

EFEITOS FISIOLÓGICOS DO EXERCÍCIO FÍSICO COMBINADO COM A OCLUSÃO VASCULAR PARCIAL: REVISÃO SISTEMÁTICA

João Gabriel Souza Cesar¹, Vania Cristina dos Reis Miranda², Keyleytonn Stihl Ribeiro²
Elaine Cristina Martinez Teodoro²

RESUMO

Introdução: A Oclusão Vascular Parcial (OVP) é uma técnica realizada durante o exercício físico que tem como objetivo restringir de forma parcial o fluxo sanguíneo arterial e de forma total o fluxo sanguíneo venoso por um determinado período. **Objetivo:** O respectivo estudo tem por objetivo identificar evidências e revisar de forma sistemática os efeitos fisiológicos da OVP associados ao exercício físico em indivíduos, tanto no condicionamento físico quanto na reabilitação musculoesquelética. **Materiais e Métodos:** Trata-se de um estudo de revisão sistemática, para o qual foram consultados os bancos de dados Bireme e PubMed, utilizados artigos científicos em inglês e português de revistas indexadas nas bases de dados Medline, Lilacs, Physiotherapy Evidence Database (PEDro) e Scielo, publicados entre os anos de 2012 e 2019, avaliados de acordo com a qualidade metodológica por meio da Escala de Qualidade de JADAD. No processo construtivo do trabalho foram incluídos artigos que estivessem disponíveis na íntegra, com indivíduos de ambos os sexos que fossem saudáveis e que não apresentassem nenhum tipo de disfunção endotelial e que estivessem inseridos em programas de reabilitação musculoesquelética ou programas de condicionamento físico. **Resultados:** O estímulo de hipóxia provido pela OVP ocasiona diretamente respostas bioquímicas no segmento a ser estimulado e com isso desencadeia alterações no metabolismo local e, por assim, leva o segmento a respostas adaptativas. **Conclusão:** Os eventos que ocorrem pelo estímulo hipóxico promovem efeitos fisiológicos positivos aos usuários do método como o aumento da força muscular, angiogênese e melhora da função endotelial.

Palavras-chave: Oclusão terapêutica. Treinamento de resistência. Exercício. Sangue. Hipóxia.

1 - Discente do Curso de Fisioterapia do UniFUNVIC, Centro Universitário-FUNVIC, Pindamonhangaba-SP, Brasil.

ABSTRACT

Physiological effects of physical exercise combined with partial vascular occlusion: systematic review

Introduction: Partial Vascular Occlusion (PVO) is a technique performed during physical exercise that aims to partially restrict arterial blood flow and totally restrict venous blood flow for a certain period. The respective study aims to identify evidence and systematically review the physiological effects of PVO associated with physical exercise in individuals, both in physical conditioning and in musculoskeletal rehabilitation. **Materials and methods:** This is a systematic review, in which the Bireme and PubMed databases were consulted, scientific articles in English and Portuguese from journals indexed in the Medline, Lilacs, Physiotherapy Evidence Database (PEDro) and Scielo databases that were published between the years 2012 to 2019 were utilized and evaluated according to the methodological quality through the JADAD scale. In the construction process of this work, articles that were available in full with individual of both sexes who were healthy and who did not have any type of endothelial dysfunction and who were inserted in musculoskeletal rehabilitation programs or physical conditioning programs were included. **Results:** The hypoxic stimulus provided by the PVO causes direct biochemical responses in the segment to be stimulated and thereby triggers changes in the local metabolism and, therefore, leads the segment to adaptive responses. **Conclusion:** The events that occur due to hypoxic stimulation promote positive physiological effects to users of the method, such as, increased muscle strength, angiogenesis and improved endothelial function.

Key words: Therapeutic occlusion. Resistance training. Exercise. Blood. Hypoxia.

2 - Fisioterapeutas, Professores do Curso de Fisioterapia, Centro Universitário-FUNVIC, Pindamonhangaba-SP, Brasil.

INTRODUÇÃO

Criado pelo médico Yoshiaki Sato (1966), o método de oclusão vascular parcial ou restrição do fluxo sanguíneo visa à restrição moderada do fluxo sanguíneo combinado com o treinamento resistido de baixa intensidade.

Este método tem aplicabilidade terapêutica tanto no condicionamento físico, quanto na reabilitação, como também na reabilitação cardíaca, no tratamento de doenças osteoarticulares e nas lesões ortopédicas (Hughes e colaboradores, 2017; Nakajima e colaboradores, 2010).

A redução do fluxo sanguíneo pode ser provida pelo uso de um torniquete ou de manguitos adaptados para os membros superiores e inferiores.

Todavia sua aplicabilidade, posição adequada e pressão exercida exigem rigor e muitos cuidados devem ser levados em consideração antes, durante e após a aplicação (Slysz, Stultz, Burr, 2016).

A utilização da oclusão vascular parcial durante o exercício resistido tem se mostrado benéfico no ganho de hipertrofia muscular e força, similares ao ganho com exercício resistido tradicional de alta intensidade, porém utilizando-se menor intensidade e carga durante a aplicação (Ozaki e colaboradores, 2011).

Sugere-se que com a oclusão vascular deva ocorrer um estímulo no metabolismo local do grupo muscular a ser trabalhado, o que por sua vez estimula um subsequente aumento nos fatores de crescimento, recrutamento primário das fibras de contração rápida e aumento da síntese proteica (Loenneke, Wilson, Wilson, 2011).

Acredita-se que a restrição do fluxo sanguíneo durante o exercício de baixa intensidade aumenta a resistência, fosforilação e síntese proteica muscular, além de promover o incremento de sua força, tanto quanto o clássico exercício de resistência convencional (Fujita e colaboradores, 2007).

Está bem documentado que a hipertrofia muscular e as adaptações de força com o exercício oclusivo são significativamente maiores do que as alcançadas no exercício resistido comum, com baixa e alta carga (Letieri e colaboradores, 2016).

As respostas do lactato são significativamente elevadas em diferentes momentos em relação ao estado de repouso.

A oclusão vascular periférica pode induzir elevações na atividade metabólica local, sobretudo pelo fato do trabalho muscular ser realizado em metabolismo anaeróbico, mesmo com as cargas mecânicas reduzidas, tanto nos âmbitos de reabilitação como nos de treinamento (Barili e colaboradores, 2018).

A Pressão Arterial Diastólica (PAD) e principalmente a Pressão Arterial Sistólica (PAS) encontram-se diminuídas após 30 minutos de recuperação pós-exercício, o que caracteriza uma condição denominada de hipotensão pós-esforço, considerada natural após o exercício de baixa intensidade com a restrição sanguínea ativa (Barili e colaboradores, 2018).

Além disso, a restrição do fluxo que induz ao acúmulo de sangue venoso e subsequentemente reduz a pré-carga cardíaca durante o exercício pode ser benéfica na reabilitação de alguns pacientes cardíacos (Nakajima e colaboradores, 2006).

É demonstrado que no exercício oclusivo de baixa intensidade, a expressão do gene da miostatina muscular diminui significativamente como resultado da sobrecarga mecânica imposta (Kawada e Ishii, 2005).

Observa-se potenciais efeitos protetores vasculares com o treinamento de oclusão vascular parcial devido ao fato do mesmo melhorar a função circulatória endotelial e periférica (Tennent e colaboradores, 2017).

Assim, o aumento do tamanho muscular, da força, resistência e outros fatores fisiológicos estão diretamente relacionados com os fatores neurológicos, endócrinos e metabólicos causados pelo exercício de oclusão vascular periférica associado à baixa resistência mecânica (Sato, 2005).

Desse modo, o presente estudo tem como objetivo investigar os principais efeitos fisiológicos promovidos pelo exercício físico combinado com a oclusão vascular parcial.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foi elaborado um estudo de revisão sistemática onde as respectivas bases de dados pesquisadas foram: MEDLINE (acessado via PubMed e Scielo), Physiotherapy Evidence Database (PEDro) e Literatura da América Latina e do Caribe (LILACS).

A partir disto utilizaram-se as seguintes combinações de Descritores em

Ciências da Saúde (DeCS): oclusão terapêutica, treinamento de resistência, oclusão, exercício, sangue, hipóxia, therapeutic occlusion, resistance training, occlusion, exercise, blood e hypoxia.

O período de busca foi realizado de março a junho de 2020 e foram selecionados artigos de 2010 a 2020.

As combinações entre as palavras foram realizadas em cada uma das bases de dados supracitadas utilizando-se os operadores booleanos (OR/AND) e (NOT/AND), sendo aceitos os idiomas inglês e português.

Os artigos foram avaliados e selecionados, de forma independente por um único revisor, sendo assim retiradas as duplicatas (artigos publicados em duas ou mais bases de dados).

Os estudos foram minuciosamente selecionados de acordo com o título, resumo e metodologia. Com isso houve a exclusão dos trabalhos que não tinham relação com o proposto pelo revisor e com o direcionamento da revisão e metodologia, como revisão sistemática, diretrizes clínicas, estudos de coorte, relato de caso e validação de protocolo.

Foram incluídos os estudos de ensaios clínicos randomizados, duplo cego, ensaio clínico aleatório, caso controle, que relatavam os resultados positivos da restrição do fluxo sanguíneo durante a realização dos exercícios aeróbico e resistido, tanto em âmbito de condicionamento físico como de reabilitação musculoesquelética.

Após a pré-seleção, houve a análise dos textos na íntegra, considerando os critérios definidos e de relevância ao objetivo desta revisão.

Para a extração de dados, foram selecionados os estudos que continham o treinamento oclusivo comparado ao treinamento convencional (resistido e aeróbico) ou que comparassem o exercício oclusivo intermitente ao exercício oclusivo contínuo.

Foram incluídos como população homens e mulheres com faixas etárias entre 18 e 65 anos, saudáveis, além de indivíduos treinados e pacientes submetidos a reabilitação musculoesquelética. Foram excluídos os indivíduos cardiopatas, hipertensos, portadores de síndromes

metabólicas ou com algum fator de risco para o desenvolvimento de Tromboembolismo Pulmonar (TEP).

Posteriormente, o revisor avaliou a qualidade metodológica dos estudos selecionados por meio da Escala de Qualidade de JADAD, a qual é um instrumento que tem por função avaliar a qualidade de estudos clínicos que visam à diminuição das imparcialidades, ou seja, sua validade interna (Bento, 2014).

Nos itens da escala há duas opções de resposta: sim ou não; questionam-se os seguintes critérios: se o estudo é randomizado, se o método de randomização é adequado; se é duplo-cego, se o método de blindagem é adequado; se há descrição das exclusões e perdas do estudo.

Para cada item atribui-se um ponto para a resposta sim e zero para a resposta não, de modo que cada item tenha apenas uma resposta. Se nos itens 1 e 2 os métodos de randomização e blindagem forem citados, mas descritos de maneira inadequada, faz-se a dedução de um ponto; da mesma forma, se nos mesmos itens os métodos de randomização e blindagem forem citados e descritos corretamente, adiciona-se um ponto.

A partir do resultado da escala de JADAD, o respectivo estudo pode receber no máximo cinco pontos, sendo assim um ponto para cada resposta positiva. O estudo é considerado de alto risco de viés, ou seja, inapropriado se obtiver pontuação menor ou igual a dois, após a avaliação.

Por meio da busca primária foram encontrados nas bases de dados um total de 624 artigos, após a verificação das duplicatas e dos artigos que não condiziam com o tema, foram excluídos 394; dos 230 restantes foi realizada a seleção dos títulos e resumos e em sequência foram excluídos 159 estudos, permanecendo 71 artigos.

Destes, após a verificação da metodologia, 43 artigos foram selecionados para a leitura integral dos textos.

Após a leitura crítica destes, 36 artigos foram excluídos conforme os critérios propostos pela escala de JADAD e 7 estudos foram considerados de alta qualidade e incluídos por atender os critérios requisitados para esta revisão sistemática, conforme demonstrado na Figura 1.

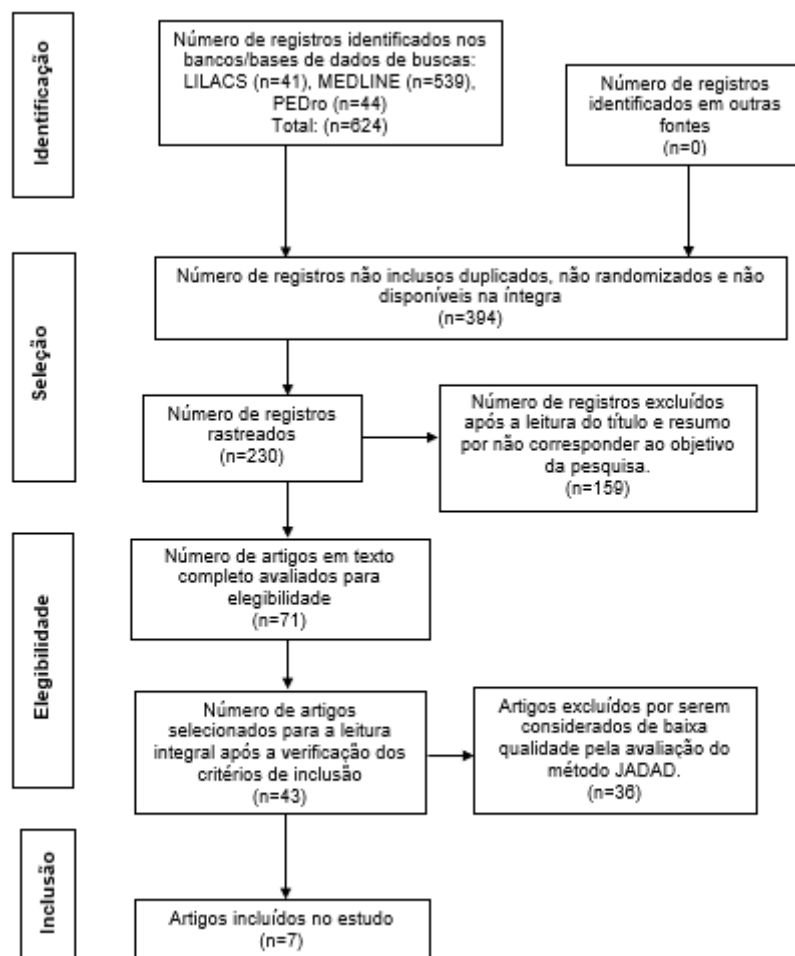


Figura 1 - Fluxograma do processo de seleção de artigos para o estudo.

RESULTADOS

As características dos estudos que preencheram os critérios de inclusão, assim

como os resultados e conclusão estão sumarizadas na Tabela 1.

Tabela 1- Características dos estudos incluídos (n=7).

Autor/Ano	Escore JADAD	Método	Objetivo	Resultados	Conclusão
Yamanaka, Farley, Caputo, 2012	3	Estudo Clínico Randomizado Controlado	Investigar a eficácia de quatro semanas de treinamento de oclusão vascular parcial sobre a hipertrofia e força musculares em jogadores de futebol americano da Associação Atlética Colegiada Nacional.	A mudança no teste de 1 RM durante o supino e o agachamento foi significativamente maior no grupo experimental (OVP) que no grupo controle. Houve mudanças significativas na circunferência tanto na parte superior quanto inferior do tórax no grupo experimental comparado ao grupo controle. Não houve mudanças significativas nas circunferências de ambos os braços e nem de ambas as	O treinamento associado a OVP resultou no aumento de hipertrofia e força musculares entre os atletas da Associação Atlética Colegiada Nacional.

				coxas no grupo experimental.	
Larkin e colaboradores, 2012	3	Estudo Clínico Randomizado Controlado	Avaliar os efeitos da oclusão vascular parcial na oxigenação muscular durante exercícios resistidos de baixa intensidade, bem como na angiogênese fisiológica.	Oxigenação tecidual e o FCEV sérico: a HHb aumentou significativamente no grupo OVP em comparação com o grupo controle. Assim a THb foi significativamente maior durante o exercício com OVP. Para o VEGF sérico, as concentrações basais foram semelhantes entre o GC e OVP. Expressão proteica e RNAm do músculo esquelético: foi observado um aumento no FCEV 4 horas pós exercício, o que demonstrou uma regulação de quatro vezes em relação a OVP. O método oclusivo também potencializou a expressão FCEV-R2, FIH-1 e nNOS em quatro horas pós exercício. Essas alterações persistiram por até 24 horas pós-exercício.	A OVP melhorou acentuadamente a transcrição de genes relacionados à angiogênese após o exercício resistido de baixa intensidade. A OVP também aumentou as concentrações musculares de HHb, possivelmente contribuindo para o aumento da expressão gênica
Manimmanakorn e colaboradores, 2013	3	Estudo Clínico Randomizado Controlado	Investigar as mudanças fisiológicas do exercício resistido de baixa intensidade associado a OVP em atletas jovens do sexo feminino.	Melhoras significativas em todo o desempenho foram encontradas após o treinamento nos grupos com o exercício hipóxico. Enquanto o treinamento com oclusão mostrou ganhos no pico de contração máxima em 3 segundos e no número de repetições que podem ser realizados a 20% de 1 RM. O desempenho do grupo controle permaneceu relativamente inalterado.	Estes resultados sugerem que o treinamento resistido de baixa carga com oclusão, provavelmente atuou na melhora da força e resistência isométrica, bem como no desempenho das jovens atletas.
Cook, Kilduff, Beaven, 2014	3	Estudo Clínico Randomizado Controlado	Examinar os efeitos do exercício de carga moderada com e sem oclusão, na força, potência e capacidade de corrida, juntamente com parâmetros hormonais salivares agudos e crônicos.	Quando as duas intervenções de treinamento foram comparadas, a oclusão resultou em melhorias significativamente maiores no supino, agachamento, tempo máximo de corrida e potência de salto em contramovimento. A intervenção oclusiva também melhorou significativamente a manutenção do desempenho no teste de sprint repetido em comparação com a intervenção não oclusiva. Foram observadas grandes elevações na testosterona nas sessões 1, 4 e 7 de treinamento oclusivo em comparação com aumentos moderados no treinamento sem OVP. As respostas do cortisol com OVP foram significativamente atenuadas durante o período de três semanas.	O treinamento de oclusão pode potencialmente melhorar a força e a resistência à fadiga em atletas treinados, permitindo possivelmente maiores ganhos com cargas menores que podem ser benéficos durante grandes períodos de treinamento, como em épocas competitivas ou em um ambiente de reabilitação.

Shimizu e colaboradores, 2016	3	Estudo Clínico Randomizado Controlado	Esclarecer os efeitos de 4 semanas do treinamento resistido com OVP de baixa carga na função endotelial e circulação sanguínea periférica em idosos saudáveis.	Efeitos agudos no treinamento de resistência: grupo com OVP, o FCEV e o GH aumentaram significativamente após o treinamento inicial em relação a antes do treinamento, embora não mostrassem alterações significativas antes e após o treinamento inicial no grupo sem OVP. A FC, PAS, PAD, Lac, FCEV e GH após a sessão inicial foram maiores no grupo com OVP do que no grupo sem OVP.	O treinamento resistido de baixa intensidade associado a OVP não aumentou apenas a força muscular, mas também melhorou a função endotelial vascular e a circulação sanguínea periférica em idosos saudáveis.
Tennent e colaboradores, 2017	3	Estudo Clínico Randomizado Controlado	Avaliar a adição de exercícios baseados na OVP aos métodos tradicionais da fisioterapia para melhorar a força, hipertrofia, os resultados funcionais e os resultados autorrelatados pelos pacientes após a artroscopia não reconstrutiva do joelho no pós-operatório.	O perímetro da coxa melhorou significativamente no grupo com OVP em ambos os 6 cm e 16 cm proximais ao polo patelar. Todas as medidas de resultados funcionais físicos do grupo com OVP melhoraram significativamente. Melhoras significativas na extensão e na força de flexão ao longo do tempo foram observadas nos dois grupos. No entanto, o aumento da força de extensão do quadríceps na OVP aproximadamente dobrou em comparação ao GC, esse grau de alteração também foi observado na flexão do joelho.	Este estudo demonstra que a adição das intervenções oclusivas a um programa de terapia pós-operatório pode induzir a melhora na força e hipertrofia musculares, na função e medidas relatadas pelo paciente com segurança, após a artroscopia do joelho.
Bowman e colaboradores, 2019	3	Estudo Clínico Randomizado Controlado	Definir a eficácia clínica do treinamento associado a OVP em grupos musculares proximais e distais à colocação do torniquete, bem como na extremidade contralateral sem OVP.	Um aumento significativo maior na força foi observado proximamente e distalmente ao manguito da OVP quando comparado ao GC. Os testes isocinéticos mostram maiores aumentos no pico de torque de extensão do joelho, trabalho total e potência média. A circunferência do membro aumentou na coxa e na perna.	O treinamento com OVP de baixa carga produziu aumentos significativos na força, tanto proximamente quanto distalmente à colocação do manguito. A extremidade contralateral também se beneficiou de um efeito sistêmico ou cruzado

Legenda: 1 Repetição Máxima (1RM), Oclusão Vascular Parcial (OVP) Fator de Crescimento do Endotélio Vascular (FCEV), Hemoxi-Hemoglobina (HHb), Hemoglobina Total (THb), Receptor 2 do Fator de Crescimento do Endotélio Vascular (FCEV-R2), Expressão Imunohistoquímica do Fator Indutor de Hipóxia alfa 1 (FIH-1), Óxido Nítrico Sintase (nNOS), Hormônio de Crescimento (GH), Frequência Cardíaca (FC), Pressão Arterial Sistólica (PAS), Pressão Arterial Diastólica (PAD), Lactato (Lac), Grupo Controle (GC).

DISCUSSÃO

A Oclusão Vascular Parcial (OVP) consiste na realização de um determinado exercício com uma pressão restritiva em torno da extremidade proximal do membro a ser trabalhado, que pode variar conforme o dispositivo e a largura dos manguitos pneumáticos (Curty e colaboradores, 2018).

O manguito restringe o fluxo sanguíneo arterial e o retorno venoso,

causando uma maior taxa de fadiga muscular do que em condições normais e leva a uma maior adaptação muscular frente a este estímulo (Held, Behringer, Donath, 2020).

O ambiente anaeróbio relativo criado durante esses períodos de oclusão venosa induz várias alterações celulares e hormonais localizadas que estimulam a hipertrofia muscular e outras adaptações fisiológicas. Esta técnica é usada com sucesso e segurança em atletas para melhorar o

desempenho, em idosos para melhorar a força e a função, e em pacientes na reabilitação musculoesquelética (Tennent e colaboradores, 2017).

Na presente revisão sistemática foram analisados sete estudos com o intuito de esclarecer os possíveis efeitos fisiológicos da OVP durante o exercício físico. No total, houve a participação de 179 indivíduos nas amostras, sendo que em apenas um estudo o exercício associado ao estímulo oclusivo ocorreu durante a reabilitação musculoesquelética, em dois estudos o estímulo oclusivo foi realizado para promover uma melhora no desempenho de atletas em suas modalidades esportivas e outros quatro estudos avaliaram o exercício físico junto a oclusão em indivíduos normais (Tennent e colaboradores, 2017; Yamanaka, Farley, Caputo, 2012; Larkin e colaboradores, 2012; Manimmanakorn e colaboradores, 2013; Cook, Kilduff, Beaven, 2014; Shimizu e colaboradores, 2016; Bowman e colaboradores, 2019).

Os sete estudos elegeram seus respectivos critérios de inclusão conforme suas demandas particulares e observou-se que todos tiveram como critério comum, a inserção de indivíduos com a condição vascular íntegra.

Tennent e colaboradores (2017) incluíram indivíduos entre 18 e 65 anos de idade que realizaram artroscopia não reconstrutiva de joelho.

Yamanaka, Farley, Caputo (2012) estudaram indivíduos com mais de cinco anos de experiência em treinamento de resistência, que possuíam altos níveis de força nos membros superiores e inferiores e que estavam livres de qualquer patologia cardiovascular.

Larkin e colaboradores (2012) analisaram indivíduos entre 18 e 30 anos de idade, que não fossem obesos e tabagistas e que tinham função vascular íntegra segundo o índice tornozelo-braço.

Manimmanakorn e colaboradores (2013) selecionaram atletas de Netball que estavam sendo acompanhadas pelo mesmo preparador físico e que fossem submetidas a um mesmo volume de treinamento.

Cook, Kilduff, Beaven (2014) escolheram jogadores de Rugby do mesmo clube que tivessem no mínimo dois anos de experiência com o treinamento resistido e que tivessem no mínimo oito horas de sono.

Shimizu e colaboradores (2016) selecionaram idosos saudáveis sem histórico

de doenças cardiovasculares e doenças cerebrais, que não fossem tabagistas e sem nenhum tipo de experiência relacionada ao exercício físico seis meses antes do estudo.

Bowman e colaboradores (2019) incluíram indivíduos saudáveis entre 20 e 40 anos de idade que fossem atletas a nível recreativo.

Entre os inúmeros critérios de exclusão listados nos estudos, os mais citados foram o histórico de Trombose Venosa Profunda (TVP), hipertensão arterial com valores descompensados, disfunções endoteliais, tratamento ativo de doenças e o uso de cafeína e álcool em períodos próximos a realização dos estudos.

Todos os estudos tiveram seu tempo e frequência estabelecidos para a realização dos protocolos de exercícios conforme as individualidades de cada amostra. Apenas o estudo de Larkin e colaboradores (2012) não relatou essas variáveis.

Yamanaka, Farley, Caputo (2012); Shimizu e colaboradores (2016) tiveram como ponto em comum a realização de seus protocolos em um período de quatro semanas com os exercícios oclusivos e não oclusivos realizados em uma frequência de três vezes por semana.

Manimmanakorn e colaboradores (2013); Cook, Kilduff, Beaven (2014) divergem no período de execução dos estudos, enquanto o primeiro cita que seu protocolo foi realizado em cinco semanas, o segundo menciona a realização de seu protocolo em 3 semanas. Porém, ambos convergem na frequência de seus participantes que foi de três vezes por semana para desempenhar os determinados procedimentos.

O protocolo de exercícios com e sem OVP de Bowman e colaboradores (2019) foi realizado em um período de seis semanas, com as sessões efetuadas duas vezes por semana.

O único que teve o seu protocolo realizado de forma não intermitente durante a semana foi Tennent e colaboradores (2017), onde foram executadas 12 sessões contínuas de exercícios.

Cada estudo conteve o seu próprio protocolo para mensurar os efeitos fisiológicos do exercício físico associado a OVP e ao mesmo tempo comparar os resultados com os grupos que realizaram os exercícios sem a associação do estímulo oclusivo.

O protocolo de exercícios de Tennent e colaboradores (2017) consistia na realização

dos mesmos exercícios para o grupo OVP e GC, porém foram adicionados exercícios de reverse pressure, leg press e cadeira extensora para os indivíduos que integravam o treinamento com oclusão. Os exercícios foram realizados com 30% de 1RM para ambos os grupos, contudo o grupo da OVP realizou os exercícios em sets de 30,15,15 e 15 repetições com 80% do valor da oclusão total mensurado pelo ultrassom de Doppler.

Yamanaka, Farley, Caputo (2012) tiveram como protocolo a realização do agachamento e supino com 20% de 1RM, os exercícios foram realizados em um set de 30 repetições e três sets de 20 repetições para ambos os grupos. Para o grupo da OVP, a oclusão foi mantida por meio de uma faixa elástica que restringiu o fluxo sanguíneo nas artérias braquial e femoral durante as execuções do supino e agachamento.

Larkin e colaboradores (2012) adotaram como protocolo a realização do exercício de extensão de joelho, o qual foi efetuado com um total de 120 repetições divididos em 10 sets e com 40% de 1RM para ambos os grupos. A pressão oclusiva adotada para o grupo da OVP foi de 220 mmHg.

O protocolo aplicado por Manimmanakorn e colaboradores (2013) envolveu a realização de flexões e extensões bilaterais de joelhos em três sets até a falha concêntrica, tanto para o grupo da OVP quanto para o grupo de alta intensidade. Para o grupo da OVP, os exercícios foram realizados com 20% de 1RM e a pressão oclusiva não conteve um valor fixo, pois era aplicada de forma progressiva de acordo com o andamento do experimento.

Cook, Kilduff, Beaven (2014) realizaram os exercícios de agachamento, supino e flexão com 70% de 1RM para ambos os grupos. O grupo que realizou os exercícios com o estímulo de restrição do fluxo sanguíneo, manteve a pressão oclusiva fixa em 180 mmHg durante todo o procedimento, sendo que no descanso entre um set e outro o manguito era desinsuflado.

Shimizu e colaboradores (2016) mantiveram em seu protocolo a realização dos exercícios de leg press, cadeira extensora, supino e remada para os indivíduos que realizaram o exercício com a OVP e para os indivíduos que realizaram o exercício em alta intensidade sem a OVP. O grupo que realizou o exercício de forma oclusiva teve a RM mensurada em 20% sem a divulgação do valor da pressão oclusiva para o procedimento.

No protocolo de seis semanas de Bowman e colaboradores (2019) foram realizados exercícios de flexão de quadril associados com elevação da perna, abdução de quadril, extensão e flexão de joelho para ambos os grupos. O grupo da OVP realizou os exercícios com 30% de 1RM e 80% da pressão oclusiva total.

Após a aplicação do protocolo de exercícios, Yamanaka, Farley, Caputo (2012) evidenciaram em seu estudo um aumento da força e hipertrofia entre os atletas da Associação Atlética Colegiada Nacional (AACN). No grupo da OVP foi constatado um aumento significativo de 1RM na realização do supino e agachamento em relação ao GC. Foi observado um maior aumento da circunferência na região superior e inferior do tórax no grupo da OVP comparado ao GC e não houve mudanças significativas na circunferência do braço e coxa em ambos os grupos.

Já Cook, Kilduff, Beaven (2014) convergem de forma parcial com o estudo anterior, pois tanto para o agachamento quanto para o supino foi evidenciado um aumento da força muscular para ambos os estudos. O ponto de divergência entre os autores é que Cook, Kilduff, Beaven (2014) não mencionam o aumento da circunferência em nenhum segmento trabalhado, diferente de Yamanaka, Farley, Caputo (2012) que relataram um aumento significativo da circunferência na região torácica.

Além disso, Cook, Kilduff, Beaven (2014) relataram que a intervenção oclusiva melhorou o desempenho funcional dos atletas no tempo máximo de corrida, na potência de salto e no teste de sprint em comparação com a intervenção não oclusiva. Foram observadas elevações significativas nos níveis de testosterona durante a intervenção em ambos os grupos, porém no grupo que fez uso do estímulo oclusivo houve uma maior elevação.

De acordo com os estudos mencionados anteriormente, Bowman e colaboradores (2019) também verificaram no grupo da OVP, um aumento significativo nos níveis de força nas regiões proximal e distal do manguito, além da elevação no pico de torque de extensão do joelho, evidenciado por meio dos testes isocinéticos.

Bowman e colaboradores (2019) observaram quanto a circunferência do membro, que houve um aumento significativo na coxa e na perna, o que corrobora com o proposto por Yamanaka, Farley, Caputo

(2012) onde houve aumentos na circunferência da região de tórax superior e inferior.

Tennent e colaboradores (2017) convergem totalmente com Bowman e colaboradores (2019) e Yamanaka, Farley, Caputo (2012) nos quesitos aumento da força muscular e hipertrofia. Eles observaram uma elevação no perímetro da coxa próximo a região patelar, além da melhora significativa na força de quadríceps e flexores de joelho.

Manimmanakorn e colaboradores (2013) concordam com os estudos mencionados anteriormente com relação a força muscular. Eles evidenciaram que o treinamento associado ao estímulo oclusivo promoveu um ganho no número de repetições, as quais foram realizadas com 20% de 1RM e um ganho no valor da resistência isométrica.

Larkin e colaboradores (2012) relataram uma melhora expressiva na transcrição de genes relacionados a angiogênese, ou seja, a THb apresentou níveis elevados durante a realização do exercício físico e após um período de quatro horas pós-exercício, também foram observadas elevações nos níveis de FCEV, FCEV-R2, FIH-1 e nNOS promovendo assim uma melhora da função endotelial.

Shimizu e colaboradores (2016) apoiam os achados de Larkin e colaboradores (2012) que o estímulo oclusivo promove uma melhora significativa na função endotelial.

Shimizu e colaboradores (2016) relataram que os níveis de FCEV e GH aumentaram significativamente no treino inicial para o grupo da OVP. Além disso, após a realização do protocolo de exercícios a FC, PAS, PAD, GH, FCEV e Lac também exibiram valores maiores no grupo da OVP.

O presente estudo apresentou como fatores limitantes a dificuldade em encontrar artigos com uma amostra maior em sua constituinte, com qualidade metodológica superior a três pontos propostos pela escala de Jadad e que estivessem disponíveis na íntegra dentro das bases de dados consultadas.

CONCLUSÃO

De acordo com o presente estudo, o exercício físico combinado com a oclusão vascular parcial pode ser considerado um instrumento de grande valia para a melhora do desempenho físico e da reabilitação musculoesquelética, por promover diversos

efeitos fisiológicos positivos aos adeptos da técnica, tais como a melhora do desempenho funcional, da força muscular, hipertrofia e função endotelial.

Apesar dos benefícios fisiológicos relatados, é extremamente importante o desenvolvimento de estudos futuros com alta qualidade metodológica para melhor difundir a técnica nos setores de reabilitação e condicionamento físico.

CONFLITO DE INTERESSE

Não há.

REFERÊNCIAS

- 1-Barili, A.; Corralo, V.D.S.; Cardoso, A.M.; Manica, A.; Bonadiman, B.; Bagatini, M.D.; Grigoletto, M.E.S.; Oliveira, G.G.O.; Sá, C.A. Acute responses of hemodynamic and oxidative stress parameters to aerobic exercise with blood flow restriction in hypertensive elderly women. *Molecular Biology Reports*. Vol. 45. Num. 5. 2018. p. 1099-1109.
- 2-Bento, T. Revisões sistemáticas em desporto e saúde: Orientações para o planeamento, elaboração, redação e avaliação. *Revista Motricidade*. Vol. 10. Num. 2. 2014. p. 107-123.
- 3-Bowman, E.N.; Elshaar, R.; Milligan, H.; Jue, G.; Mohr, K.; Brown, P.; Watanabe, D.M.; Limpisvasti, O. Proximal, distal, and contralateral effects of blood flow restriction training on the lower extremities: a randomized controlled trial. *Sports Health*. Vol. 11. Num. 2. 2019. p. 149-156.
- 4-Cook, C.J.; Kilduff, L.P.; Beaven, C.M. Improving strength and power in trained athletes with 3 weeks of occlusion training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. Vol. 9. Num. 1. 2014. p. 166-172.
- 5-Curty, V.M.; Melo, A.B.; Caldas, L.C.; Ferreira, L.G.; Sousa, N.F.; Vassalo, P.F.; Vasquez, E.C.; Barauna, V.G. Blood flow restriction attenuates eccentric exercise-induced muscle damage without perceptual and cardiovascular overload. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. Vol. 38. Num. 3. 2018. p. 468-476.

- 6-Fujita, S.; Abe, T.; Drummond, M.J.; Cadenas, J.G.; Dreyer, H.C.; Sato, Y.; Volpi, E.; Rasmussen, B.B. Blood flow restriction during low-intensity resistance exercise increases S6K1 phosphorylation and muscle protein synthesis. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 103. Num. 3. 2007. p. 903-910.
- 7-Held, S.; Behringer, M.; Donath, L. Low intensity rowing with blood flow restriction over 5 weeks increases VO₂max in elite rowers: A randomized controlled trial. *Journal of Science and Medicine in Sport*. Vol. 23. Num. 3. 2020. p. 304-308.
- 8-Hughes, L.; Paton, B.; Rosenblatt, B.; Gissane, C.; Patterson, S.D. Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *Brazilian Journal of Sports Medicine*. Vol. 51. Num. 13. 2017. p. 1003-1011.
- 9-Kawada, S.; Ishii, N. Skeletal muscle hypertrophy after chronic restriction of venous blood flow in rats. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 37. Num. 7. 2005. p. 1144-1150.
- 10-Larkin, K.A.; Macneil, R.G.; Dirain, M.; Sandesara, B.; Manini, T.M.; Buford, T.W. Blood flow restriction enhances post-resistance exercise angiogenic gene expression. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 44. Num. 11. 2012. p. 2077-2083.
- 11-Letieri, R.V.; Oliveira, M.B.; Holanda, F.J.; Junior, A.T.A.; Furtado, G.E.; Teixeira A.M.M.B. Respostas agudas do lactato sanguíneo ao exercício de força com oclusão vascular periférica em jovens adultos. *Revista Motricidade*. Vila Real. Vol. 12. Num. 1. 2016. p. 107-115.
- 12-Loenneke, J.P.; Wilson, G.J.; Wilson, J.M. A mechanistic approach to blood flow. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 31. Num. 31. 2010. p. 1-4.
- 13-Manimmanakorn, A.; Hamlin, M.J.; Ross, J.J.; Taylor, R.; Manimmanakorn, N. Effects of low-load resistance training combined with blood flow restriction or hypoxia on muscle function and performance in netball athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*. Vol. 16. Num. 4. 2013. p. 337-342.
- 14-Nakajima, T.; Kurano, M.; Lida, H.; Takano, H.; Oonuma, H.; Morita, T.; Meguro K.; Sato, Y.; Nagata, T. Use and safety of KAATSU training: results of a national survey. *International Journal of KAATSU Training Research*. Tokyo. Vol. 2. Num. 1. 2006. p. 5-13.
- 15-Nakajima, T.; Kurano, M.; Sakagami, F.; Lida, H.; Fukumura, K.; Fukuda, H.; Takano, H.; Madarame, H.; Yasuda, T.; Nagata, T.; Sato, Y.; Yamasoba, T.; Morita, T. 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*. Tokyo. Vol. 6. Num. 1. 2010. p. 1-7.
- 16-Ozaki, H.; Sakamaki, M.; Yasuda, T.; Fujita, S.; Ogasawara, R.; Sugaya, M.; Nakajima T.; Abe, T. Increases in thigh muscle volume and strength by walking training with leg blood flow reduction in older participants. *The Journals of Gerontology Series a Biological Sciences and Medical Sciences*. Vol. 66. Num. 3. 2011. p. 257-263.
- 17-Sato, Y. The history and future of KAATSU training. *International Journal of KAATSU Training Research*. Tokyo. Vol. 1. Num. 1. 2005. p. 1-5.
- 18-Shimizu, R.; Hotta, K.; Yamamoto, S.; Matsumoto, T.; Kamiya, K.; Kato, M.; Hamazaki, N.; Kamekawa, D.; Akiyama, A.; Kamada, Y.; Tanaka, S.; Masuda, T. Low-intensity training with blood flow restriction improves vascular endothelial function and peripheral blood circulation in healthy elderly people. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 116. Num. 4. 2016. p. 749-757.
- 19-Slysz, J.; Stultz, J.; Burr, J.F. The efficacy of blood flow restricted exercise: A systematic review & meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*. Belconnen. Vol. 19. Num. 8. 2016. p. 669-675.
- 20-Tennent, D.J.; Hylden, C.M.; Johnson, A.E.; Burns, T.C.; Wilken, J.M.; Owens, J.G. Blood flow restriction training after knee arthroscopy: a randomized controlled pilot study. *Clinical Journal of Sport Medicine*. Vol. 27. Num. 3. 2017. p. 245-252.

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbpex.com.br

21-Yamanaka, T.; Farley, R.S.; Caputo, J.L.
Occlusion training increases muscular strength
in division IA football players. *Journal of
Strength and Conditioning Research*. Vol. 26.
Num. 9. 2012. p. 2523-2529.

E-mail dos autores:

jg-cesar@bol.com.br

vcmiranda2@gmail.com

ksthilr@yahoo.com.br

teodoro.elaine18@gmail.com

Autor para correspondência:

Elaine Cristina Martinez Teodoro.

teodoro.elaine18@gmail.com

Recebido para publicação em 18/07/2021

Aceito em 12/08/2021