteus Cordeiro de Sá
Professor orientador. Especialista em Fisioterapia Traumato-Ortopédica.
E-mail: matteuscordeirodesa@gmail.com

Resumo

O fortalecimento muscular é amplamente recomendado para a melhoria das debilidades físicas. É descrito pela literatura a utilização de uma carga mínima de 60% de 1-RM para obtenção força e 70% a 85% de 1-RM para obtenção de hipertrofia, entretanto no cenário clínico, o treinamento resistido de alta intensidade é desafiador ou até contraindicado. Neste sentido o fortalecimento muscular associado a oclusão vascular parcial, se apresenta como uma estratégia bastante interessante, capaz de promover alterações de força, utilizando cargas menores (30%1-RM). **Objetivo:** Averiguar os efeitos do fortalecimento muscular associado à oclusão vascular no ganho força e hipertrofia muscular. **Método:** Trata-se de uma revisão literária nas bases de dados eletrônicos: PEDro, Pubmed e Cochrane Library. A estratégia de busca envolveu artigos em língua portuguesa e inglesa. Utilizamos como critério de inclusão, estudos publicados entre 2009 à 2019 que relatassem o fortalecimento muscular associado à oclusão vascular parcial, utilizando cargas menores (30%1-RM), em comparação ao fortalecimento resistido tradicional, cargas de 70%1-RM. A *escala* de qualidade metodológica *PEDro foi* utilizada como critério de exclusão, ensaios clínicos com pontuação *PEDro < que 6, foram excluídos.* **Resultados:** Foi obtido um total de 181 artigos. No entanto, apenas 21 estudos clínicos atenderam os requisitos. Além dos ensaios clínicos, 12 revisões sistemáticas que analisaram o efeito, aplicação e mecanismos propostos para explicar as adaptações provenientes do TROVP foram incluídas nesta revisão. **Conclusão:** O treinamento muscular de baixa intensidade associado a oclusão vascular parcial é uma estratégia eficaz para proporcionar aumentos de força e hipertrofia muscular

similares ao treinamento resistido tradicional. Além disso, é uma estratégia viável para a reabilitação musculoesquelética, visto que ele pode ser aplicado em vários cenários clínicos, onde o treinamento resistido tradicional é uma limitação.
Palavras chaves: Oclusão vascular; Treinamento resistido; Kaatsu; Força.
Abstract
Muscle strengthening is widely recommended for the improvement of physical weaknesses. The literature describes the use of a minimum load of 60% of 1-RM to obtain strength and 70% to 85% of 1-RM to obtain hypertrophy, however in the clinical scenario, high intensity resistance training is challenging or even contraindicated. In this sense, muscle strengthening associated to partial vascular occlusion is a very interesting strategy, capable of promoting strength changes, using lower loads (30%1-RM). **Objective:** To check the effects of muscle strengthening associated with vascular occlusion on strength gain and muscle hypertrophy. **Method:** This is a literary review in the electronic databases: PEDro, Pubmed and Cochrane Library. The search strategy involved articles in Portuguese and English. We used as inclusion criteria, studies published between 2009 and 2019 that reported muscle strengthening associated with partial vascular occlusion, using lower loads (30%1-RM), compared to traditional resistance strengthening, loads of 70%1-RM. The PEDro quality scale was used as the exclusion criterion, clinical trials with PEDro scores < 6 were excluded. **Results:** A total of 181 articles were obtained. However, only 21 trials met the requirements. In addition to the clinical trials, 12 systematic reviews that analysed the effect, application and proposed mechanisms to explain the adaptations from TROVP were included in this review. **Conclusion:** Low intensity muscle training associated with partial vascular occlusion is an effective strategy to provide increases in strength and muscle hypertrophy similar to traditional resistance training. Furthermore, it is a viable strategy for musculoskeletal rehabilitation, since it can be applied in several clinical settings, where traditional resistance training is a limitation.
Key words: Vascular occlusion; Resistance training; Kaatsu; Strength.

1. Introdução

O fortalecimento muscular (FM) também conhecido como treinamento resistido (TR) é amplamente recomendado para melhoria das debilidades físicas (Hughes, 2017. Shiromaru, 2019), a maneira mais comum de promover incremento de força é por meio do exercício físico contra resistência de maior intensidade (Garber, 2011).

É descrito pelo Colégio Americano de Medicina Esportiva (American College of Sports Medicine - ACSM, 2009) a utilização de uma carga mínima de 60% a 70% de uma repetição máxima (1-RM), para obtenção de força e 70% a 85% de 1RM

para obter hipertrofia muscular, entretanto no cenário clínico, o treinamento resistido de alta intensidade é desafiador ou até contraindicado.

Em 1966, o Doutor Yoshiaki Sato desenvolveu um sistema de treinamento chamado “Kaatsu training”, que consiste no treinamento resistido (TR) de baixa intensidade utilizando carga de 20-30% de 1RM, associado a oclusão vascular parcial (OVP) (Slysz, 2016).

Essa estratégia de fortalecimento muscular ganhou destaque na comunidade cientifica, devido a aplicabilidade em várias populações clinicas que não toleram o TR convencional (Weatherholt, 2013). Além disso, há evidencias que TR associado OVP é capaz de promover incremento de força tanto quanto o exercício de resistência convencional com altas cargas (Hughes, 2017. Patterson, 2019).

Vários mecanismos foram propostos para explicar a hipertrofia observada. Acredita-se que com OVP ocorre um aumento do estresse metabólico e estresse mecânico, esses fatores agem coletivamente para promover um ambiente anaeróbico, potencializando maior recrutamento das fibras musculares do tipo II e síntese proteica (Costa, 2012. Letieri, 2012. Lixandrão, 2018).

Desta forma, o TR associado a OVP apresenta-se como uma estratégia bastante interessante, capaz de promover alterações de força semelhantes ao TR tradicional, em função das baixas cargas e menor estresse articular (Bryk et al., 2016, Hughes et al., 2017, Ferraz et al., 2018, Giles et al., 2017, Tennent et al., 2017, Korakakis et al., 2018, Segal et al., 2015, Rodrigues et al., 2019).

Portanto, tornam-se necessárias maiores informações sobre o assunto, com o intuito de sintetizar e descrever as evidências científicas que mostram os efeitos, riscos e benefícios, do TR associado a OVP na reabilitação musculoesquelética.

Este estudo trata-se de uma revisão literária nas bases de dados eletrônicos: PEDro, Pubmed e Cochrane Library. A estratégia de busca envolveu artigos em língua portuguesa e inglesa. Os estudos consultados são recentes e atualizados. Nos campos de pesquisa foram utilizadas as seguintes palavras-chaves: oclusão vascular, treinamento de resistência, hipertrofia, KAATSU, força, e treinamento físico. Foi utilizado como critério de inclusão, estudos publicados entre 2009 à 2019, que relatassem o fortalecimento muscular associado à oclusão vascular parcial,

utilizando cargas menores (30%1-RM), em comparação ao fortalecimento resistido tradicional, cargas de 70%1-RM. A *escala* de qualidade metodológica *PEDro foi* utilizada como critério de exclusão, ensaios clínicos com pontuação *PEDro < que 6, foram excluídos.*

O presente trabalho teve como objetivo averiguar e reunir evidências da literatura que descrevessem os efeitos do TR baixa intensidade associado a OVP, no ganho de força e hipertrofia muscular, comparado ao fortalecimento muscular convencional.

2. Revisão da Literatura

2.1 Treinamento Resistido, Força e Hipertrofia

O Colégio Americano de Medicina Esportiva (ACSM, 2009), elaborou diretrizes especificas para o TR. Essas diretrizes descrevem a importância do TR de maneira segura e eficaz, corroborando que o incremento de força e hipertrofia são relevantes, para promoção de saúde, melhoria do desempenho neuromuscular e qualidade de vida. No entanto, para que esses benefícios sejam alcançados é necessário a utilização de uma carga mínima de 60% a 70% de 1-RM.

Neste contexto, cargas abaixo desta recomendação não são capazes de desenvolver força e hipertrofia muscular. Entretanto, o TR realizado em alta intensidade muitas vezes é contraindicado, para algumas populações clínicas (por exemplo, lesão aguda, pós operatório, algumas doenças crônicas, etc). Tais pacientes, podem ser incapazes de suportar o alto estresse mecânico durante exercícios de fortalecimento muscular, sem gerar sobrecarga e dor articular (Bryk, 2016).

Otimizar o potencial de adaptações na força muscular é uma consideração importante na progressão de qualquer programa de reabilitação musculoesquelética (ACSM, 2009).

Neste viés, vários estudos apontam que o treinamento resistido associado a oclusão vascular parcial (TROVP) é uma alternativa viável para incrementar força e

hipertrofia, reduzindo a sobrecarga articular em várias populações clínicas (Loenneke et al., 2012, Slysz et al., 2016, Lixandrão et al. 2018, Hugles et al., 2019).

2.2 Treinamento Resistido associado a Oclusão Vascular Parcial

Originalmente o TROVP ou kaatsu foi desenvolvido pelo Doutor Yoshiaki Sato em 1966. Essa estratégia de fortalecimento muscular combina exercícios resistidos de baixa carga, em torno de 20-30% 1RM, com a oclusão vascular parcial do fluxo sanguíneo (Yasuda, 2015; Hwang, 2019). A OVP baseia-se em restringir parcialmente o fluxo sanguíneo arterial e impedir o retorno venoso na região onde o exercício está sendo executado, elevando assim o estímulo metabólico nos músculos trabalhados (Loenneke, 2012).

O TROVP é realizado por meio de compressão vascular externa, normalmente através de um manguito pneumático com manômetro ou faixa elástica, sempre colocado na região proximal do músculo a ser treinado. O ideal é utilizar um manguito pneumático, pois ele permiti quantificar a pressão exata de OV (Cerqueira, 2019). Em relação ao uso da faixa elástica, ela pode ser utilizada, porém não é possível saber a pressão de oclusão nos vasos, podendo obstruir completamente o fluxo sanguíneo (Lixandrão, 2018).

Várias características estão relacionadas com a pressão de OV necessária para restringir o fluxo sanguíneo, tais como, o tamanho do membro do indivíduo, largura, comprimento do manguito e a pressão arterial (Loenneke, 2012).

Segundo Patterson (2019), um dos fatores que mais influenciam na segurança e resultado do TROVP é a pressão aplicada durante o exercício. A literatura descreve que a pressão deve ser individualizada, visto que, pressões muito baixas podem ser insuficientes para induzir respostas musculares, já pressões demasiadamente altas podem não produzir os efeitos desejados, e podem comprometer a segurança durante o exercício.

Nesta perspectiva, o tamanho do manguito pneumático gera impacto significativo na pressão aplicada: o manguito mais largo tende a restringir o fluxo arterial com pressões menores que os manguitos mais estreitos (Loenneke, 2014).

Geralmente, o tamanho do manguito utilizado para OV varia de 5cm a 20cm (Fahs, 2011).

Para estabelecer a pressão de OVP específica para cada paciente, é indicado utilizar um aparelho de Doppler vascular para determinar a pressão de oclusão total (POT). A partir dessa pressão, é recomendado utilizar durante o exercício uma pressão de oclusão parcial entre 40% e 80% da POT (Bezerra, 2016).

Loenneke (2012), propôs que para a realização do TROVP não seria necessário utilizar um aparelho tão caro. Foi proposto utilizar a escala de percepção de pressão de 0 a 10, para mensurar a quantidade de pressão do manguito durante o TROVP. Visto que uma percepção 0 corresponde a nenhuma pressão, e uma percepção 7 é a ideal para ser utilizada, já que uma percepção 10 deve ser evitada, pois é descrita como dor severa e oclusão total do fluxo sanguíneo.

Outra alternativa, para obter a POT, é inflar o manguito que será usado durante o exercício até que o fluxo sanguíneo cesse (100% OVT), e aplicar uma porcentagem dessa pressão durante o exercício (Patterson, 2019).

2.3 Mecanismos de ação e Respostas Fisiológicas ao Treinamento com Oclusão Vascular

Os mecanismos citados na figura 1 abaixo, foram propostos para explicar as adaptações provenientes do TROVP. O acúmulo de metabólicos e o aumento da concentração de hormônios proporcionam acidose local, que estimulam um maior recrutamento e ativação das fibras musculares do tipo II, sinalização de células satélites e atenuação da expressão gênica de miostatina. A miostatina é a proteína encarregada em retardar o progresso muscular e ampliar a expressão gênica da proteína mTORC1, a qual está demasiadamente associada com o desenvolvimento das células musculares. (Laurentino, 2012. Schoenfeld, 2013).

Outra premissa, é que para o incremento de força e hipertrofia muscular, é necessário ocorrer uma maior ativação das fibras musculares do tipo II. Diferentemente do TR tradicional, onde as fibras musculares do tipo 2 dependem do aumento da intensidade do exercício para serem recrutadas e ativadas (Pearson, 2014). No TR de baixa intensidade associado a OVP, o ambiente hipóxico viabiliza um maior recrutamento e ativação das fibras musculares do tipo II, esse tipo de fibra muscular apresenta maior capacidade de sinalização proteica que as fibras do tipo 1. (Loenneke, 2010. Suga, 2012).

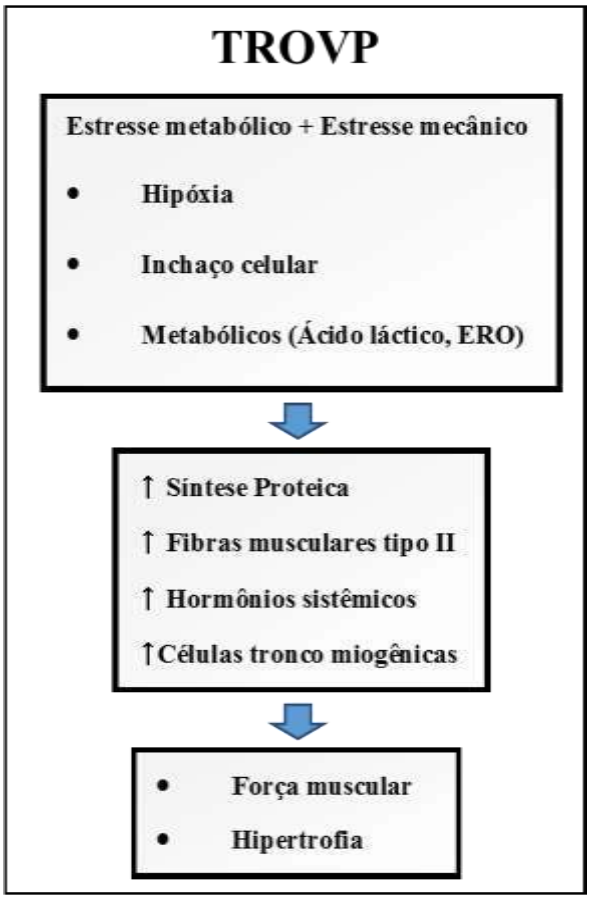

Figura 1. Fluxograma do mecanismo proposto de ação do TROVP. TROVP = Treinamento resistido com oclusão vascular parcial. ERO = Espécies reativas do oxigênio.

3. Resultados e Discussão

Após a aplicação dos critérios de inclusão e descritores específicos, foi obtido um total de 181 artigos. No entanto, apenas 21 estudos clínicos atenderam os requisitos. Além dos ensaios clínicos, 12 revisões sistemáticas que analisaram o efeito, aplicação e mecanismos propostos para explicar as adaptações provenientes do TROVP foram incluídas nesta revisão.

Essa revisão avaliou os efeitos do TR de baixa intensidade associado a OVP, no ganho de força e hipertrofia muscular comparado ao fortalecimento muscular convencional.

Habitualmente o TR é empregado em alta intensidade, no mínimo 65% 1-RM para implementação de força e hipertrofia. No entanto, indivíduos que possuem limitada capacidade física podem ser incapazes de tolerar o alto estresse mecânico (Hwang, 2017). Neste cenário, o terapeuta diminui a carga de treinamento, porém, o exercício de baixa intensidade não fornece o estimulo neuromuscular adequado, capaz de produzir força e hipertrofia muscular, retardando os objetivos da reabilitação (Loenneke, 2012).

Pesquisadores corroboram que o treinamento resistido associado a oclusão vascular parcial é uma alternativa viável para várias populações clínicas, visto que o TR de alta intensidade é um fator limitante. Neste sentido, o TROVP pode ser utilizado em circunstâncias que objetivam promover alterações de força e hipertrofia, utilizando cargas de treinamento menores (30%1-RM), evitando sobrecarregas estruturais (Costa, 2012).

Segal (2015), avaliou em um estudo clínico a eficácia do TROVP para o desenvolvimento de força e volume do quadríceps em mulheres acima de 45 anos com pré-disposição a osteoartrite de joelho. Ele concluiu que, a utilização de OV durante o exercício de baixa intensidade, foi proficiente no aumento de força da musculatura extensora do joelho e superior ao mesmo programa de exercício sem oclusão vascular.

Bryk (2016), realizou um estudo com 34 mulheres com diagnóstico de osteoartrite de joelho com idade média de 61 anos. As participantes foram aleatorizadas em 2 grupos: um de TR convencional e outro TR de baixa intensidade

com OV. Durante 6 semanas, 17 mulheres do grupo convencional realizaram fortalecimento de quadríceps utilizando carga em torno de 70% de 1-RM. Já o grupo de intervenção, realizou o mesmo programa, porém a carga utilizada foi em torno de 30% de 1-RM e a pressão de oclusão aplicada foi de 200 mmHg. Bryk, utilizou um dinamômetro portátil para mensuração de força muscular no início e no final do tratamento, além disso, utilizou a escala analógica de dor, o questionário de Lequesne e o teste de Timed-Up and Go (TUG). Ele concluiu que o TROVP comparado com TR tradicional de alta carga, resultou em benefícios semelhantes na função e incremento de força do quadríceps. Todavia, o grupo TROVP apresentou menos dor na região anterior do joelho durante a sessão de fisioterapia.

Na mesma linha de pesquisa, Ferraz (2018) em um ensaio clínico analisou os **benefícios do TROVP na osteoartrite do joelho. 48 mulheres foram randomizadas aleatoriamente em três grupos: TROVP com intensidade de 30% 1-RM, TR com intensidade de 30% sem OV e TR convencional de alta intensidade 80% 1-RM. Os três grupos realizaram um protocolo de 12 semanas de fortalecimento de quadríceps no leg press. Assim, como no estudo de Bryk (2016), os grupos tiveram o mesmo resultado. O grupo que realizou exercícios combinados a OVP, obtiveram menos estresse articular e dor, assim sendo uma alternativa viável e eficaz no tratamento da Osteoartrite.**

Nesta conjuntura, Cerqueira e Harper (2019) também examinaram os efeitos do TROVP de baixa intensidade em pacientes com osteoartrite do joelho. No estudo de Cerqueira (2019), participaram da intervenção 40 pacientes independentes do sexo com idade média de 50 anos, que foram aleatoriamente divididos em 2 grupos: TROVP de carga bem baixa 10% 1-RM e TR tradicional 60% 1-RM. Foram efetuadas 2 sessões semanais por 12 semanas, sendo o total de 24 sessões. Para os dois grupos, as sessões foram iniciadas com 5 minutos de bicicleta ergométrica e foi realizado agachamento com angulação de proteção. Cerqueira, concluiu que o TROVP de baixa carga apresentou resultados semelhantes aos do exercício resistido de alta intensidade sem OV. Já, no estudo de Harper (2019), como foi um estudo piloto seus resultados não são tão relevantes, porém pode-se afirmar que o

TROVP é uma alternativa viável para melhorar força, dor e função em idosos com osteoartrite de joelho.

Tennent (2017) realizou um estudo para avaliar o TROVP como método terapêutico após cirurgia de artroscopia de joelho. 17 participantes com idade entre 18 e 65 anos foram divididos aleatoriamente em dois grupos: TROVP e fisioterapia padrão. Os participantes foram submetidos a 12 sessões de tratamento. O grupo TROVP realizou exercícios de baixa intensidade em torno de 30% 1-RM. A oclusão sanguínea foi mantida por todo o treinamento. Os indivíduos foram submetidos ao leg press, extensão da perna e reversão. Nesse estudo apenas o TROVP obteve melhoras no tamanho do quadríceps de 6 cm em comparação ao grupo controle. O estudo demonstrou que o método TROVP foi muito eficaz para produzir aumento na força e hipertrofia muscular e função após artroscopia de joelho.

Giles (2017), avaliou o fortalecimento do quadríceps com e sem restrição do fluxo sanguíneo no tratamento da dor patelofemoral. 69 participantes foram divididos aleatoriamente em dois grupos: fortalecimento padrão a 70% de 1RM e TROVP de baixa carga. A pressão do manguito foi aumenta até o pulso não aguentar mais, 60% da pressão arterial. Os grupos realizaram: 5 minutos de bicicleta, 0° e 60° de flexão de joelho, extensão de 90 a 45°. Os resultados foram promissores, o grupo TROVP reduziu 93% da dor nas atividades de vida diária, em relação ao grupo padrão. Além disso, os dados demonstraram que o fortalecimento muscular do quadríceps com carga baixa associado OV foi superior para diminuir a dor nas atividades diárias, quando comparado com o trabalho de força padrão.

Kokaraski (2018), corrobora que o TROVP reduz muito mais a dor anterior do joelho comparado ao TR sozinho. Ele concluiu em sua pesquisa que o TROVP é um tratamento novo quando se fala em reabilitação musculoesquelética e tudo indica que essa intervenção é uma estratégia viável na reabilitação da dor patelofemoral.

Hughes (2019) examinou o conforto e a dor do TROVP em comparação ao TR tradicional de alta intensidade na reabilitação de **pacientes com reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA)**. Para este estudo vinte e oito pacientes foram separados em dois grupos, TR tradicional de alta intensidade 70% 1-RM e

TROVP com 30% 1-RM. A pressão total de oclusão durante o treinamento foi de 80%. Os exercícios duraram 8 semanas e foram realizados duas vezes por semana. Durante cada sessão os pacientes realizaram três series de dez repetições de fortalecimento. Os autores concluíram que os participantes com reconstrução ligamentar tiveram menos dor na articulação do joelho, sendo eficaz no para ganho de força e função, melhorando até nas fases iniciais de reabilitação pós cirurgia de LCA.

Hernández (2013), realizou um estudo para averiguar as variações agudas da arquitetura muscular após uma única sessão de dois treinamentos diferentes de oclusão vascular, comparando-os com os resultados observados no treinamento de alta intensidade sem oclusão. 35 homens foram aleatorizados em 2 grupos, foi executado em ambos grupos exercícios de extensão de joelho, sendo 20% de 1RM para os grupos OV e 85% de 1RM no grupo de treinamento de alta intensidade. O estudo concluiu que, ambos os grupos aumentaram a sua circunferência, bem como a espessura muscular, além disso confirma a hipótese que o edema agudo nas células devido a OV pode induzir hipertrofia muscular.

Objetivando investigar os efeitos do TROVP na hipertrofia muscular Lowery (2014), testou por 8 semanas 20 homens praticantes de musculação, aleatoriamente foram divididos em 3 grupos: TR de baixa intensidade com OV, TR de baixa intensidade sem OV e TR de alta intensidade sem OV. O exercício proposto foi treinamento de flexão de cotovelo. Apesar do tamanho amostral pequeno o resultado foi promissor, o estudo concluiu que o TR de baixa intensidade com OV pode promover hipertrofia similar ao TR de alta intensidade.

Letieri (2018), em um estudo controlado randomizado comparou TR usando diferentes pressões de OV por 16 semanas. 56 mulheres com idade média de 68 anos. Em resumo o TR de baixa intensidade aumenta a força muscular de mulheres mais velhas, assim como o TR de alta intensidade sem OV, e foi observado que pressões de oclusão mais elevadas são mais eficazes.

4. Considerações finais

Embora os autores tenham utilizado metodologias diferentes, podemos concluir através dessa revisão que o treinamento muscular de baixa intensidade associado a oclusão vascular parcial é uma estratégia eficaz para proporcionar aumentos de força e hipertrofia muscular similares ao treinamento resistido tradicional. Além disso, é uma estratégia viável para a reabilitação musculoesquelética, visto que ele pode ser aplicado em vários cenários clínicos, onde o treinamento resistido tradicional é uma limitação.

Referências

HUGHES L, PATON B, ROSENBLATT B, GISSANE C, PATTERSON SD. **Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis.** Br J Sports Med. 2017. doi:10.1136/bjsports-2016-097071

SHIROMARU FF, DE SALLES PAINELLI V, SILVA-BATISTA C, ET AL**. Differential muscle hypertrophy and edema responses between high-load and low-load exercise with blood flow restriction.** Scand J Med Sci Sports. 2019. doi:10.1111/sms.13516

GARBER CE, BLISSMER B, DESCHENES MR, ET AL. AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE POSITION STAND. **Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise.** Med Sci Sports Exerc. 2011. doi:10.1249/MSS.0b013e318213fefb

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE POSITION STAND. **Progression models in resistance training for healthy adults.** Med Sci Sport Exerc. 2009; 41:687-708.

SLYSZ J, STULTZ J, BURR JF. **The efficacy of blood flow restricted exercise: A systematic review & meta-analysis.** J Sci Med Sport. 2016. doi:10.1016/j.jsams.2015.09.005

WEATHERHOLT A, BEEKLEY M, GREER S, URTEL M, MIKESKY A. **Modified Kaatsu training: adaptations and subject perceptions.** Med Sci Sports Exerc. 2013. doi:10.1249/MSS.0b013e31827ddb1f

PATTERSON SD, HUGHES L, WARMINGTON S, ET AL. **Blood Flow Restriction Exercise: Considerations of Methodology, Application, and Safety**. Front Physiol. 2019. doi:10.3389/fphys.2019.00533

COSTA, MOREIRA VP, REIS AC, LEITE SN, LODOVICHI SS. **Efeitos da oclusão vascular parcial no ganho de força muscular**. Acta Fisiatr. 2012

LETIERI RV. **Efeito agudo do treino de força com oclusão vascular periférica no parâmetro sanguíneo relacionado ao dano muscular.** 2012, Dissertação de Mestrado, Univ Coimbra.

LIXANDRÃO ME, UGRINOWITSCH C, BERTON R, 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.** Sports Med. 2018. doi:10.1007/s40279-017-0795-y.

BRYK FF, DOS REIS AC, FINGERHUT D, ET AL. **Exercises with partial vascular occlusion in patients with knee osteoarthritis: a randomized clinical trial.** Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2016. doi:10.1007/s00167-016-4064-7

FERRAZ RB, GUALANO B, RODRIGUES R, ET AL. **Benefits of Resistance Training with Blood Flow Restriction in Knee Osteoarthritis.** Med Sci Sports Exerc. 2018. doi:10.1249/MSS.0000000000001530

GILES L, WEBSTER KE, MCCLELLAND J, COOK JL. **Quadriceps strengthening with and without blood flow restriction in the treatment of patellofemoral pain: a double-blind randomised trial.** Br J Sports Med. 2017. doi:10.1136/bjsports-2016-096329

TENNENT DJ, HYLDEN CM, JOHNSON AE, BURNS TC, WILKEN JM, OWENS JG. **Blood Flow Restriction Training After Knee Arthroscopy: A Randomized Controlled Pilot Study**. Clin J Sport Med. 2017. doi:10.1097/JSM.0000000000000377

KORAKAKIS V, WHITELEY R, GIAKAS G. **Low load resistance training with blood flow restriction decreases anterior knee pain more than resistance training alone. A pilot randomised controlled trial.** Phys Ther Sport. 2018. doi:10.1016/j.ptsp.2018.09.007

SEGAL NA, WILLIAMS GN, DAVIS MC, WALLACE RB, MIKESKY AE. **Efficacy of blood flow-restricted, low-load resistance training in women with risk factors for symptomatic knee osteoarthritis.** PM R. 2015. doi:10.1016/j.pmrj.2014.09.014

RODRIGUES R, FERRAZ RB, KURIMORI CO, ET AL. **Low-Load Resistance Training With Blood-Flow Restriction in Relation to Muscle Function, Mass, and Functionality in Women With Rheumatoid Arthritis.** Arthritis Care Res (Hoboken). 2019. doi:10.1002/acr.23911

LOENNEKE JP, ABE T, WILSON JM, ET AL. **Blood flow restriction: an evidence based progressive model (Review).** Acta Physiol Hung. 2012. doi:10.1556/APhysiol.99.2012.3.1

HUGHES L, PATTERSON SD, HADDAD F, ET AL. **Examination of the comfort and pain experienced with blood flow restriction training during post-surgery rehabilitation of anterior cruciate ligament reconstruction patients: A UK National Health Service trial**. Phys Ther Sport. 2019. doi:10.1016/j.ptsp.2019.06.014

YASUDA T, FUKUMURA K, IIDA H, NAKAJIMA T. **Effect of low-load resistance exercise with and without blood flow restriction to volitional fatigue on muscle swelling.** Eur J Appl Physiol. 2015. doi:10.1007/s00421-014-3073-9

PS DE HWANG, DS DE WILLOUGHBY. **Mecanismos por trás do treinamento restrito ao fluxo sanguíneo e seu efeito no crescimento muscular.** J Resistência Cond . 2019. doi: 10.1519 / JSC.0000000000002384

CERQUEIRA MS, DE BRITO VIEIRA WH. **Effects of blood flow restriction exercise with very low load and low volume in patients with knee osteoarthritis: protocol for a randomized trial. Trials.** 2019. doi:10.1186/s13063-019-3238-2

LOENNEKE, JEREMY ET **AL. Effects of exercise with and without different degrees of blood flow restriction on torque and muscle activation.** Muscle and Nerve, set. 2014.

FAHS CA, ROSSOW LM, SEO DI, ET AL. **Effect of different types of resistance exercise on arterial compliance and calf blood flow**. Eur J Appl Physiol. 2011. doi:10.1007/s00421-011-1927-y

BEZERRA DE MORAIS AT, SANTOS CERQUEIRA M, MOREIRA SALES R, ROCHA T, GALVÃO DE MOURA FILHO A. **Avaliação da pressão de oclusão total dos membros superiores: reprodutibilidade por Doppler e determinação de variáveis preditivas.** Clin Physiol Funct Imaging. 2017. doi: 10.1111 / cpf.12330

LAURENTINO GC, UGRINO WITSCH C, ROSCHEL H, ET AL. **Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression.** Med Sci Sports Exerc. 2012. doi:10.1249/MSS.0b013e318233b4bc

SCHOENFELD BJ, ARAGON AA, KRIEGER JW. **The effect of protein timing on muscle strength and hypertrophy: a meta-analysis.** J Int Soc Sports Nutr. 2013. doi:10.1186/1550-2783-10-53

LOENNEKE JP, WILSON GJ, WILSON JM. **A mechanistic approach to blood flow occlusion**. Int J Sports Med. 2010. doi:10.1055/s-0029-1239499

SUGA T, OKITA K, TAKADA S, ET AL. **Effect of multiple set on intramuscular metabolic stress during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction**. Eur J Appl Physiol. 2012. doi:10.1007/s00421-012-2377-x

HARPER SA, ROBERTS LM, LAYNE AS, ET AL. **Blood-Flow Restriction Resistance Exercise for Older Adults with Knee Osteoarthritis: A Pilot Randomized Clinical Trial.** J Clin Med. 2019. doi:10.3390/jcm8020265

MARTÍN-HERNÁNDEZ J, MARÍN PJ, MENÉNDEZ H, LOENNEKE JP, COELHO-E-SILVA MJ, GARCÍA-LÓPEZ D, HERRERO AJ. **Changes in muscle architecture induced by low load blood flow restricted training.** Acta Physiol Hung. 2013.

LOWERY RP, JOY JM, LOENNEKE JP, DE SOUZA EO, MACHADO M, DUDECK JE, WILSON JM. **Practical blood flow restriction training increases muscle hypertrophy during a periodized resistance training programme. Clin Physiol Funct Imaging.** 2014.

LETIERI RV, TEIXEIRA AM, FURTADO GE, LAMBOGLIA CG, REES JL, GOMES BB. **Effect of 16 weeks of resistance exercise and detraining comparing two**

methods of blood flow restriction in muscle strength of healthy older women: A randomized controlled trial. Exp Gerontol. 2018.