

# Efeitos da oclusão vascular parcial no ganho de força muscular

## *The effects of partial vascular occlusion on gaining muscle strength*

Gabriela Perpétua Neves da Costa<sup>1</sup>, Valéria Perpétua Moreira<sup>1</sup>, Amir Curcio dos Reis<sup>2</sup>, Saulo Nani Leite<sup>3</sup>, Samuel Straceri Lodovichi<sup>3</sup>

### RESUMO

**Objetivo:** Investigar os efeitos do exercício resistido de baixa intensidade associado à oclusão vascular no ganho de força e volume muscular. **Método:** Foi realizada uma busca sistematizada nos bancos de dados eletrônicos: Science Direct, PEDro e Pubmed, onde foram revisados somente ensaios clínicos randomizados e com pontuação acima de 50% de acordo com a escala de PEDro. **Resultados:** Durante a pesquisa foram pré-selecionados e analisados 440 artigos e ao final da seleção, sete artigos preencheram todos os critérios de inclusão e especificações estabelecidas. **Conclusão:** Conclui-se que o exercício de baixa intensidade com oclusão sanguínea é uma alternativa eficaz na indução de hipertrofia muscular, sendo vista como uma nova possibilidade de treinamento muscular orientado para jovens e idosos saudáveis. No entanto, há necessidade de realizar novos estudos, pois ainda existem pontos que permanecem sem explicação, como dor e desconforto durante o treinamento.

**Palavras-chave:** exercício, força muscular, hipertrofia

### ABSTRACT

**Objective:** To investigate the effects of low-intensity resistance exercise associated with vascular occlusion in strength and muscle volume. **Method:** We performed a systematic review in electronic databases: Science Direct, PEDro, and Pubmed, in which were reviewed only randomized clinical trials with a score over 50% according to the PEDro scale. **Results:** During the survey 440 articles were pre-selected and reviewed, but in the final selection only seven articles met all inclusion criteria and specifications set. **Conclusion:** We conclude that low-intensity exercise with blood occlusion is an effective alternative in inducing muscle hypertrophy and is seen as a new possibility of targeted muscle training for young people and seniors. However, we need more studies, for there are still points that remain unclear, such as pain and discomfort during training.

**Keywords:** exercise, hypertrophy, muscle strength

<sup>1</sup> Fisioterapeuta, Centro Universitário da Fundação Educacional de Guaxupé - (UNIFEG).

<sup>2</sup> Fisioterapeuta, Mestrando em Ciências da Reabilitação pela Universidade Nove de Julho - (UNINOVE).

<sup>3</sup> Fisioterapeuta, Docente do Centro Universitário da Fundação Educacional de Guaxupé - (UNIFEG).

Endereço para correspondência:

Amir Curcio dos Reis

E-mail: [amircurcio@yahoo.com.br](mailto:amircurcio@yahoo.com.br)

Recebido em 16 de Maio de 2012.

Aceito em 21 de Novembro de 2012.

DOI: 10.5935/0104-7795.20120030

## INTRODUÇÃO

A redução do fluxo sanguíneo muscular 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 menor intensidade.<sup>1</sup>

O fluxo sanguíneo é um importante componente no transporte de oxigênio para o músculo durante sua atividade. No exercício submáximo, é necessário aumentar e manter o fluxo de sangue para suprir a demanda de oxigênio suficiente e remover subprodutos e resíduos dos músculos ativos.<sup>2</sup>

Segundo Wernbom et al.<sup>3</sup> na prescrição de exercícios de resistência, a intensidade de treinamento ou carga utilizada é considerada a variável mais importante. A intensidade do treinamento de resistência é muitas vezes quantificada em função do peso máximo que pode ser levantado em uma única vez, chamado de repetição máxima (1 RM). Os mesmos acreditam que a carga deve ser pelo menos 60% de 1 RM, a fim de estimular o aumento da força. Para a hipertrofia muscular, cargas de 6-12 RM são geralmente recomendadas, que correspondem de 70 a 80% de 1 RM. Entretanto, no cenário clínico, muitas vezes é difícil e também contraindicado usar cargas máximas, como por exemplo, reabilitação precoce após uma lesão esportiva.

Rooney<sup>4</sup> e Schott<sup>5</sup> afirmaram que o aumento da resistência e o ganho de massa muscular tem uma ligação direta com a fadiga da musculatura e o acúmulo de metabólitos em seu interior. Resultados semelhantes foram encontrados utilizando torniquetes com restrição parcial do fluxo sanguíneo muscular durante o treinamento com baixa resistência, visando o aumento de força muscular.<sup>1</sup>

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 exercício de resistência convencional com altas cargas. No entanto, o mecanismo celular responsável pelo ganho de força e hipertrofia induzida pela restrição do fluxo sanguíneo (REFR) ainda não são conhecidos completamente.<sup>6</sup> Sugere-se que com a oclusão vascular ocorra um estímulo do metabolismo local, o que por sua vez estimula um subsequente aumento nos fatores de crescimento, recrutamento primário das fibras de contração rápida e síntese proteica aumentada.<sup>7,8</sup>

Estudos recentes mostram que o treinamento muscular com restrição moderada

do fluxo sanguíneo pode induzir ao mesmo aumento do volume muscular quando comparado com exercícios de alta carga de treinamento.<sup>7,9</sup> Entretanto, esse pensamento não é unânime, uma vez que alguns estudos não encontram diferença entre o fortalecimento convencional e o fortalecimento com a oclusão parcial.<sup>10</sup>

## OBJETIVO

O objetivo deste estudo é investigar através de revisão sistemática da literatura atual os efeitos do exercício resistido associado à oclusão vascular no ganho de força e volume muscular e determinar se exercícios resistidos de baixa intensidade com redução do fluxo de sanguíneo aumentaria a capacidade muscular quando comparado ao mesmo exercício sem oclusão.

## MÉTODO

No período de agosto de 2010 a março de 2011 foi realizada uma revisão sistemática da literatura nas bases de dados eletrônicas PEDro, Science Direct e PubMed por dois revisores independentes, que selecionavam para estudo apenas os trabalhos publicados na língua inglesa. Durante a coleta dos trabalhos, não houve restrição em relação ao ano de publicação dos estudos, já que se trata de uma forma relativamente nova de fortalecimento. As palavras chave utilizadas para encontrar os trabalhos nas bases de dados foram: *muscle strengthening, ischemia, resistance training e muscle*

A revisão foi ampliada buscando as referências bibliográficas dos estudos relevantes, solicitação de estudos publicados a especialistas e buscas em outras fontes.

### Avaliação dos estudos

A metodologia de cada ensaio clínico randomizado (ECR) selecionado foi pontuada usando a escala de PEDro para avaliar a qualidade de ensaios clínicos randomizados, instrumento este altamente utilizado para pontuar a característica dos ensaios clínicos.<sup>11</sup> A escala é composta por 11 itens, cada item satisfatório (exceto o item um, o qual, ao contrário de outros itens da escala, é pertinente à validade externa) contribui com um ponto no total da nota (de 0 a 10). Dois avaliadores pontuaram os estudos separadamente com relação à presença ou ausência dos indicadores de qualidade da escala. Níveis

moderados de confiabilidade entre examinadores têm sido demonstrados pela escala PEDro.<sup>12</sup> No caso de discordância entre os avaliadores, ambos se reuniam e chegavam a um consenso. A nota de corte utilizada para análise dos trabalhos foi de cinco, que corresponde a 50% da escala, uma vez que estudos com escores de 6 em diante são considerados com uma boa qualidade metodológica e estudos com escores menores do que seis são considerados falhos em sua metodologia

## RESULTADOS

Após a seleção inicial com base no título e palavras chave, um total de 440 artigos foram encontrados. Ao final da seleção, somente sete artigos preencheram todos os critérios de inclusão e especificações estabelecidas (Figura 1).

Dos sete estudos encontrados, 4 deles avaliaram uma população idosa e 3 avaliaram jovens, apenas um estudou o efeito do fortalecimento isquêmico no pós-operatório e a maioria deles escolheu para estudo o sexo masculino. Um deles teve a sua amostra mista, misturando ambos os sexos para avaliação.

O resumo dos dados obtidos em cada artigo encontra-se na Tabela 1, que mostra que a pressão utilizada para realizar a oclusão vascular (OV) variou entre 0 e 250 mmHg. No que diz respeito à mensuração de forças, todos os ensaios clínicos presentes em nossa revisão utilizaram a dinamometria para essa avaliação e todos eles obtiveram aumento significativo da força muscular nos grupos de pacientes que realizaram exercícios associados à oclusão quando comparado aos grupos que realizaram os mesmos exercícios da forma convencional.

Um dado importante que foi avaliado em quatro ensaios clínicos incluídos na revisão foi à área de secção transversa do músculo estudado. Em 3 deles os resultados finais apontaram um aumento dessa área nos grupos que realizaram o exercício associado à OV e apenas um deles não apontou aumento da área de secção transversa, esse aumento não ocorreu em nenhum dos grupos estudados.

## DISCUSSÃO

Essa revisão sistemática incluiu 7 RCTs que examinaram os benefícios da oclusão vascular isquêmica no trabalho de ganho de força muscular. Com os dados obtidos nos estudos podemos afirmar que a isquemia se

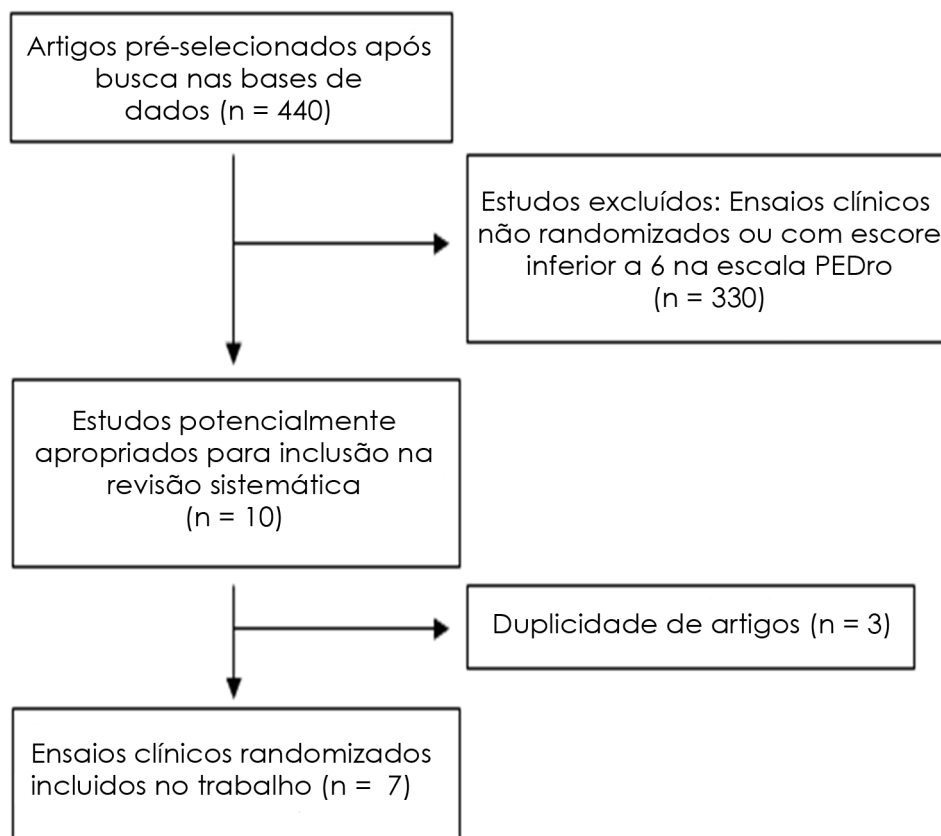


Figura 1. Fluxograma de seleção dos estudos

tornou um recurso importante no trabalho de fortalecimento muscular, principalmente do quadríceps - músculo avaliado em 6 dos 7 RCTs - todos eles com resultados satisfatórios em relação ao ganho de força.

Takarada et al.<sup>13</sup> avaliaram os efeitos do exercício resistido associado à oclusão vascular parcial na melhora da força e no ganho de trofismo muscular nos flexores do cotovelo de mulheres idosas. Para isso os indivíduos foram divididos em dois grupos: baixa intensidade com oclusão (LIO) entre 50 à 30% de uma repetição máxima; e de baixa intensidade sem oclusão (LI). A pressão de oclusão da média durante todo o período de treinamento foi 110,0 (grupo LIO) e 17,1 mmHg (grupo LI).

Os exercícios duraram 4 meses e foram realizados duas vezes por semana. Em cada sessão os sujeitos realizavam três séries de fortalecimento, separadas por um intervalo de um minuto.

Ao término do experimento foi observado que no grupo LIO houve um aumento da área transversal e força isocinética da musculatura flexora do cotovelo em relação ao grupo LI. Tais resultados sugerem que exercícios de resistência menor que 50% de 1 RM são

eficazes na indução de hipertrofia muscular, associado ao aumento da força, quando combinado com oclusão vascular.

Resultados semelhantes foram encontrados no estudo de Yokokawa et al.<sup>14</sup> também realizado em idosos, com o intuito de comparar os efeitos do LIO com o exercício de equilíbrio dinâmico (EED) em 51 indivíduos divididos em dois grupos: grupo LIO (n = 24) e grupo EED (n = 27). Tanto desempenho, equilíbrio e força muscular, foram avaliados em ambos os grupos. Além disso, foi realizado coleta sanguínea de 11 participantes de LIO e analisados para taxa do hormônio de crescimento (GH) e lactato, pois a redução do fluxo sanguíneo muscular é considerado susceptível a induzir a secreção de hormônio de crescimento.

Através de um par de cintas elásticas especiais foi feita aplicação de pressão adequada nas partes proximais da coxa durante o treinamento de baixa intensidade. O nível de pressão aplicada durante o treinamento foi determinada de acordo com a pressão arterial inicial e idade. Nas coxas foi fixado um nível de pressão onde o fluxo de sangue periférico não fosse prejudicado, em torno de 70 mmHg. A pressão máxima foi fixada em 1,2 vezes o

nível de pressão arterial sistólica dos indivíduos ou a um nível tolerável subjetivamente.

O programa teve duração de 8 semanas e os pacientes foram instruídos a realizar 6 movimentos diferentes com os membros inferiores (MMII). Após esse período, notaram-se melhorias, mas não foi encontrado nenhuma diferença nos grupos quanto desempenho e equilíbrio. Já a força muscular nos MMII foi significativamente maior no grupo de LIO em relação ao grupo EED. O hormônio de crescimento foi notadamente aumentado após o exercício de oclusão. Segundo os autores, estes resultados sugerem que o LIO deve ser visto como um dos mais promissores programas de treinamento físico orientado para idosos saudáveis.

Ohta et al.<sup>4</sup> investigaram os efeitos dos exercícios de treinamento muscular com moderada restrição do fluxo sanguíneo durante as 16 primeiras semanas após reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA) a partir do tendão dos flexores do joelho em 44 pacientes (25 homens e 19 mulheres). O processo de reabilitação nos dois grupos foi exatamente igual, diferenciando-se apenas no que diz respeito à restrição parcial do fluxo sanguíneo com uma pressão de 180 mmHg em um dos grupos durante um exercício de fortalecimento em cadeia cinética fechada.

Após as 16 semanas de tratamento houve um aumento significativo na força da musculatura flexora e extensora do joelho dos indivíduos que realizaram a isquemia, além do aumento significativo da área de secção transversa desses músculos em relação ao grupo que fez o trabalho de fortalecimento tradicional.

Trinta e sete idosos saudáveis do sexo masculino foram divididos em 3 grupos por,<sup>15</sup> sendo o grupo 1 submetido a alta intensidade de treinamento de resistência, o grupo 2 exercícios de baixa intensidade de treinamento de resistência associado a oclusão vascular e grupo 3, controle. Para a restrição sanguínea, cintos de elástico foram posicionados na porção proximal da coxa a fim de aplicar pressão pneumática na superfície interna conectada a um sistema de controle eletrônico de pressão de ar inflado até atingir a pressão máxima de 160 mmHg. Amostras de sangue foram coletadas antes e após seis semanas de treinamento de resistência para medir as mudanças na formação óssea (fosfatase alcalina óssea e colágeno tipo I). Após os 4 meses de acompanhamento houve um aumento significativo nos percentuais de fosfatase alcalina, sendo 21% para o grupo de baixa intensidade de treinamento com restrição vascular e 23% para o grupo de alta

Tabela 1. Ensaios clínicos randomizados selecionados para o estudo

Estudo	Score PEDro	Amostra (n)	Grupo muscular	Programa	Avaliação	Desfecho
Takarada et al. (2000)	7	24 idosas (média de idade 58 anos)	Flexores do cotovelo	Um grupo realizou exercícios de BIO (0-100 mmHg) com carga de 50% de 1 RM e o outro realizou exercícios de BIS com a mesma carga realizados 2 vezes por semana durante 16 semanas	Fluxo sanguíneo arterial (ultrassom Doopter), lactato sérico (amostra sanguínea), força muscular (dinamômetro isocinético), área de secção transversa muscular (ressonância magnética)	Os resultados mostraram aumentos significativos da força isocinética e área de secção transversa muscular (hipertrofia) do grupo que realizou exercícios de BIO em comparação com o grupo que realizou exercícios de BIS
Yokokawa et al. (2008)	6	51 idosos (idade superior a 65 anos)	Quadríceps	Um grupo realizou exercícios de BIO (70-150 mmHg) e o outro realizou exercícios de equilíbrio dinâmico. O treinamento foi realizado 2 vezes por semana durante 8 semanas onde os idosos foram designados a realizar 6 tipos de exercícios para os MMII	Performance através de 4 testes funcionais ( <i>reaction time, timed up and go test, ten-meter walking time, maximum step distance</i> ), equilíbrio, força muscular (dinamômetro) e dosagem sérica de hormônio de crescimento (GH) e lactato (amostra sanguínea)	Não houve diferença significativa entre os grupos quanto desempenho e equilíbrio. Já força muscular e taxa de GH, no grupo que realizou exercícios com BIO houve aumento significativo em relação ao grupo de equilíbrio dinâmico
Ohta et al. (2003)	7	44 pacientes de ambos os sexos no pós-operatório de ligamento cruzado anterior (média de idade 29 anos)	Flexores e extensores do joelho	Um grupo realizou série de exercícios de BIO (180 mmHg) e o outro grupo exercícios de BIS, 2 vezes por dia, 6 dias por semana, durante 8 semanas de pós-operatório	Força muscular (dinamômetro isocinético), área de secção transversa muscular (ressonância magnética), diâmetro da fibra muscular por tipo de fibra do vasto lateral (biópsia)	Os resultados mostraram que no grupo que realizou exercícios de BIO houve aumento significativo da força muscular e hipertrofia, porém, não houve diferença significativa no aumento do diâmetro da fibra muscular do vasto lateral entre os dois grupos
Karabulut et al. (2011)	7	37 homens adultos (média de idade 56,8 anos)	Quadríceps	Os idosos foram divididos em 3 grupos: um grupo realizou exercícios de BIO (40-240 mmHg), o 2º grupo realizou exercícios de resistência de alta intensidade e o outro grupo foi controle. O programa foi realizado 3 vezes por semana durante 6 semanas	Força muscular (dinamômetro isocinético), densidade mineral óssea volumétrica (tomografia quantitativa periférica), marcadores ósseos (amostra sanguínea)	As concentrações séricas de fosfatase alcalina óssea, colágeno tipo I e força muscular melhoraram significativamente em ambos os protocolos de treinamento de resistência. Portanto, apesar do uso de carga mecânica baixa, o exercício de baixa intensidade com oclusão sanguínea é uma alternativa eficaz comparado ao tradicional exercício resistido de alta intensidade para melhorar a saúde óssea em homens idosos
Ozaki et al. (2011)	7	18 idosas (média de idade 68 anos)	Quadríceps	Um grupo realizou caminhada em esteira com oclusão vascular (120-200 mmHg) e o outro grupo realizou o mesmo protocolo, porém sem oclusão vascular (controle). O treinamento foi realizado 4 vezes por semana, durante 10 semanas onde ambos os grupos realizaram 20 min de caminhada na esteira em uma intensidade de exercício de 45% da frequência cardíaca de reserva (FCR)	Área de secção transversa e volume muscular (ressonância magnética), força muscular (dinamometria isocinética), estimativa do pico de VO <sub>2</sub> máx, habilidade funcional ( <i>Up and go test, chair-stand test</i> )	De acordo com os resultados, o grupo que realizou a caminhada associado à oclusão vascular apresentou aumento significativo da área de secção transversa, volume e força muscular em relação ao grupo controle. Em relação ao pico de VO <sub>2</sub> máx, os dois grupos apresentaram resultados semelhantes
Sumide et al. (2009)	7	21 jovens saudáveis do sexo masculino (média de idade 22,1 anos)	Quadríceps	O exercício foi realizado 3 vezes por semana durante um período de 8 semanas, onde o primeiro grupo realizou o exercício sem oclusão (0 mmHg); o segundo grupo realizou os exercícios com oclusão de 50 mmHg; no terceiro grupo os exercícios foram realizados com uma pressão de 150 mmHg e no quarto grupo os exercícios foram realizados com uma pressão de 250 mmHg	Força muscular e trabalho muscular total (dinamômetro isocinético), área de secção transversa muscular (ressonância magnética)	Os resultados apontaram aumento significativo da força muscular e trabalho muscular total dos grupos com oclusão em relação ao grupo que não realizou oclusão. Porém, não houve aumento na área de secção transversa muscular em nenhum dos grupos
Karabulut et al. (2010)	6	14 jovens saudáveis do sexo masculino (média de idade 23,9 anos)	Quadríceps	Os indivíduos foram divididos em 2 grupos: um grupo de exercícios de BIO (120 mmHg) e o outro exercícios de BIS. Cada participante realizou duas contrações isométricas voluntárias máximas (CMV), antes e depois de cinco séries de 20 repetições com uma resistência externa dinâmica constante durante os exercícios de extensão da perna, sendo 20% de uma repetição máxima	Força isométrica máxima (dinamômetro isocinético), ativação muscular voluntária (eletromiografia)	Os autores sugerem que a fadiga neuromuscular durante a sessão de restrição vascular pode ser devido a uma combinação de fadiga central e periférica, sendo que no grupo CON houve quedas no pico dos valores de contração, mas um aumento em VA% do pré e pós-exercício, apontando que a fadiga periférica seria provavelmente o principal fator responsável pela diminuição dos valores de CVM

\* BIO: Baixa intensidade com oclusão; \*\* BIS: Baixa intensidade sem oclusão

intensidade de treinamento de resistência, quando comparado ao grupo controle, o que indica um aumento na taxa de formação óssea e esta associada com aumento da densidade mineral óssea (DMO).

As concentrações séricas de fosfatase alcalina óssea e colágeno tipo I melhoraram em ambos os protocolos de treinamento de resistência, favorecendo a formação óssea. Portanto, apesar do uso de carga mecânica baixa, o exercício de baixa intensidade com oclusão sanguínea é uma alternativa eficaz comparado ao tradicional exercício resistido de alta intensidade para melhorar a saúde óssea em homens idosos, além disso, como se trabalha com uma resistência diminuída, esse fato estressa menos a articulação, sobrecarregando-a menos e proporcionando os mesmos benefícios.

Ozaki et al.<sup>1</sup> examinaram o aumento no volume da coxa e força muscular através do treinamento de baixa intensidade associado à restrição do fluxo sanguíneo (RFS) da perna durante a caminhada, visando o ganho de trofismo muscular em indivíduos idosos e o aumento do volume no consumo de oxigênio ( $VO_2$ ). Dois grupos foram formados: o primeiro realizando caminhada com restrição do fluxo sanguíneo, formado por 10 indivíduos com idade média de 64 anos, e o outro grupo controle composto por 8 indivíduos com idade média de 68 anos. Ambos realizaram 20 minutos de caminhada na esteira em uma intensidade de exercício de 45% da frequência cardíaca de reserva (FCR), que foi determinada para cada participante através da frequência cardíaca máxima. As sessões de treinamento foram realizadas quatro dias por semana, durante 10 semanas.

Uma semana antes do início do estudo, a velocidade da caminhada foi ajustada para cada participante durante um teste de caminhada submáxima, e a carga de exercício de cada participante foi determinada e manteve-se constante durante todo o período de treinamento. O grupo com RFS usava cintos de pressão (160-200 mmHg) em ambas as pernas durante o treino e o manguito de pressão de ar foi liberado imediatamente após a realização da sessão. Após o fim do treinamento, foi realizada ressonância magnética da coxa para avaliar se houve aumento da área de secção transversa (3,1%,  $p < 0,01$ ) e volume muscular (3,7%,  $p < 0,01$ ), bem como a força isométrica (5,9%,  $p < 0,05$ ) isocinética (acima de 22%  $p < 0,05$ ). Houve também aumento da força no grupo RFS, mas não no grupo controle. O pico de  $VO_2$  estimado durante teste ergométrico aumentou ( $p < 0,05$ ) e foi

correlacionado com o pulso de oxigênio em ambos os grupos. Em conclusão, os autores relatam melhora significativa no grupo RFS nos quesitos força e volume muscular em mulheres idosas.

Sabe-se que, programas de exercícios são frequentemente associados a dor, principalmente quando indivíduos idosos são submetidos a um treinamento resistido de alta intensidade (> 65% 1 RM). Porém esses exercícios estão relacionados com o aumento da pressão arterial sistêmica e o risco de lesões. Com base nesses achados, exercícios de baixa intensidade de resistência combinado com oclusão vascular pode ser um método útil e seguro para reforçar a hipertrofia muscular.

Sumide et al.<sup>16</sup> realizaram um estudo para investigar a pressão ideal de compressão necessária para reduzir o fluxo sanguíneo muscular durante os exercícios de resistência com o objetivo de ganho de força e resistência muscular sem causar desconforto aos pacientes. Vinte e um indivíduos foram divididos aleatoriamente em quatro grupos de acordo com as diversas aplicações da pressão de oclusão vascular na região proximal da coxa: no primeiro grupo os exercícios foram realizados sem pressão (Grupo de pressão 0); no segundo grupo os exercícios foram realizados com uma pressão de 50 mmHg (Grupo de pressão 50); no terceiro grupo os exercícios foram realizados com uma pressão de 150 mmHg (Grupo de pressão 150) e no quarto grupo os exercícios foram realizados com uma pressão de 250 mmHg (Grupo de pressão 250).

Foram avaliados a força muscular isocinética em velocidades angulares de 60° e 180° por segundos, a resistência muscular e a área de secção transversal dos músculos extensores dos joelhos. O exercício foi realizado três vezes por semana durante um período de oito semanas a uma intensidade de cerca de 20% de uma repetição máxima ao levantar a perna estendida juntamente com adução do quadril.

Um aumento significativo na força de 180° por segundos foi observado após o exercício em todos os indivíduos associado à oclusão vascular. O trabalho muscular também aumentou significativamente nos exercícios dos grupos de pressão de 50 mmHg e 150 mmHg ( $p < 0,05$ ;  $p < 0,01$ ). Não houve aumento significativo na área transversal do músculo extensor do joelho em nenhum grupo. Em conclusão, o exercício resistido associado com oclusão vascular e a pressão relativamente baixa são potencialmente úteis para aumentar a força muscular e resistência sem causar desconforto.

Karabulut et al.<sup>17</sup> investigaram os mecanismos responsáveis pela fadiga neuromuscular durante exercícios de baixa intensidade com restrição do fluxo sanguíneo. Quatorze homens participaram de dois ensaios experimentais, sendo que um grupo realizou exercícios de baixa intensidade de resistência com restrição vascular (grupo RV), e outro sem RV, sendo considerado grupo controle (CON). Cada participante realizou duas contrações isométricas voluntárias máximas (CMV), antes e depois de cinco séries de 20 repetições com uma resistência externa dinâmica constante durante os exercícios de extensão da perna, sendo 20% de uma repetição máxima com descanso de 30s. O grupo RV utilizou um cinto elástico colocado na porção proximal da coxa para restringir o fluxo sanguíneo.

Os participantes foram instruídos a realizar extensão e flexão de joelho a uma velocidade constante, tendo cerca de 1,5s para cada ação concêntrica e excêntrica. A eletromiografia de superfície (EMG) foi utilizada para investigar os mecanismos subjacentes à fadiga neuromuscular do músculo Vasto Lateral, antes, durante e depois de cinco séries de 20 repetições realizado a 20% 1 RM. Os autores relataram uma maior diminuição significativa em CVM (13%). Além disso, o CON resultou em aumentos na amplitude EMG (3%) e no percentual de ativação voluntária (VA% = 3,5%), a condição de restrição vascular causou reduções significativas nos valores de VA% do pré e pós-exercício (13%  $p = 0,04$ ) e alterações do pré ao pós-exercício da amplitude EMG (12%  $p = 0,03$ ). Reduções significativas na amplitude EMG e VA% no grupo RV pode indicar uma inibição das unidades motoras centrais, resultando em declínio adicional da capacidade de geração de força após exercícios de RV. Os autores sugerem que a fadiga neuromuscular durante a sessão de RV pode ser devido a uma combinação de fadiga central e periférica, sendo que no grupo CON houve quedas no pico dos valores de contração, mas um aumento em VA% do pré e pós-exercício, apontando que a fadiga periférica seria provavelmente o principal fator responsável pela diminuição dos valores de CVM.

Frente a tais estudos encontrados na literatura, sugere-se que a oclusão parcial isquêmica pode se tornar um importante recurso no ganho de força muscular. Quando pensamos em um treino de força sem sobrecarregar a articulação, esse ganho parece ser impossível, mas quando fazemos uso da isquemia, onde o músculo trabalha entre 20 e 30% de sua resistência máxima e os mesmos



resultados de um treino de fortalecimento convencional são encontrados, essa se torna uma alternativa promissora no trabalho de reabilitação dos pacientes.

Outro fato importante é que o fortalecimento isquêmico vem se mostrando eficaz na reabilitação dos pacientes no que diz respeito ao ganho de força e trofismo muscular, entretanto, vários problemas permanecem sem explicação, como dor e desconforto durante o treinamento e os possíveis efeitos sobre a circulação, incluindo trombose e edema, o que exige maior atenção durante a execução de tais exercícios.<sup>9</sup>

O fato de limitarmos as pesquisas apenas à língua inglesa e apenas em três bases de dados caracteriza um viés no presente estudo, entretanto, ressaltamos que fizemos essa escolha por acharmos que a língua inglesa é a aquela onde atualmente temos um maior número de publicações de pesquisadores de diferentes países e as bases de dados que escolhemos são aquelas que julgamos como mais importantes dentro da área da saúde.

Outro fator que deve ser analisado com bastante cautela é o fato de termos encontrado nos estudos selecionados uma grande variedade de amostra (indivíduos idosos, jovens, pessoas saudáveis e pessoas acometidas), o que faz com que haja uma necessidade de rigorosa avaliação metodológica desses estudos, avaliando também os seus resultados, antes de extrapolarmos tais achados para a nossa prática clínica, uma vez que a resposta fisiológica de cada grupo se dá de forma diferente.

## CONCLUSÃO

Através do presente estudo podemos concluir que o exercício de baixa intensidade

com oclusão sanguínea é uma alternativa eficaz na indução de hipertrofia muscular, sendo vista como uma nova possibilidade de tratamento, utilizada não só na reabilitação pós-operatória, mas também como programa de treinamento físico orientado para jovens, atletas e idosos saudáveis. No entanto, apesar de ser um método útil e seguro para ganho de volume e força muscular, há a necessidade de realizar mais estudos, pois vários pontos ainda permanecem sem explicação, como dor e desconforto durante o treinamento devido ao manguito e os possíveis efeitos sobre a circulação devido à oclusão, incluindo trombose e edema, sendo necessária uma maior atenção quanto à segurança desse treinamento.

## REFERÊNCIAS

- Ozaki H, Sakamaki M, Yasuda T, Fujita S, Ogasawara R, Sugaya M, et al. Increases in thigh muscle volume and strength by walking training with leg blood flow reduction in older participants. *J Gerontol Abiol Sci Med Sci*. 2011;66A(3):257-63.
- Yasuda T, Brechue WF, Fujita T, Shirakawa J, Sato Y, Abe T. Muscle activation during low-intensity muscle contractions with restricted blood flow. *J Sports Sci*. 2009;27(5):479-89.
- Wernbom M, Augustsson J, Raastad T. Ischemic strength training: a low-load alternative to heavy resistance exercise? *Scand J Med Sci Sports*. 2008;18(4):401-16.
- Rooney KJ, Herbert RD, Balnave RJ. Fatigue contributes to the strength training stimulus. *Med Sci Sports Exerc*. 1994;26(9):1160-64.
- Schott J, McCully K, Rutherford OM. The role of metabolites in strength training. II. Short versus long isometric contractions. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1995;71(4):337-41.
- Fujita S, Abe T, Drummond MJ, Cadenas JG, Dreyer HC, Sato Y, et al. Blood flow restriction during low-intensity resistance exercise increases S6K1 phosphorylation and muscle protein synthesis. *J Appl Physiol*. 2007;103(3):903-10.
- Loenneke JP, Wilson GJ, Wilson JM. A mechanistic approach to blood flow. *Int J Sports Med*. 2010;31(1):1-4.
- Yasuda T, Abe T, Brechue WF, Iida H, Takano H, Meguro K, et al. Venous blood gas and metabolite response to low-intensity muscle contractions with external limb compression. *Metabolism*. 2010;59(10):1510-9.
- Ohta H, Kurosawa H, Ikeda H, Iwase Y, Satou N, Nakamura S. Low-load resistance muscular training with moderate restriction of blood flow after anterior cruciate ligament reconstruction. *Acta Orthop Scand*. 2003;74(1):62-8.
- Laurentino G, Ugrinowitsch C, Aihara AY, Fernandes AR, Parcell AC, Ricard M, et al. Effects of strength training and vascular occlusion. *Int J Sports Med*. 2008;29(8):664-7.
- Herbert RD, Gabriel M. Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review. *BMJ*. 2002;325(7362):468.
- Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther*. 2003;83(8):713-21.
- Takarada Y, Takazawa H, Sato Y, Takebayashi S, Tanaka Y, Ishii N. Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *J Appl Physiol*. 2000;88(6):2097-106.
- Yokokawa Y, Hongo M, Urayama H, Nishimura T, Kai I. Effects of low-intensity resistance exercise with vascular occlusion on physical function in healthy elderly people. *Biosci Trends*. 2008;2(3):117-23.
- Karabulut M, Bembem DA, Sherk VD, Anderson MA, Abe T, Bembem MG. Effects of high-intensity resistance training and low-intensity resistance training with vascular restriction on bone markers in older men. *Eur J Appl Physiol*. 2011;111(8):1659-67.
- Sumide T, Sakuraba K, Sawaki K, Ohmura H, Tamura Y. Effect of resistance exercise training combined with relatively low vascular occlusion. *J Sci Med Sport*. 2009;12(1):107-12.
- Karabulut M, Cramer JT, Abe T, Sato Y, Bembem MG. Neuromuscular fatigue following low-intensity dynamic exercise with externally applied vascular restriction. *J Electromyogr Kinesiol*. 2010;20(3):440-7.