

OCLUSÃO VASCULAR: APTIDÃO E REABILITAÇÃO

Data de aceite: 06/06/2023

DORIEDSON BARBOSA LOPES JÚNIOR

**LUANA CORREA PARDAUIL DE
MORAES**

MARÍLIA PASSOS MAGNO E SILVA

Introdução

O treinamento resistido com altas cargas é recomendado como uma alternativa eficaz para promover o aumento da massa muscular e da força (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009). Porém, treinos que envolvem altas cargas, acima de 70% de 1 repetição máxima (1RM), podem ser contraindicados em alguns casos específicos, como: pessoas com doenças crônicas, indivíduos frágeis ou em processo de reabilitação de lesões (CLARKSON; MAY; WARMINGTON, 2019).

O treinamento com restrição do fluxo sanguíneo foi primeiramente desenvolvido por Yoshiaki Sato no Japão, no final da década de 60, e é denominado

de treinamento KAATSU (FERRAZ *et al.*, 2018). Antes de 2008, o equipamento para aplicação do método era escasso fora do Japão. Atualmente, várias unidades estão disponíveis em todo o mundo, contribuindo para a expansão das pesquisas que envolvem a aplicação da oclusão vascular (VANWYE; WEATHERHOLT; MIKESKY, 2017). O Treinamento Resistido com Oclusão Vascular (TROV) consiste na execução de exercícios com baixa carga (20% a 50% de 1RM) associados à restrição de fluxo sanguíneo, ocasionada intencionalmente por meio de um equipamento flexível posicionado nos segmentos proximais dos membros (CAMARGO *et al.*, 2017).

Estudos têm verificado que o Treinamento de Força de baixa intensidade com Oclusão Vascular (OV) apresenta resultados similares nos ganhos de força e hipertrofia, se comparado ao treino de força de alta intensidade (ILETT *et al.*, 2019). Dessa forma, sua prescrição é fundamental para idosos, pessoas acometidas por patologias ou que estejam

em processo de reabilitação de lesões desportivas que impossibilitam a utilização de altas cargas. Porém, outros autores relatam que apesar da crescente produção científica sobre a temática, as pesquisas têm focado em analisar variáveis como força e hipertrofia, sendo menor o número de estudos que visam a verificar o efeito do método na funcionalidade de indivíduos que possuem limitações na função física (SLYSZ; STULTZ; BURR, 2016; HUGHES *et al.*, 2017).

Em suma, apesar do desenvolvimento do método apresentar grande aplicabilidade e significância clínica, sua prescrição envolve muitos cuidados. A partir dessa problemática, a presente obra buscou reunir as evidências mais atuais sobre a utilização do método de oclusão vascular. Nessa perspectiva, o presente capítulo inicia com uma discussão sobre o conceito e o entendimento do método de oclusão vascular, apresentando diretrizes para prescrição de exercícios; em seguida, mecanismos de hipertrofia e força muscular. Além disso, considerando que a principal preocupação com esse treinamento está associada às respostas adversas, serão abordados ao longo da seção os fatores de adaptação e segurança cardíaca, hemodinâmica e endotelial. E, por fim, serão discutidas as possibilidades de utilização do treinamento com oclusão vascular na reabilitação de lesões específicas.

Prescrição

O método de OV consiste na utilização de aparelhos de pressão externa como torniquetes inflados ou punhos pneumáticos, que são aplicados na região mais proximal dos membros superiores e / ou inferiores (SHEN *et al.*, 2020). A compressão externa aplicada na vasculatura proximal ao músculo esquelético mantém o fluxo de sangue arterial e restringe a saída venosa, ocasionando um ambiente isquêmico / hipóxico que potencializa o impacto do treinamento (FREITAS *et al.*, 2017).

O grau absoluto de pressão de oclusão deve ser aplicado com base nas características individuais, e uma forma frequentemente usada na literatura para se determinar a pressão da OV foi utilizar a pressão arterial sistólica braquial (PASB). Porém, a determinação da OV com base na PASB se apresentou equivocada, destacadamente em relação à compressão nos membros inferiores, devido à discrepância na circunferência entre os membros inferiores e superiores (WILK *et al.*, 2018).

Sugere-se que a pressão de oclusão deve ser determinada de acordo com o indivíduo, largura e material do manguito, definindo a pressão relativa com base na Pressão de Oclusão Arterial (% POA) do manguito que será usado durante o exercício. Essa variável pode ser estabelecida inflando o manguito que está sendo usado durante o exercício até o ponto de interrupção do fluxo sanguíneo (100% da POA). Consequentemente, durante o exercício seria aplicada uma porcentagem dessa pressão (por exemplo, 40-80% da POA) (PATTERSON *et al.*, 2019). Em sequência, apresenta-se a tabela com duas recomendações

para a aplicação prática do método de OV.

Recomendações

Modelo de prescrição de treinamento resistido com oclusão vascular (PATTERSON <i>et al.</i> , 2019)	Modelo de prescrição de exercícios aeróbicos com oclusão vascular (PATTERSON <i>et al.</i> , 2019)
<p>Frequência 2 a 3 sessões semanais (> 3 semanas) ou 1 a 2 vezes por dia (1 a 3 semanas)</p> <p>Carga 20 – 40% 1RM</p> <p>Tempo de restrição 5 – 10 minutos por exercício (reperusão entre exercícios)</p> <p>Tipo Pequenos e grandes grupamentos musculares (braços e pernas / uni ou bilaterais)</p> <p>Séries 2 – 4</p> <p>Manguito 5 (pequeno), 10 ou 12 (médio), 17 ou 18 cm (grande)</p> <p>Número de repetições (75 repetições) - 30 x 15 x 15 ou definido como falha 40 – 80% AOP</p> <p>Descanso entre séries 30 - 60 s</p> <p>Forma de restrição Contínuo ou intermitente de 40 – 80% da POA</p> <p>Velocidade de execução 1–2 s (concêntrico e excêntrico)</p> <p>Execução Até falha concêntrica ou quando a série planejada é concluída</p>	<p>Frequência 2 a 3 sessões semanais (> 3 semanas) ou 1 a 2 vezes por dia (1 a 3 semanas)</p> <p>Intensidade <50% VO₂máx ou Frequência Cardíaca de Reserva</p> <p>Tempo de restrição 5 a 20 minutos por exercício</p> <p>Tipo Pequenos e grandes grupamentos musculares (braços e pernas /uni ou bilaterais)</p> <p>Forma de restrição Contínuo ou intervalado de 40 a 80% da POA</p> <p>Manguito 5 cm (pequeno), 10 ou 12 cm (médio), 17 ou 18 cm (grande)</p> <p>Modo de exercício Ciclismo ou caminhada</p>

Tabela com recomendações para aplicação prática do método de oclusão vascular

Hipertrofia e Força Muscular

A tensão mecânica proporcionada pelo treinamento resistido com altas cargas é evidenciada como um mecanismo que pode causar hipertrofia (WACKERHAGE *et al.*, 2019). Porém, o estresse metabólico tem sido relatado como eficiente para promover o crescimento muscular (ROSSI *et al.*, 2018). O TROV vem sendo confirmado como eficaz em aumentar as taxas de síntese proteica, e esse efeito tem sido associado com a capacidade desse método de regular positivamente genes relacionados à hipertrofia muscular, como a AKT e mTOR (PARK *et al.*, 2015).

Desse modo, a utilização de um manguito durante o treinamento resistido com baixas cargas está associada a uma diminuição na entrega de oxigênio e elevado acúmulo

de metabólitos (CENTNER *et al.*, 2019). Esse estresse metabólico proporcionado pela OV tem sido apontado como o possível mecanismo pelo qual o método de treinamento pode estimular a hipertrofia (ROSSI *et al.*, 2018). O estresse metabólico e / ou o ambiente hipóxico podem acarretar um aumento no recrutamento de fibras do tipo 2, elevação da resposta inflamatória e endócrina, inchaço celular e aumento da concentração de fosfatos inorgânicos intramusculares, sendo que todos esses elementos têm sido indicados como mediadores importantes para a sinalização da proteína muscular e a proliferação de células satélites, que são fatores essenciais para o processo de hipertrofia (ROSSI *et al.*, 2018).

Nesse contexto, pesquisas têm buscado evidenciar a eficiência da implementação da oclusão vascular para potencializar adaptações em variáveis neuromusculares. Centner *et al.* (2019) realizaram uma revisão sistemática com metanálise. Seus achados demonstraram que a OV combinada com o treinamento resistido de baixas cargas, bem como ao exercício aeróbico, potencializa os ganhos de força e massa muscular. Porém, o treino com altas cargas foi mais eficiente para aumentar a força. Esses resultados corroboram os dados de outra revisão que tem confirmado a OV como um método eficiente para promover o aumento de força e massa muscular, porém, sendo inferior ao treinamento resistido de alta intensidade em promover ganhos de força (LIXANDRÃO *et al.*, 2018). Silva *et al.* (2019), também por meio de revisão sistemática, demonstraram que o exercício aeróbico associado à oclusão vascular (AEOV) é uma alternativa eficiente para aumentar os ganhos de força e massa muscular em indivíduos jovens e idosos. Entretanto, os aumentos nas variáveis neuromusculares decorrentes de AEOV têm sido apontados como inferiores ao TROV.

Em outra investigação, foram comparados os efeitos do treinamento resistido com altas cargas sem OV, altas cargas + OV e baixas cargas + OV na área de seção transversa muscular. A amostra foi composta por 30 homens jovens destreinados. Os resultados sugerem aumentos significativos e semelhantes na hipertrofia após 5 e 10 semanas de altas cargas (4,9 e 10,0%, respectivamente), altas cargas + OV (5,19 e 10,36%, respectivamente) e baixas cargas + OV (5,0 e 10,0%, respectivamente). Nesse contexto, a OV não promoveu efeito adicional no ganho de massa muscular quando altas cargas foram usadas (BIAZON *et al.*, 2019).

Com base nos estudos apresentados, a aplicação de OV em associação ao treinamento resistido e aeróbico tem sido demonstrada como eficaz em potencializar ganhos nos níveis de força e massa muscular, mesmo durante o treinamento de baixa intensidade. No entanto, o TROV é superior ao AEOV em gerar aumentos nas variáveis neuromusculares.

Segurança Endotelial, Hemodinâmica e Cardíaca

Um motivo de preocupação relacionado à aplicação da oclusão vascular é a repercussão gerada em variáveis endoteliais, hemodinâmicas e cardiovasculares, pois uma

prescrição inadequada do método pode ocasionar respostas negativas e eventos adversos nesses parâmetros. Porém, a literatura tem demonstrado que a OV é uma ferramenta segura e, desde que seja bem controlada, pode proporcionar benefícios significativos. No que se refere à saúde endotelial, estudos que buscaram investigar os efeitos do treinamento resistido com oclusão em indivíduos saudáveis e idosos com cardiopatia não relataram modificações em marcadores sanguíneos para geração de trombina ou formação de coágulo intravascular (VANWYDE; WEATHERHOLT; MIKESKY, 2017).

O TROV, aparentemente, estimula a atividade do sistema fibrinolítico, pois tem demonstrado aumentar os níveis do ativador de plasminogênio tecidual (uma proteína que tem como função realizar a degradação de trombo na célula endotelial) em participantes saudáveis. No entanto, a resposta do sistema fibrinolítico ao exercício pode ser modificada por fatores como idade, sexo e obesidade (PATTERSON *et al.*, 2019). Além do mais, uma revisão aponta que informações disponíveis sugerem que, a longo prazo, o exercício com OV proporciona impactos positivos sobre fatores de coagulação (NASCIMENTO *et al.*, 2019).

Com relação às respostas hemodinâmicas, a utilização de OV pode provocar modificações significativamente superiores na Pressão Arterial (PA) em comparação ao treinamento tradicional. Uma pesquisa teve como participantes 14 mulheres hipertensas com idade média de 45,7 anos, as quais foram divididas em dois grupos: treinamento de intensidade moderada, com carga de 80% de 1RM, e treinamento de baixa intensidade associado à oclusão vascular, com carga de 30% de 1 RM e uma pressão de oclusão arterial de 80%, sendo que o esfigmomanômetro foi inflado durante todo o protocolo do exercício. Embora durante a execução dos exercícios os valores de PA e Frequência Cardíaca (FC) tenham sido superiores no grupo que treinou com oclusão, os resultados demonstraram uma redução significativa na Pressão Arterial Sistólica (PAS) nesse grupo. Nesse estudo, foi demonstrado que o treinamento de força de baixa intensidade com restrição de fluxo sanguíneo ocasionou respostas hipotensivas até 60 minutos após o exercício (ARAÚJO *et al.*, 2014).

Outro estudo verificou respostas hemodinâmicas ao exercício em mulheres idosas, que completaram três sessões de treinamento diferentes, de maneira aleatória: treinamento resistido de baixa carga, treinamento resistido de baixa carga com oclusão vascular e treinamento resistido de alta carga. Os resultados apontaram que a implementação da oclusão vascular promoveu valores mais elevados de PAS, PAD e Pressão Arterial Média (PAM) em comparação aos treinos realizados com altas cargas e baixas cargas sem oclusão (SCOTT *et al.*, 2018). Nessa perspectiva, de acordo com os autores, a aplicação da oclusão vascular em indivíduos idosos deve ser vista com cautela, pois respostas hemodinâmicas exacerbadas podem ocorrer, principalmente em idosos hipertensos ou com outras patologias cardíacas.

No que diz respeito às respostas hemodinâmicas em indivíduos normotensos,

pesquisadores compararam os efeitos do treinamento resistido com e sem OV em homens jovens treinados. O protocolo consistiu em exercícios para membros superiores, e a pressão de oclusão utilizada foi de 50% da pressão total de cada indivíduo. Como resultado, o treinamento resistido tradicional e o TROV promoveram uma redução da PAS pós-exercício, sem diferença entre os protocolos. Nesse sentido, o TROV pode ser aplicado como uma estratégia para prevenção de complicações cardiovasculares e evitar o uso em excesso de cargas elevadas em homens jovens treinados (MORIGGI *et al.*, 2015).

Sobre a aplicação do exercício aeróbico com oclusão vascular, Silva *et al.* (2019) realizaram uma revisão sistemática, verificando que o aumento da FC, Duplo Produto (DP) e PAS, PAD e PAM durante o AEOV é maior que o aumento verificado em uma sessão de intensidade similar sem oclusão vascular. No entanto, os resultados de alguns estudos indicaram que após o período de recuperação pós-exercício, a diminuição da FC, DP e PA em protocolos de caminhada com OV foi superior à redução nesses parâmetros em uma sessão com a mesma intensidade sem a OV. A hipótese levantada foi a de que esse resultado ocorreu em consequência do aumento da reativação parassimpática observada após a sessão de AEOV.

Kambic *et al.* (2019) avaliaram as respostas cardiovasculares ao treinamento de resistência com OV em pacientes com Doença Arterial Coronariana, com idade entre 18 e 75 anos e ativos fisicamente. Os participantes foram divididos em grupo intervenção e controle. A pressão de oclusão usada ficou entre 15 e 20 mmHg maior que a pressão sistólica braquial de repouso. Após a intervenção, houve uma diminuição significativa da PAS no grupo OV ($p = 0,030$), enquanto uma diminuição semelhante não foi observada na PAD e na FC em repouso. Além disso, não foram relatados óbitos, nem outros efeitos adversos do exercício, como lesão musculoesquelética, dor no peito, falta de ar, tontura, palpitações, trombose venosa, embolia pulmonar ou rabdomiólise. No entanto, apesar das repercussões positivas relacionadas ao uso da OV, alguns autores chamam a atenção para o Reflexo Pressor do Exercício (RPE), que é um mecanismo que deve ser levado em consideração no momento da prescrição do método (SPRANGER *et al.*, 2015).

De acordo com a fisiologia do exercício, o RPE do músculo esquelético coordena a reação cardiovascular durante a atividade física, sendo que essa reação é caracterizada pelo aumento da atividade do sistema nervoso simpático, a qual eleva as respostas cardíacas e de pressão arterial (PICÓN *et al.*, 2018). Nesse sentido, pessoas com doença arterial periférica, hipertensão e insuficiência cardíaca apresentam uma função alterada do RPE, em que o metaborreflexo e o metaborreflexo podem ser estimulados de forma intensa, mesmo em menores intensidades de exercício, ocasionando respostas cardiovasculares aumentadas, que podem ser potencializadas pela aplicação inadequada da oclusão vascular (SPRANGER *et al.*, 2015).

Vale destacar que, para evitar efeitos adversos decorrentes da aplicação do método, como prejuízos da função vascular, lesões nervosas e musculares, entre outros, é

necessária avaliação por meio de esfigmomanômetro de pressão sanguínea. Além do mais, cada indivíduo deve ter a sua pressão determinada de maneira individualizada, sendo que ela vai variar de acordo com o membro onde a restrição será aplicada (PATTERSON *et al.*, 2019).

Oclusão Vascular e Reabilitação

Dor Patelofemural

A síndrome da dor patelofemoral (SDPF) caracteriza-se como uma dor difusa na região anterior do joelho, geralmente de início insidioso e progressão lenta, sendo uma das afecções mais frequentes que acometem o joelho, conduzindo incapacidades funcionais que comprometem as atividades da vida diária (CERQUEIRA; VIEIRA, 2019). A etiologia da SDPF varia entre o desalinhamento patelar (principal causa), rotação lateral da tibia, anteversão femoral, aumento do “ângulo Q”, patela alta ou baixa, desequilíbrio de forças e de contração muscular entre os músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral oblíquo - principais estabilizadores dinâmicos da patela -, e a fraqueza dos músculos abdutores e rotadores do quadril (BESSA *et al.*, 2016). As cargas na articulação patelofemoral variam de acordo com a atividade praticada. Piazza e Santos (2016) evidenciaram que os maiores picos de força de reação na articulação patelofemoral ocorriam durante corridas. Santos (2017) afirma que 40% das lesões em corredores estão localizadas no joelho, sendo que 50 - 60% destas correspondem à Dor Patelofemoral.

Korakakis (2018) buscou investigar se a aplicação da restrição do fluxo sanguíneo (BFR) combinada com o treinamento de resistência à baixa carga induziu redução significativa na dor no joelho. Para isso, realizou um estudo controlado randomizado, com 40 indivíduos, os quais realizaram exercícios de extensão de joelho de cadeia cinética aberta, acompanhados de um modelo de monitoramento da dor. Como resultado, foi possível identificar redução significativa na dor em atividades funcionais após intervenção (mantida por, no mínimo, 45 minutos), com grandes tamanhos de efeito. Concluiu-se que a restrição do fluxo sanguíneo, combinada com o treinamento de resistência a baixa carga, pode ser usada para reduzir o quadro de dor anterior do joelho antes de sessões de reabilitação (fisioterapia).

Outro estudo semelhante foi realizado por Giles *et al.* (2017), utilizando um ensaio clínico controlado, randomizado duplo cego, no qual se objetivou avaliar os efeitos do treino de força tradicional (70% 1 RM) e o treino de força com Oclusão Vascular de baixa intensidade em pacientes adultos com DFP. A intervenção durou 8 semanas, e utilizou-se angulação de proteção de 90-45° Cad. Extensora e 0°-60° Leg Press, além da Escala de lesões Femoropatelar de Kujala (Kujala Score), Escala Visual Analógica da dor (EVA). A etiologia da SDPF varia entre o desalinhamento patelar (principal causa), rotação lateral da tibia, anteversão femoral, aumento do “ângulo Q”, patela alta ou baixa, desequilíbrio

de forças e de contração muscular entre os músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral oblíquo (principais estabilizadores dinâmicos da patela), e a fraqueza dos músculos abdutores e rotadores do quadril. Como resultado, o treinamento associado à Oclusão vascular demonstrou-se mais eficiente na redução da dor em atividade diária, apesar de não terem sido encontradas diferenças entre os grupos para ganho de força. Demonstrou-se, assim, que o treinamento com oclusão vascular pode ser uma alternativa para pessoas com DFP que não toleram a carga alta de programas padronizados de fortalecimento do quadríceps devido à dor.

Lesão no ligamento Cruzado Anterior do Joelho (LCA)

De acordo com Silva (2018), o joelho é a região anatômica mais acometida por lesão em esportes que envolvem movimento de rotação, mudança de direção e contato direto. A principal estrutura estabilizadora desse complexo consiste no Ligamento Cruzado Anterior (LCA), o qual pode sofrer lesão de grau I, II ou III.

Uma das intervenções utilizadas para reabilitação de lesão no Ligamento Cruzado Anterior (LCA) envolve prática cirúrgica. De acordo com Kilgas *et al.* (2019), no processo de reconstrução do LCA, os pontos de fixação e enxerto permanecem frágeis nos primeiros dias, podendo ter sua ligamentização adequada somente após 8 semanas decorrida a cirurgia. Diante disso, os pacientes são submetidos a imobilização do membro inferior e redução significativa de exercícios físicos, gerando atrofia da musculatura envolvida e um longo período de reabilitação. Dessa forma, o treinamento resistido associado ao método de oclusão vascular vem sendo considerado uma medida eficiente para reabilitação de lesões em LCA, devido à sua ação contrária à atrofia muscular, aplicação de menor sobrecarga na articulação acometida e segurança, pois submeter um indivíduo pós-cirurgia ligamentar a cargas superiores a 60-79% de 1RM proporciona altos riscos de uma nova rotura.

Coo *et al.* (2017) compararam as respostas entre o treinamento resistido de intensidade alta (superior a 70% de 1RM) e o treinamento resistido de baixa intensidade, com oclusão vascular (30% 1RM), em pacientes em pós-operatório de LCA. Após 12 semanas de intervenção, verificou-se que os dois grupos obtiveram ganhos de força e hipertrofia semelhantes, com a vantagem de que o segundo aplicaria menor sobrecarga à articulação acometida. Similar a este, Takarada (2000, *apud* CUNHA, 2018) executou um protocolo de treinamento resistido em pacientes pós-cirurgia de reconstrução do LCA. Um grupo controle realizou o treinamento resistido tradicional e o seguinte grupo praticou o TR com oclusão vascular. O treinamento aplicado consistia em 5 séries de oclusão vascular mantida por 5 minutos e 3 minutos de intervalo aplicados duas vezes a cada 24 horas, durante um total de 13 dias. O grupo controle apresentou redução na área de secção transversa de 20 % nos extensores e 11% no flexores de joelho, ao mesmo tempo que o grupo que adotou o TR combinado a oclusão vascular obteve redução de apenas 9% na

musculatura analisada. Contudo, foi possível demonstrar que o treinamento combinado foi capaz de reduzir a atrofia causada pelo processo cirúrgico.

Lesão no tendão do calcâneo

Com prolongamento de 15 cm, o Tendão de Aquiles é considerado o mais forte espesso do corpo, sendo responsável pela flexão plantar do tornozelo e com a função de locomoção e produção de força. Sua ruptura pode ter causas degenerativas, macrotraumas ou microtraumas (FELIPPE, 2017). O tratamento pode ser feito através de cirurgia ou tratamento conservador. O primeiro inclui a sutura de Kracov nos cotos do tendão, tendo um menor risco de lesão recidiva. O segundo, apesar de não ter os riscos de uma intervenção invasiva, requer maior tempo de reabilitação, devido ao processo de cicatrização em uma região com vascularização reduzida.

Araújo *et al.* (2018) analisaram o tratamento de atletas após ruptura total do tendão de Aquiles ocorrida durante a prática esportiva. Em caso de cirurgia, a limitação funcional e atrofia muscular tornavam necessário o uso de equipamento auxiliar para realização da marcha. Após intervenção cirúrgica, aplicou-se protocolo de treinamento resistido com oclusão vascular por 5 semanas, apresentando melhorias no pico de torque da flexão plantar de 522% e 108,9% e ganhos de potência de 475% e 211% a 60 °/s e 120 °/s, respectivamente, dando início ao processo de marcha sem auxílio. Dessa forma, os autores identificaram que o método adotado contribuiu diretamente para reduzir os efeitos deletérios da intervenção cirúrgica e melhora funcional dos atletas.

Osteoartrose

A osteoartrose (OA) é uma doença articular crônico-degenerativa que se evidencia pelo desgaste da cartilagem articular e por alterações bioquímicas decorrentes da presença de citocinas inflamatórias, resultando em dor, rigidez, crepitação óssea e atrofia muscular. As articulações mais acometidas consistem no joelho, quadril e carpometacárpicas, podendo ter como causas secundárias traumas específicos, fraturas, sobrecargas repetitivas e lesões ligamentares (MATTOS, 2016). O tratamento da osteoartrose pode ser desenvolvido de forma conservadora e por meio do fortalecimento da musculatura ao redor da articulação afetada. Porém, Lima (2016) ressalta que a dor caracteriza-se como um fator limitante para a utilização de treinamento de força de alta intensidade, além de proporcionar um declínio na qualidade de vida.

Em seus estudos, Ferraz (2016) procurou investigar os benefícios da oclusão vascular associada ao treinamento de força na funcionalidade, hipertrofia e força muscular, em mulheres adultas distribuídas nos seguintes grupos: TF de baixa intensidade (30% de 1 RM), TF de alta intensidade (80% de 1 RM) e TF de baixa intensidade associado à oclusão vascular (TFOV). Após um ano de intervenção, evidenciou-se que, no quesito

dor, apenas o grupo de TF em alta intensidade não resultou em melhora significativa, além de ter desistência de parte de sua amostra por relatar o motivo: dor. Em relação à força, área de secção transversa e funcionalidade (domínios avaliados: dor, rigidez e funcionalidade), os grupos de TF com oclusão vascular de baixa intensidade e TF com alta intensidade apresentaram melhora significativa. Portanto, o estudo evidenciou que o treinamento utilizando o método de OV se fez eficiente no aumento da força, hipertrofia, funcionalidade e melhora do quadro de dor à medida que produzia menos estresse na articulação acometida, caracterizando-se como uma alternativa terapêutica no tratamento da osteoartrose.

Considerações Finais

Ao longo do capítulo, evidenciou-se que o método de oclusão vascular apresenta grande aplicabilidade e significância clínica, pois pode ser introduzido em cenários nos quais o treinamento de alta intensidade não será adequado, proporcionando ganhos de força, funcionalidade e hipertrofia, ao mesmo tempo que reduz o estresse sobre os tecidos. O caminho que o método de treinamento com oclusão vascular irá percorrer nos próximos anos irá além do aprofundamento de sua utilização terapêutica e modelos de prescrição. Por exemplo, a Agência de Exploração Aeroespacial do Japão (JAXA) iniciou um projeto que investigará a possibilidade de o Kaatsu Training evitar a atrofia muscular e redução da massa óssea em astronautas durante prolongado voo espacial na ausência de gravidade (BEHRINGER; WILLBERG, 2019). Além disso, destacam-se a pesquisa de Torpel *et al.* (2019) na Alemanha, a qual propõe recomendações para que estudos futuros investiguem os efeitos do treinamento resistido com oclusão vascular na melhora cognitiva. O estudo testará a hipótese de que o modelo de treinamento induzirá maior ativação de vias de sinalização associadas à neuroplasticidade e funções cognitivas.

Referências

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and science in sports and exercise**, 2009.

ARAÚJO, Gabriela *et al.* A eficácia da eletroestimulação em tratamento de LCA em jogadores de futebol. **Revista de Ciências Humanas ReAGES**, [S.l.], v. 1, n. 2, p. 47-53, ago. 2018. ISSN 2596-0962.

ARAÚJO, J. P. *et al.* The acute effect of resistance exercise with blood flow restriction with hemodynamic variables on hypertensive subjects. **Journal of Human Kinetics**, 2014.

BEHRINGER, Michael; WILLBERG, Christina. Application of Blood Flow Restriction to Optimize Exercise Countermeasures for Human Space Flight. **Frontiers in physiology**, v.10, n. 33, p. 2-5, 2019.

BESSA, S. S. *et al.* A eficácia da bandagem funcional na síndrome da dor femoropatelar 1 the effectiveness of functional taping on patellofemoral pain syndrome 1. **Revista Faculdade Montes Belos**, 2016.

BIAZON, T. M. P. C. *et al.* The Association Between Muscle Deoxygenation and Muscle Hypertrophy to Blood Flow Restricted Training Performed at High and Low Loads. **Frontiers in Physiology**, v. 10, 17 abr. 2019.

CAMARGO, Gustavo *et al.* Treinamento físico com oclusão vascular: uma revisão sistematizada. **Revista Científica Fagoc Saúde**; v.2, p.:59-68, 2017.

CENTNER, C. *et al.* Effects of Blood Flow Restriction Training on Muscular Strength and Hypertrophy in Older Individuals: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, 2019.

CERQUEIRA, Mikhail Santos; VIEIRA, Wouber Héricksen. Efeitos do exercício de restrição do fluxo sanguíneo com carga muito baixa e baixo volume em pacientes com osteoartrite do joelho: protocolo para um estudo randomizado. **Trials**, Natal, v. 20, n. 1, p.135-138, 2019.

CLARKSON, M. J.; MAY, A. K.; WARMINGTON, S. A. Chronic Blood Flow Restriction Exercise Improves Objective Physical Function: A Systematic Review. **Frontiers in Physiology**, 2019.

COOK, Summer B. *et al.* Blood flow restricted resistance training in older adults at risk of mobility limitations. **Experimental gerontology**, v. 99, p. 138-145, 2017.

CUNHA, Dahan. **Exercício físico com oclusão vascular**: métodos para a prescrição segura na prática clínica - São Paulo: Blucher, 2018. 76 p. 41-50.

FELIPPE, Marina. Lesão aguda do tendão calcâneo (de aquiles): aspectos clínicos e tratamento. **Revista UNIPLAC**, v. 5, n. 1, 2017.

FERRAZ, R. B. *et al.* Benefits of Resistance Training with Blood Flow Restriction in Knee Osteoarthritis. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 2018.

FREITAS, M. C. de *et al.* Role of metabolic stress for enhancing muscle adaptations: Practical applications. **World Journal of Methodology**, 2017.

GILES, L. *et al.* Quadriceps strengthening with and without blood flow restriction in the treatment of patellofemoral pain: a double-blind randomised trial. **British Journal of Sports Medicine**, v. 51, n. 23, p. 1688–1694, dez. 2017.

HUGHES, L. *et al.* Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: A systematic review and meta-analysis. **British Journal of Sports Medicine**, 2017.

ILETT, M. J. *et al.* The Effects of Restriction Pressures on the Acute Responses to Blood Flow Restriction Exercise. **Frontiers in Physiology**, v. 10, 13 ago. 2019.

KAMBIC, T. *et al.* Blood flow restriction resistance exercise improves muscle strength and hemodynamics, but not vascular function in coronary artery disease patients: A pilot randomized controlled trial. **Frontiers in Physiology**, 2019.

KILGAS, M. A. *et al.* Exercise with Blood Flow Restriction to Improve Quadriceps Function Long after ACL Reconstruction. **International Journal of Sports Medicine**, 2019.

KORAKAKIS, V.; RODNEY, Whiteley; KONSTANTINOS, Epameinontidis. Blood Flow Restriction induces hypoalgaesia in recreationally active adult male anterior knee pain patients allowing therapeutic exercise loading. **Physical Therapy in Sport**, 2018.

LIMA, Wilson *et al.* Características da prescrição do treinamento de força para indivíduos com osteoartrite de joelho: uma breve revisão. **RBPFE - Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, [S.l.], v. 10, n. 59, p. 422- 430, jul. 2016. ISSN 1981-9900.

LIXANDRÃO, M. E. *et al.* Magnitude of Muscle Strength and Mass Adaptations Between High-Load Resistance Training Versus Low-Load Resistance Training Associated with Blood-Flow Restriction: A **Systematic Review and Meta-Analysis** **Sports Medicine**, 2018.

MATTOS, Fernanda de *et al.* Effects of aquatic exercise on muscle strength and functional performance of individuals with osteoarthritis: a systematic review. **Revista Brasileira de Reumatologia**, v. 56, n. 6, p. 530-542, 2016.

MORIGGI, R. *et al.* Similar hypotensive responses to resistance exercise with and without blood flow restriction. **Biology of Sport**, 2015.

NASCIMENTO, D. da Cunha *et al.* Effects of blood flow restriction exercise on hemostasis: A systematic review of randomized and non-randomized trials. **International Journal of General Medicine**, 2019.

PARK, S.-Y. *et al.* Low Intensity Resistance Exercise Training with Blood Flow Restriction: Insight into Cardiovascular Function, and Skeletal Muscle Hypertrophy in Humans. **The Korean Journal of Physiology & Pharmacology**, v. 19, n. 3, p. 191, 2015.

PATTERSON, S. D. *et al.* **Blood flow restriction exercise position stand**: Considerations of methodology, application, and safety **Frontiers in Physiology**, 2019.

PIAZZA, L.; SANTOS, G. M. Síndrome da dor patelofemoral não altera as características baropodométricas durante a marcha em rampa e escadas. **Fisioterapia e Pesquisa**, 2016.

PIAZZA, L. Síndrome da dor patelofemoral não altera as características baropodométricas durante a marcha em rampa e escadas. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 23, n. 3, p. 284-293, 2016.

PICÓN, M. M. *et al.* Acute Cardiovascular Responses after a Single Bout of Blood Flow Restriction Training. **International Journal of Exercise Science**, 2018.

ROSSI, F. E. *et al.* **The role of inflammation and immune cells in blood flow restriction training adaptation**: A review **Frontiers in Physiology**, 2018.

SANTOS, Ana. Modificações da técnica de corrida: aspectos biomecânicos e clínicos em corredores com e sem dor patelofemoral. **RIUFSCAR**. 2017.

SCOTT, B. R. *et al.* Hemodynamic responses to low-load blood flow restriction and unrestricted high-load resistance exercise in older women. **Frontiers in Physiology**, 2018.

SHEN, L. *et al.* L-carnitine's role in KAATSU training - induced neuromuscular fatigue. **Biomedicine and Pharmacotherapy**, 2020.

SILVA, J. C. G. *et al.* Acute and Chronic Responses of Aerobic Exercise With Blood Flow Restriction: A Systematic Review. **Frontiers in Physiology**, v. 10, 4 out. 2019.

SLYSZ, J.; STULTZ, J.; BURR, J. F. The efficacy of blood flow restricted exercise: A systematic review & meta-analysis. **Journal of Science and Medicine in Sport**, 2016.

SPRANGER, M. D. *et al.* Blood flow restriction training and the exercise pressor reflex: A call for concern. **American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology**, 2015.

TÖRPEL, Alexander *et al.* Fortalecendo o cérebro - o treinamento resistido com restrição ao fluxo sanguíneo é uma estratégia eficaz para a melhoria cognitiva. **J. Clin. Med.** v. 7, p. 334-337, 2019.

VANWYE, W. R.; WEATHERHOLT, A. M.; MIKESKY A. E. Blood Flow Restriction Training: Implementation in Clinical Practice. *Int J Exerc Sci.* 2017.

WACKERHAGE, H. *et al.* Stimuli and sensors that initiate skeletal muscle hypertrophy following resistance exercise. *Journal of Applied Physiology.* **Anais...** 2019.

WILK, M. *et al.* Technical and training related aspects of resistance training using blood flow restriction in competitive sport - A review. **Journal of Human Kinetics**, 2018.