

Dahan da Cunha Nascimento

EXERCÍCIO FÍSICO COM OCLUSÃO VASCULAR:

Métodos para a prescrição
segura na prática clínica



EXERCÍCIO FÍSICO COM OCLUSÃO VASCULAR:
MÉTODOS PARA A PRESCRIÇÃO
SEGURA NA PRÁTICA CLÍNICA

Blucher

EXERCÍCIO FÍSICO COM OCLUSÃO VASCULAR:
MÉTODOS PARA A PRESCRIÇÃO
SEGURA NA PRÁTICA CLÍNICA

Dahan da Cunha Nascimento

Exercício físico com oclusão vascular: métodos para a prescrição segura na prática clínica

© 2018 Dahan da Cunha Nascimento

Editora Edgard Blücher Ltda.

Blucher

Rua Pedroso Alvarenga, 1245, 4º andar

04531-934 – São Paulo – SP – Brasil

Tel.: 55 11 3078-5366

contato@blucher.com.br

www.blucher.com.br

Segundo Novo Acordo Ortográfico, conforme 5. ed.
do *Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa*,
Academia Brasileira de Letras, março de 2009.

É proibida a reprodução total ou parcial por
quaisquer meios sem autorização escrita da Editora.

Todos os direitos reservados pela Editora
Edgard Blücher Ltda.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Angélica Ilacqua CRB-8/7057

Nascimento, Dahan da Cunha

Exercício físico com oclusão vascular : métodos
para a prescrição segura na prática clínica / Dahan
da Cunha Nascimento. -- São Paulo : Blucher, 2018.
76 p. : il

Bibliografia

ISBN 978-85-8039-330-9 (e-book)

ISBN 978-85-8039-328-6 (impresso)

1. Exercícios físicos - Aspectos fisiológicos
2. Exercícios físicos - Saúde 3. Exercícios terapêuticos
4. Tecidos (Anatomia e fisiologia) - Respiração
I. Título

18-1332

CDD 612.044

Índice para catálogo sistemático:

1. Exercícios físicos - Aspectos fisiológicos

AGRADECIMENTO

Agradeço o apoio de minha amiga e companheira Larissa Ayres Prego que esteve ao meu lado durante momentos de desequilíbrios e que mesmo assim continua a me apoiar. Obrigado por ser essa mulher maravilhosa. Por fim, agradeço aos amigos, colegas durante o mestrado e doutorado, alunos, especialmente, o professor Denis Cesar Leite Vieira por ouvir minhas agruras e sempre por me dar ótimos conselhos.

DEDICATÓRIA

Dedico este livro a minha mãe Rita de Cassia Ferreira da Cunha e ao meu filho Nicolas Araujo da Cunha. Vocês representam a força motriz que me impulsiona na vida pessoal e acadêmica.

SOBRE O AUTOR

Profissional de Educação Física (CREF: 74444 G/DF). Graduado em Bacharelado e Licenciatura em Educação Física pelo Centro Universitário Unieuro do Distrito Federal em 2010 e 2011, respectivamente. Especialista em Fisiologia do Exercício pela Universidade de Brasília em 2012. Mestrado pelo Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Educação Física na área de Concentração de Atividade Física, Saúde e Desempenho Humano pela Universidade Católica de Brasília em 2015. Especialista em *Kaatsu Training* pela *Kaatsu Global, Inc* em 2018. Atualmente faz Doutorado pelo Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Educação Física na área de Concentração de Atividade Física, Saúde e Desempenho Humano pela Universidade Católica de Brasília, Especialização em Saúde do Idoso: Gestão e Assistência em Gerontologia pela Instituição Laboro em 2018. Docente do Centro Universitário do Distrito Federal (UDF) e também atua como *Personal Training*.

APRESENTAÇÃO

O método oclusão vascular, também conhecido como *Kaatsu*, envolve a restrição moderada do fluxo sanguíneo para o músculo e sua criação já possui mais de 40 anos (SATO, 2005). Diferentemente do torniquete, o método de oclusão vascular não promove a hemostasia, que interrompe completamente o fluxo de sangue nas veias e artérias (YASUDA *et al.*, 2017). O treino induz uma restrição moderada do fluxo sanguíneo e necessita de equipamentos específicos especialmente inventados para sua adequada aplicação.

Criado inicialmente pelo Doutor Yoshiaki Sato em 1966, somente ganhou atenção de pesquisadores a partir do ano 2000 (SATO, 2005). Após isso, muitos artigos científicos foram publicados em diferentes áreas para elucidar a aplicabilidade desse método.

Hoje o método oclusão vascular ou restrição moderada do fluxo sanguíneo combinado com o treinamento resistido e exercício físico de baixa intensidade tem aplicabilidade prática na estética como também na reabilitação cardíaca, lesões ortopédicas e tratamento de doenças osteoarticulares (HUGHES *et al.*, 2017; SLYZ *et al.*, 2016; NAKAJIMA *et al.*, 2010).

Entretanto, a aplicabilidade do método envolve muitos cuidados e principalmente muito estudo. O tamanho do manguito deve ser levado em consideração (LOENNEKE *et al.*, 2012) e quando não aplicado com rigor pode causar danos à saúde do paciente (SHAW; DAVID, 1982; VAN ROEKEL; THURSTON, 1985; TEJWANI *et al.*, 2006). Com isso, é fundamental que o profissional da área da saúde saiba as vantagens, desvantagens e a quem pode ser aplicado.

A partir dessa problemática, surge a presente obra, na qual o autor buscou reunir as evidências mais atuais sobre a utilização do método oclusão vascular.

O livro se inicia por uma discussão sobre o conceito e o entendimento do método oclusão vascular, apresenta dados sobre os riscos à saúde que podem ser provocados quando não usado corretamente e, por fim, sugere protocolos baseados em evidências para aplicação segura do método oclusão vascular.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HUGHES, Luke *et al.* Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*, v. 51, n. 13, p. 1003-1011, 2017.

LOENNEKE, Jeremy P. *et al.* Effects of cuff width on arterial occlusion: implications for blood flow restricted exercise. *European journal of applied physiology*, v. 112, n. 8, p. 2903-2912, 2012.

NAKAJIMA, T. *et al.* Effects of low-intensity KAATSU resistance training on skeletal muscle size/strength and endurance capacity in patients with ischemic heart disease. *International Journal of KAATSU Training Research*, v. 6, n. 1, p. 1-7, 2010.

SATO, Yoshiaki. The history and future of KAATSU training. *International Journal of KAATSU Training Research*, v. 1, n. 1, p. 1-5, 2005.

SHAW, JAMES A.; MURRAY, DAVID G. The relationship between tourniquet pressure and underlying soft-tissue pressure in the thigh. *J Bone Joint Surg Am*, v. 64, n. 8, p. 1148-1152, 1982.

SLYSZ, Joshua; STULTZ, Jack; BURR, Jamie F. The efficacy of blood flow restricted exercise: A systematic review & meta-analysis. *Journal of science and medicine in sport*, v. 19, n. 8, p. 669-675, 2016.

TEJWANI, Nirmal C. *et al.* Tourniquet cuff pressure: the gulf between science and practice. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, v. 61, n. 6, p. 1415-1418, 2006.

VAN ROEKEL, H. E.; THURSTON, A. J. Tourniquet pressure: the effect of limb circumference and systolic blood pressure. *Journal of Hand Surgery*, v. 10, n. 2, p. 142-144, 1985.

YASUDA, Tomohiro *et al.* Use and safety of KAATSU training: Results of a national survey in 2016. *International Journal of KAATSU Training Research*, v. 13, n.1, p. 1-9, 2017.

SUMÁRIO

Apresentação	xi
Introdução	1
1 Uso e segurança do método oclusão vascular	5
2 Avaliação pré-participação e segurança.....	9
3 O método oclusão vascular pode aumentar os riscos para trombose venosa profunda?	17
4 O método oclusão vascular e sua aplicação em indivíduos com problemas cardiovasculares: um alerta	21
5 Hipótese sobre o comportamento do reflexo pressor durante o método oclusão vascular em indivíduos com doenças cardiovasculares	31
6 Oclusão vascular e seus efeitos sobre as vias de sinalização de hipertrofia e atrofia muscular	35
7 Oclusão vascular e sua aplicabilidade na reabilitação musculoesquelética: uma área promissora	41
8 Efeitos do método oclusão vascular sobre as adaptações tendíneas.....	51
9 Oclusão vascular e sua aplicação na prática clínica.....	53
10 Viabilidade clínica do método oclusão vascular e perspectivas para o futuro	61

INTRODUÇÃO

Em 1966, o Doutor Yoshiaki Sato, criador do método em um memorial budista, sentiu suas pernas dormentes por causa da posição que se encontrava (SATO, 2005). Além disso, ele percebeu que o inchaço e desconforto visualizado em sua panturrilha era similar após realizar uma série extenuante de exercícios para os mesmos grupamentos musculares. Com isso, essa sensação foi atribuída a redução do fluxo de sangue para os membros inferiores.

A redução do fluxo de sangue pode ser promovida pela utilização de um torniquete ou também através de manguitos adaptados para membros superiores e inferiores. No entanto, a sua aplicabilidade, posição adequada e pressão exercida demandam rigor e muitos cuidados devem ser levados em consideração antes de sua aplicação.

Desde então, ele usou o seu próprio corpo como uma fonte de experimentos. Em 1967, por causa do excesso de uso, pressão inadequada e refutar o formigamento em seus membros durante a aplicação do método, ele foi parar no hospital com diagnóstico de embolia pulmonar e foi desencorajado pelo médico a não usar mais o método (SATO, 2005). No entanto, ele continuou com a meta de determinar a pressão apropriada, inclusive para evitar visitas futuras ao hospital. Após inúmeras modificações, ele conseguiu estabelecer um método seguro e eficaz para aplicar a restrição moderada do fluxo sanguíneo. Em adendo, ele começou a expandir a aplicação do método para os membros superiores.

Em 1973, ele sofreu um acidente e fraturou os seus dois tornozelos, lesionou a cartilagem e também o ligamento colateral medial do joelho direito, mas como estava impossibilitado de fazer a cirurgia naquele momento por questões pessoais, pediu para o médico engessar seus membros (SATO, 2005).

Sabendo que a imobilidade de um membro é um fator natural para aumentar o processo de atrofia muscular (FANZANI *et al.*, 2012), ele aplicou novamente o seu método durante duas semanas. Ao voltar na consulta, o médico ficou surpreso em testemunhar que a atrofia tinha sido retardada e sugeriu ao Yoshiaki Sato que naquele momento ele tinha estabelecido o fundamento para aplicação do método oclusão vascular (SATO, 2005).

Como ele foi capaz de tratar e recuperar a sua própria lesão, a história da sua recuperação se espalhou e desde então as pessoas começaram a pedir instruções sobre como utilizar o método que envolve a restrição moderada do fluxo sanguíneo.

Talvez, uma das perguntas do leitor nesse momento é saber por que aplicar o método oclusão vascular e qual a sua importância na estética e reabilitação de indivíduos com problemas cardiovasculares e doenças osteoarticulares.

O entendimento do princípio do recrutamento é muito importante nesse aspecto. O recrutamento de grandes unidades motoras ou fibras musculares do tipo II aumenta gradativamente com o nível de força muscular desenvolvida e apresentam um limiar de ativação superior quando comparadas com as fibras de musculares do tipo I (HENNEMAN; SOMJEN; CARPENTER, 1965). Isso de certa forma sugere que somente o treinamento resistido com alta intensidade pode causar ativação das fibras musculares rápidas que possuem maior capacidade para hipertrofia e força.

No entanto, em situações específicas como osteoartrite de joelho que representa um fator de risco importante para incapacidade funcional em idosos, treinamentos com alta carga para essa população apresentam pouca aplicabilidade. Devido à contraindicação de altas cargas, é importante desenvolver estratégias capazes de aumentar a força muscular e massa magra nessa população (BUFORD *et al.*, 2015). Com isso, o treinamento resistido de baixa intensidade com oclusão vascular apresenta grande aplicabilidade.

Takarada *et al.* (2000) avaliaram o efeito do método oclusão vascular sobre a força muscular e hipertrofia em mulheres idosas após 16 semanas de treinamento. A força muscular foi avaliada pelo isocinético e a hipertrofia foi avaliada pela ressonância magnética. O exercício utilizado no estudo foi a rosca bíceps unilateral e as mulheres foram separadas em três grupos: baixa intensidade e com oclusão vascular (50% 1RM), somente baixa intensidade (50% 1 RM) e somente alta intensidade (80% 1 RM). Os indivíduos realizaram o treinamento 2 vezes por semana, 3 séries e 1 minuto de intervalo de recuperação.

Os resultados do estudo demonstraram que os ganhos de força muscular e massa magra nos músculos analisados (bíceps braquial, braquial e tríceps), após 16 semanas de treinamento foram similares entre os grupos baixa intensidade e com oclusão vascular e alta intensidade. Além disso, a atividade eletromiográfica do músculo bíceps braquial durante o treinamento com oclusão vascular e com carga de 40% de 1 RM foi similar a atividade eletromiográfica do exercício com alta intensidade. Isso sugere que, independente da força gerada, a oclusão causa a ativação de um número suficiente de fibras musculares rápidas que são importantes para os ganhos de hipertrofia e força muscular.

Com isso, o uso do treinamento resistido com baixa carga e restrição moderada do fluxo sanguíneo pode ser potencialmente útil em acelerar a recuperação da força muscular e hipertrofia em pacientes e idosos com doenças osteoarticulares (HUGHES *et al.*, 2017).

A temática é considerada tão importante que Buford *et al.* (2015) ao entenderem que o treinamento resistido realizado com restrição moderada do fluxo sanguíneo pode diminuir o estresse imposto sobre a articulação do joelho e consequentemente gerar menos dor. Postularam que esse tipo de método tem potencial benefício para servir como modalidade de treinamento para indivíduos com osteoartrite no joelho. Com isso, publicaram um artigo com uma proposta de delineamento aleatório para avaliar o efeito do método sobre a força muscular, capacidade funcional e dor quando realizado com baixa intensidade (20% 1RM) e com oclusão vascular e comparar com o treinamento resistido de intensidade moderada (60% de 1 RM) e sem oclusão vascular (BUFORD *et al.*, 2015).

É importante lembrar que o método induz restrição moderada do fluxo sanguíneo e não causa hemostasia, ou seja, não interrompe completamente o fluxo sanguíneo nas veias e artérias como acontece com o uso de torniquetes ou aplicação inadequada do uso de equipamentos (SHAW; MURRAY, 1982; VAN ROEKEL; THURSTON, 1985; TEJWANI *et al.*, 2006; YASUDA *et al.*, 2017). Além disso, o método oclusão vascular pode também ser considerado quando as veias possuem oclusão, mas as artérias não estão completamente ocluídas (WILSON *et al.*, 2013).

Em resumo, o método oclusão vascular ou restrição moderada do fluxo sanguíneo quando realizado com supervisão e conhecimento de suas vantagens e desvantagens pode promover benefícios para o paciente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUFORD, Thomas W. *et al.* Kaatsu training to enhance physical function of older adults with knee osteoarthritis: Design of a randomized controlled trial. *Contemporary clinical trials*, v. 43, p. 217-222, 2015.
- FANZANI, Alessandro *et al.* Molecular and cellular mechanisms of skeletal muscle atrophy: an update. *Journal of cachexia, sarcopenia and muscle*, v. 3, n. 3, p. 163-179, 2012.
- HENNEMAN, Elwood; SOMJEN, George; CARPENTER, David O. Functional significance of cell size in spinal motoneurons. *Journal of neurophysiology*, v. 28, n. 3, p. 560-580, 1965.
- HUGHES, Luke *et al.* Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*, v. 51, n. 13, p. 1003-1011, 2017.
- SATO, Yoshiaki. The history and future of KAATSU training. *International Journal of KAATSU Training Research*, v. 1, n. 1, p. 1-5, 2005.
- SHAW, JAMES A.; MURRAY, DAVID G. The relationship between tourniquet pressure and underlying soft-tissue pressure in the thigh. *J Bone Joint Surg Am*, v. 64, n. 8, p. 1148-1152, 1982.
- TAKARADA, Yudai *et al.* Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *Journal of applied physiology*, v. 88, n. 6, p. 2097-2106, 2000.
- TEJWANI, Nirmal C. *et al.* Tourniquet cuff pressure: the gulf between science and practice. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, v. 61, n. 6, p. 1415-1418, 2006.
- VAN ROEKEL, H. E.; THURSTON, A. J. Tourniquet pressure: the effect of limb circumference and systolic blood pressure. *Journal of Hand Surgery*, v. 10, n. 2, p. 142-144, 1985.
- WILSON, Jacob M. *et al.* Practical blood flow restriction training increases acute determinants of hypertrophy without increasing indices of muscle damage. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 27, n. 11, p. 3068-3075, 2013.
- YASUDA, Tomohiro *et al.* Use and safety of KAATSU training: Results of a national survey in 2016. *International Journal of KAATSU Training Research*, v. 13, n. 1, p. 1-9, 2017.

USO E SEGURANÇA DO MÉTODO OCLUSÃO VASCULAR

Para o uso adequado do método, é muito importante entender sobre a sua aplicação, quais áreas mais utilizam o método, quais são as finalidades envolvidas com seu uso, idade que pode ser aplicado e principalmente os seus principais efeitos adversos.

Em 2006, no Japão, foi realizada uma pesquisa para saber, quais finalidades o método oclusão vascular foi utilizado e possíveis efeitos adversos (NAKAJIMA *et al.*, 2006). Cerca de 105 instalações participaram do estudo. De acordo com a Quadro 1, adaptado de Nakajima *et al.* (2006), podemos verificar os tipos de instalações que participaram do estudo.

Quadro 1 Tipos de instalações

Tipos de instalações	Frequência e percentual
Outros	15 (14%)
Academias	28 (27%)
Hospitais e clínicas	23 (22%)
Escritórios de osteopatia	25 (24%)
Centros de reabilitação	23 (22%)
Escritórios de acupuntura	11 (10%)

Além disso, o método tem sido utilizado nas áreas de esportes, atividade física, tratamento de doenças cardiovasculares, tratamento de doenças cerebrovasculares, tratamento de doenças neuromusculares, tratamento de doenças ortopédicas, tratamento do diabetes mellitus, tratamento da obesidade, tratamento de doenças renais, tratamento da hipertensão, tratamento de depressão, prevenção de atrofia, aumento da força muscular e doenças respiratórias.

Em relação a idade, o Quadro 2, adaptado de Nakakima *et al.* (2006), apresenta as idades dos indivíduos que receberam o método nas 105 instalações. Com isso, percebe-se que o treinamento pode ser aplicado de forma ampla e sem restrições em relação a idade.

Quadro 2 Idade das pessoas

Idade	Percentual
70 anos	10,2%
≥ 80 anos	4,4%
≤ 19 anos	17,8%
20 anos	12,4%
30 anos	12,7%
40 anos	13,1%
50 anos	15,5%
60 anos	14,0%

Apesar dos benefícios do método, quando a pressão é aplicada de forma inadequada, pode causar malefícios ao indivíduo. Quando existe hemostasia ou interrupção do fluxo de sangue nas veias e artérias junto com a isquemia, pode causar danos ao nervo, lesões no músculo, lesões nas veias, alterações dos fatores de coagulação e permeabilidade do capilar (SHAW; MURRAY, 1982; VAN ROEKEL; THURSTON, 1985; TEJWANI *et al.*, 2006). Por isso, que o entendimento adequado de sua aplicação deve ser avaliado com muita cautela.

Em relação aos efeitos negativos, o quadro 03, adaptado de Nakajima *et al.* (2006), cita os principais efeitos adversos que aconteceram com o uso do método até aquele momento.

No entanto, nenhuma complicação fatal foi reportada com o uso do método no estudo. Além disso, desmaios aconteceram em raros casos e hipoglicemia também foi reportada.

Quadro 3 Efeitos adversos do método

Efeitos adversos	Frequência e percentual
Hemorragia subcutânea	1651 (13,1%)
Dormência nos membros	164 (1,297%)
Anemia cerebral	35 (0,277%)
Sensação de frio	16 (0,127%)
Trombose Venosa	7 (0,055%)
Dor	5 (0,040%)
Coceira	3 (0,024%)
Piora na doença cardíaca isquêmica	2 (0,016%)
Sensação de estar doente	2 (0,016%)
Aumento da pressão arterial	2 (0,016%)
Embolia pulmonar	1 (0,008%)
Rabdomiólise	1 (0,008%)

Quando abordado sobre os exercícios que podem ser utilizados com o método, exercícios de alongamento, caminhada, bicicleta ergométrica e treinamento resistido foram aplicados juntamente com a oclusão vascular. O método pode ser aplicado tanto nos membros superiores e inferiores e foi utilizado 2 a 3 vezes por semana.

Posteriormente, Yasuda *et al.* (2017), verificaram novamente as finalidades com que o método oclusão vascular era utilizado e possíveis efeitos adversos promovidos pelo método. Dessa vez, 232 instalações participaram do estudo. Nessa pesquisa não foram verificados efeitos adversos importantes promovidos pelo treinamento como hemorragia cerebral, infarto cerebral, trombose e rabdomiólise. No entanto, sensação de frio, dormência, hemorragia subcutânea, sonolência, dor, náusea, coceira, hipertensão, anemia e dor de cabeça foram também reportados.

Além disso, Patterson e Brandner (2018) não identificaram efeitos adversos importantes reportados por profissionais que prescrevem treinamentos com o método oclusão vascular. No entanto, dor muscular tardia, tontura, desmaio, sensação de frio e hemorragia subcutânea foram verificadas. Além disso, um estudo de caso de oclusão venosa da retina em um paciente de 45 anos após o uso do método oclusão vascular foi evidenciado (OZAWA *et al.*, 2015).

Com isso, considerando que a quantidade de artigos científicos publicados sobre a temática e instalações que utilizam o método aumentaram nos últimos 10 anos, a utilização adequada do método pode ser considerada segura e induzir nos pacientes efeitos benéficos, independentemente da idade, sexo e condições físicas, desde que, seja considerado cada caso e anamnese rigorosa seja feita antes de sua realização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NAKAJIMA, T. *et al.* Use and safety of KAATSU training: results of a national survey. *International Journal of KAATSU Training Research*, v. 2, n. 1, p. 5-13, 2006.

OZAWA, Yoko *et al.* Vision loss by central retinal vein occlusion after Kaatsu training: a case report. *Medicine*, v. 94, n. 36, 2015.

PATTERSON, Stephen D.; BRANDNER, Christopher R. The role of blood flow restriction training for applied practitioners: A questionnaire-based survey. *Journal of sports sciences*, v. 36, n. 2, p. 123-130, 2018.

SHAW, JAMES A.; MURRAY, DAVID G. The relationship between tourniquet pressure and underlying soft-tissue pressure in the thigh. *J Bone Joint Surg Am*, v. 64, n. 8, p. 1148-1152, 1982.

TEJWANI, Nirmal C. *et al.* Tourniquet cuff pressure: the gulf between science and practice. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, v. 61, n. 6, p. 1415-1418, 2006.

VAN ROEKEL, H. E.; THURSTON, A. J. Tourniquet pressure: the effect of limb circumference and systolic blood pressure. *Journal of Hand Surgery*, v. 10, n. 2, p. 142-144, 1985.

YASUDA, Tomohiro *et al.* Use and safety of KAATSU training: Results of a national survey in 2016. *International Journal of KAATSU Training Research*, v. 13, n. 1, p. 1-9, 2017.

AVALIAÇÃO PRÉ-PARTICIPAÇÃO E SEGURANÇA

Antes de aplicar o método, é muito importante entender os pilares de segurança (NAKAJIMA; MORITA; SATO, 2011). Dentre eles:

- **Treinamento curto e com baixa carga:** O treinamento com alta carga utilizando o método produz poucos benefícios. Além disso, a restrição moderada do fluxo sanguíneo durante muito tempo deve ser evitada.
- **Hemostasia com o torniquete deve ser evitada:** Quando existe hemostasia ou interrupção do fluxo de sangue nas veias e artérias junto com a isquemia, pode causar danos nos nervos e paralisia, lesões no músculo, lesões nas veias, alterações dos fatores de coagulação e alterações sobre a permeabilidade do capilar (SHAW; MURRAY, 1982; VAN ROEKEL; THURSTON, 1985; TEJWANI *et al.*, 2006).
- **O método oclusão vascular deve ser aplicado por pessoas que estudam, tem experiência e foram treinadas:** Uma das razões das ocorrências de complicações promovidas pelo método comentadas por Nakajima, Morita e Sato (2011), é quando esses três pilares são negligenciados.

Sobre alguns dos efeitos adversos que acontecem com o uso do método, observações e informações para o aluno devem ser comentadas antes de sua aplicação (NAKAJIMA; MORITA; SATO, 2011). Dentre elas:

1. Petéquias ou pequenas hemorragias de vasos sanguíneos visualizadas após o uso do método são normalmente inofensivas e desaparecem em alguns

dias. Elas são principalmente visualizadas nos membros superiores. Casos como púrpura pigmentar crônica também ocorreram após o uso do método. Ficaram presentes por alguns meses, mas depois desapareceram.

2. Construa uma relação de confiança com o seu aluno.
3. É muito importante a hidratação adequada dos alunos antes, durante e após o treinamento utilizando o método oclusão vascular. Uma boa hidratação (500 ml) melhora a tolerância ortostática, por aumentar a pressão arterial média, resistência periférica total, melhora a sensibilidade barorreflexa, atenua o declínio da variabilidade da frequência cardíaca e atenua o declínio do débito cardíaco. Com isso, alunos devem beber água antes de situações que podem precipitar uma síncope (SCHROEDER *et al.*, 2002), como o método oclusão vascular.
4. Lesões nas veias podem ocorrer. Quando a pressão inapropriada é aplicada, isso pode gerar danos nas veias, principalmente nos membros superiores. É muito importante familiarizar o cliente ao treinamento. Com isso, aplicar a pressão e depois despressurizar faz com que ocorra adaptações ao treinamento. Preste muita atenção com as pessoas que nunca praticaram exercício físico.
5. Preste atenção para que não ocorra a interrupção do fluxo sanguíneo.
6. Tome cuidado para não sobrecarregar o seu aluno com o método.
7. Existe a possibilidade de uma síncope neurocardiogênica (DUCLA-SOARES, 2001; GARDENGHI *et al.*, 2004). Com isso, fique atento aos pró-dromos (palidez, sudorese, náusea e vômitos) e tome medidas preventivas como manobras físicas que previnem o desmaio (BRIGNOLE *et al.*, 2018; CHEN; BENDITT; SHEN, 2008; VAN DIJK *et al.*, 2006). Dentre as manobras que podem ser usadas: *leg crossing*, *hand gripping* e *arm tensing*.
8. Procure sempre por complicações antes de aplicar o método através de uma anamnese rigorosa. Uso de testes sanguíneos para identificação de defeitos congênitos associado com o risco de tromboembolismo venoso (D-dimer, fator V de Leiden, Fator II G20210A, deficiência de proteína C, deficiência de proteína S, deficiência de antitrombina III e anticorpo anti-fosfolípido) (CAPRINI *et al.*, 2004) e questionário de risco para avaliação de trombose proposto por Caprini (2005) devem ser utilizados juntamente com os fatores de risco do quadro 04 e 05, adaptado de Nakajima, Morita e Sato (2011).
9. Durante o treinamento preste atenção no alongamento adequado e na fala do paciente.

10. Evite a aplicação do método em indivíduos que possuem o diagnóstico de síncope do vasovagal, pois o método diminui o retorno venoso e declínio do volume sistólico (BRIGNOLE *et al.*, 2018; RENZI; TANAKA; SUGAWARA, 2010).
11. Nunca promova o treinamento para casos que você não conheça. Sempre peça ajuda de um profissional atualizado e mais experiente.
12. O treinamento para membros inferiores tem uma duração de 15 a 20 minutos e superiores uma duração de 10 a 15 minutos. Muito cuidado para não exceder o tempo estipulado.
13. Fique atento as manifestações de tromboembolismo venoso como, dor nos membros inferiores, muita sensibilidade nos membros inferiores, inchaço ou edema nos membros inferiores, dor no peito e respiração curta (CAPRINI, 2005).
14. Indivíduos com histórico ou risco aumentado para problemas cardiovasculares devem ser avaliados criteriosamente antes de aplicar a técnica. Além disso, devem ser monitorados de perto as respostas da frequência cardíaca e pressão arterial. Exercícios não devem ser realizados até falha e reperfusões longas e frequentes devem ser permitidas durante as séries múltiplas (KACIN *et al.*, 2015).
15. Indivíduos que apresentam maior risco para lesões nos nervos periféricos como diabéticos devem ser avaliados quanto a presença de comprometimento sobre a sensibilidade, ou desenvolvimento de parestesia no membro comprometido. O monitoramento da glicemia deve ser considerado e aqueles que apresentam controle inapropriado da Diabetes, outras formas de treinamento devem ser sugeridas (KACIN *et al.*, 2015).
16. A princípio, nunca promova o treinamento se o aluno estiver doente.

Existe também uma escala para avaliar os riscos de aplicação do método e que deve ser aplicada. O Quadro 4, adaptado de Nakajima, Morita e Sato (2011), cita os principais fatores de risco. Quanto maior a pontuação, menor será a indicação do método.

O Quadro 05, adaptado de Nakajima *et al.* (2011), aponta algumas contraindicações que também devem ser levadas em consideração antes de aplicar o método oclusão vascular. Caso alguma contraindicação esteja presente. Não aplique o método e procure a ajuda de um profissional atualizado e mais experiente.

Quadro 4 Fatores de risco que devem ser avaliados antes de aplicar o método oclusão vascular

Fatores de risco que devem ser avaliados antes de aplicar o método oclusão vascular	
5 pontos	Histórico de trombose venosa profunda. Tendência hereditária para trombose. Síndrome do anticorpo antifosfolípideo.
4 pontos	Mulheres grávidas.
3 pontos	Veias varicosas nas pernas. Imobilidade prolongada (> 8 horas e uso de tromboprolaxia). Fibrilação atrial. Insuficiência cardíaca congestiva.
2 pontos	Pessoas com idade superior a 60 anos. IMC > 30. Dislipidemia. Neoplasia maligna. Uso de torniquete nos membros inferiores. Uso de contraceptivos orais e hormônios adrenocorticais. Quadriplegia. Níveis elevados de hemoglobina.
1 Ponto	Pessoas com idade entre 40 a 58 anos. Mulheres. 25 < IMC <30.

Quadro 5 Indicações e contraindicações antes de aplicar o método oclusão vascular

Doença	Indicação	Contraindicação relativa	Contraindicação absoluta
Pressão alta	140-159/90-94 mmHg	160-179/95-99 mmHg Homens com idade > 40 anos de idade ou mulheres com idade > 50 anos em tratamento ou que não apresentem contraindicação devem passar por teste de esforço.	180/100 mmHg ou mais. Razão cardiotorácica acima de 55%. Presença de arritmias ou isquemia durante o eletrocardiograma. Ácido úrico maior que 100 mg/dl.
Diabetes	Glicemia em jejum 110-139 mg/dl	Glicemia em jejum 140-249 mg/dl Homens com idade > 40 anos de idade ou mulheres com idade > 50 anos em tratamento ou que não apresentem contraindicação devem passar por teste de esforço.	Glicemia em jejum 250 mg/dl ou mais. Corpos cetônicos (+) Retinopatia diabética (+)
Hiperlipidemia	CT: 220-249 mg/dl ou TT: 150-299 mg/dl	CT: 250 mg/dl ou TT: 300 mg/dl Homens com idade > 40 anos de idade ou mulheres com idade > 50 anos em tratamento devem passar por teste de esforço.	
Obesidade	IMC: 24.0 – 29.9	IMC: 24.0 – 29.9 e problemas nas articulações. Exame ortopédico e restrição de exercícios.	IMC: 30 ou mais.

CT = colesterol total, TT = triglicérides total, IMC = índice de massa corporal.

O Quadro 6, adaptado de Caprini (2015), aponta a importância da avaliação dos fatores de risco para a trombose. Quanto maior a pontuação, menor será a indicação do método.

Quadro 6 Avaliação dos fatores de risco para trombose

Nome do aluno: _____ Idade: _____ Sexo: _____				
Massa corporal: _____				
Cada fator de risco representa 1 ponto		Cada fator de risco representa 2 pontos		
<ul style="list-style-type: none"> o Idade entre 41 e 60 anos. o Planejamento de cirurgias pequenas. o Histórico de grande cirurgia (< 1 mês). o Veias varicosas. o Histórico de doença inflamatória intestinal. o Membros inferiores inchados (crônico). o Obesidade (IMC > 25) o Infarto agudo de miocárdio. o Insuficiência cardíaca congestiva (< 1 mês). o Sepses. o Pneumonia (< 1 mês). o Doença pulmonar crônica obstrutiva. o Paciente ainda acamado. 		<ul style="list-style-type: none"> o Idade entre 60 e 74 anos. o Cirurgia artroscópica. o Câncer. o Grande cirurgia (> 45 minutos). o Cirurgia laparoscopia (> 45 minutos). o Paciente acamado (> 72 horas). o Perna imobilizada (< 1 mês). o Acesso venoso central. 		
Cada fator de risco representa 3 pontos		Cada fator de risco representa 5 pontos		
<ul style="list-style-type: none"> o Idade superior a 75 anos. o Histórico de trombose venosa profunda ou embolia pulmonar. o Histórico familiar de trombose. o Positividade do fator V de Leiden. o Positividade da protrombina 20210A. o Níveis elevados de homocisteína sérica. o Positividade do anticoagulante lúpico. o Níveis elevados de anticorpos anticardioli-pina. o Trombocitopenia induzida por heparina. o Alguma trombofilia congênita adquirida? <p>Se a resposta for positiva: Tipo: _____</p>		<ul style="list-style-type: none"> o Artroplastia de membros inferiores. o Fratura do quadril, pelve e membros inferiores (< 1 mês). o Acidente vascular encefálico (< 1 mês). o Traumas múltiplos (< 1 mês). o Lesão sobre a medula espinal (paralisia) (< 1 mês) 		
Para mulheres somente (cada fator de risco representa 1 ponto)		Pontuação total dos fatores de risco		
<ul style="list-style-type: none"> o Contraceptivos orais ou terapia de reposição hormonal. o Grávida ou pós-parto (< 1 mês). o Histórico sem explicação de criança natimorta, aborto espontâneo recorrente (≥ 3), nascimento prematuro com toxemia gravídica ou crescimento intrauterino restrito. 		Pontuação	Incidência TVP	Nível de risco
		0-1	< 10%	Baixo
		2	10-20%	Moderado
		3-4	20-40%	Alto
		5 ou mais	40-80% e risco de mortalidade de 1-5%	Muito alto

IMC = índice de massa corporal, TVP = trombose venosa profunda.

Sobre o uso de contraceptivos orais, contraceptivos orais combinados contendo estrogênio e progestagênio, o aumento de risco para trombose aumenta cerca de quatro vezes mais (STEGEMAN *et al.*, 2013). Em adendo, todas as gerações de progestagênios foram associados com aumentos de risco para trombose venosa profunda (STEGEMAN *et al.*, 2013). Outro fator importante é que contraceptivos orais aumentam os níveis de fatores de coagulação como fator II, VII, VIII e diminui os níveis de antitrombina e proteína S (STEGEMAN *et al.*, 2013).

Em resumo, a avaliação criteriosa do aluno deve ser realizada antes de introduzir o método oclusão vascular. Portanto, sugere-se o uso dos quadros apresentados na prática clínica como também em ambientes de pesquisa. Lembre-se que o uso do método oclusão vascular é relativamente novo e para melhorar o nosso entendimento dos riscos associados com essa modalidade de treinamento, ferramentas de análise dos fatores de risco precisam ser aplicadas por todos os usuários dessa técnica (KACIN *et al.*, 2015).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRIGNOLE, Michele *et al.* 2018 ESC Guidelines for the diagnosis and management of syncope. *European heart journal*, 2018.
- CAPRINI, Joseph A. *et al.* Laboratory markers in the diagnosis of venous thromboembolism. *Circulation*, v. 109, n. 12 suppl 1, p. I-4-I-8, 2004.
- CAPRINI, Joseph A. Thrombosis risk assessment as a guide to quality patient care. *Disease-a-Month*, v. 51, n. 2, p. 70-78, 2005.
- CHEN, Lin Y.; BENDITT, David G.; SHEN, Win-Kuang. Management of syncope in adults: an update. In: *Mayo Clinic Proceedings*. Elsevier, 2008. p. 1280-1293.
- DUCLA-SOARES, José Luís. Hipotensão ortostática: o estado da arte. *Medicina interna*, v. 8, n. 2, p. 80, 2001.
- GARDENGHI, Giulliano *et al.* Síncope neurocardiogênica e exercício. *Revista Latino-Americana de Marcapasso e Arritmia*, v. 17, n. 1, p. 3-10, 2004.
- KACIN, Alan *et al.* Safety considerations with blood flow restricted resistance training. *Annales Kinesiologiae*, v. 6, n. 1, p. 3-26, 2015.
- NAKAJIMA, T.; MORITA, T.; SATO, Y. Key considerations when conducting KAATSU training. *International Journal of KAATSU Training Research*, v. 7, n. 1, p. 1-6, 2011.
- RENZI, Christopher P.; TANAKA, Hirofumi; SUGAWARA, Jun. Effects of leg blood flow restriction during walking on cardiovascular function. *Medicine and science in sports and exercise*, v. 42, n. 4, p. 726, 2010.

SCHROEDER, Christoph *et al.* Water drinking acutely improves orthostatic tolerance in healthy subjects. *Circulation*, v. 106, n. 22, p. 2806-2811, 2002.

SHAW, JAMES A.; MURRAY, DAVID G. The relationship between tourniquet pressure and underlying soft-tissue pressure in the thigh. *J Bone Joint Surg Am*, v. 64, n. 8, p. 1148-1152, 1982.

STEGEMAN, Bernardine H. *et al.* Different combined oral contraceptives and the risk of venous thrombosis: systematic review and network meta-analysis. *Bmj*, v. 347, p. 1-12, 2013.

TEJWANI, Nirmal C. *et al.* Tourniquet cuff pressure: the gulf between science and practice. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, v. 61, n. 6, p. 1415-1418, 2006.

VAN DIJK, Nynke *et al.* Effectiveness of physical counterpressure maneuvers in preventing vasovagal syncope: the Physical Counterpressure Manoeuvres Trial (PC-Trial). *Journal of the American College of Cardiology*, v. 48, n. 8, p. 1652-1657, 2006.

VAN ROEKEL, H. E.; THURSTON, A. J. Tourniquet pressure: the effect of limb circumference and systolic blood pressure. *Journal of Hand Surgery*, v. 10, n. 2, p. 142-144, 1985.

O MÉTODO OCLUSÃO VASCULAR PODE AUMENTAR OS RISCOS PARA TROMBOSE VENOSA PROFUNDA?

Hemostasia é alcançado por um delicado equilíbrio entre a coagulação e fibrinólise. Além disso, o exercício físico de forma aguda e crônica possui efeitos positivos e contribui para um perfil sanguíneo menos trombótico (DA CUNHA NASCIMENTO *et al.*, 2012). No entanto, dúvidas sobre o método oclusão vascular e seus efeitos sobre os parâmetros hemostáticos ainda persistem.

Nakajima *et al.* (2006) reportaram alguns dos efeitos adversos promovidos pelo método oclusão vascular. Dentre estes, tivemos sete casos de trombose venosa profunda induzida pelo método. Todavia, é importante frisar que a aplicação errada do método sem avaliação rigorosa dos fatores de risco é que será responsável por seus efeitos adversos negativos.

Para elucidar essa questão, fiz uma pesquisa rigorosa em algumas bases de dados importantes. Para tanto, a investigação foi realizada nas bases de dados PubMed/MEDLINE (através do *National Library of Medicine*) e Google Acadêmico. Para este livro, foi realizada uma breve revisão bibliográfica, utilizando-se a busca combinada dos descritores *blood flow restriction*, *hemostasis*, *kaatsu training*, *blood coagulation factors*, *resistance training* e *strength training*.

Após essa pesquisa inicial, foram encontrados seis artigos importantes (CLARK *et al.*, 2011; FRY *et al.*, 2010; MADARAME *et al.*, 2010; MADARAME *et al.*, 2013; NAKAJIMA *et al.*, 2007; SHIMIZU *et al.*, 2006). Nakajima *et al.* (2007) foram os primeiros a realizarem a pesquisa sobre essa temática. O objetivo foi investigar os efeitos agudos do método *Kaatsu* ou oclusão vascular sobre a resposta

fibrinolítica em homens saudáveis com idade média de 48 anos. Após o treinamento resistido de baixa intensidade (30% 1RM) e com oclusão vascular, foi verificado um aumento significativo do ativador tecidual de plasminogênio (tPA). Além disso, o treinamento não induziu formação de fibrina avaliado pelo D-dimer e produtos de degradação de fibrina (FDP). Com isso, respostas favoráveis ocorreram nos fatores fibrinolíticos.

Madarame *et al.* (2010) avaliaram os efeitos agudos do treinamento resistido de baixa intensidade (30% 1RM) e com oclusão vascular sobre os fatores hemostáticos associados com a geração de trombina (fragmentos de protrombina 1 + 2, complexo trombina-antitrombina III) e marcadores de formação de trombo intravascular (D-dimer e FDP). Dez homens saudáveis participaram do estudo e tinham idade média de 25 anos. Os resultados do estudo demonstraram que de forma aguda, o treinamento resistido de baixa intensidade e com oclusão vascular não foi capaz de ativar a cascata de coagulação em homens saudáveis.

No entanto, entendendo que a resposta hemostática é de grande preocupação em pacientes com doenças cardiovasculares que realizam exercício físico, Madarame *et al.* (2013) avaliaram os efeitos do treinamento resistido de baixa intensidade (20% 1RM) e com oclusão vascular sobre os marcadores de formação de trombo intravascular (D-dimer e FDP) em pacientes estáveis, mas com doença crônica isquêmica no coração e média de idade de 57 anos.

Os resultados do estudo demonstraram que do ponto de vista hemostático, o treinamento resistido de baixa intensidade e com oclusão vascular de forma aguda, é relativamente seguro para indivíduos com doença crônica isquêmica no coração, mas estáveis (MADARAME *et al.*, 2013). Todavia, durante o treinamento com oclusão vascular, os níveis plasmáticos de noradrenalina, aumentaram significativamente quando comparado com a intervenção sem oclusão vascular. Os resultados desse estudo, corroboram com estudos anteriores, e levanta uma reflexão sobre os cuidados e cautelas antes da aplicação do método em determinadas populações como hipertensos.

O estudo de Clark *et al.* (2011) avaliaram os efeitos crônicos (4 semanas) do treinamento resistido de baixa intensidade (30% 1RM) e com oclusão vascular sobre os parâmetros hemostáticos (fibrinogênio, tPA e D-dimer) em 16 homens saudáveis com idade média de 23 anos. Os resultados do estudo demonstraram que de forma crônica, o treinamento resistido de baixa intensidade e com oclusão vascular não alterou os parâmetros hemostáticos.

O penúltimo estudo de Shimizu *et al.* (2016) avaliaram os efeitos crônicos (4 semanas) do treinamento resistido de baixa intensidade (20% 1RM) e com oclusão vascular sobre os parâmetros da função endotelial como o fator von Willebrand (vWF) e trombomodulina (TM) em idosos saudáveis com idade média de 72 anos. Os resultados do estudo demonstraram que de forma crônica o treinamento resistido de baixa intensidade e com oclusão vascular foi capaz de diminuir os níveis do fator de vWF, mas sem alterações da TM. Indicando uma melhoria da função endotelial.

O último estudo de Fray *et al.* (2010) avaliaram o efeito agudo do treinamento resistido de baixa intensidade (20% 1RM) sobre os níveis de D-dímer em idosos saudáveis com idade média de 70 anos. Os resultados do estudo demonstraram que de forma aguda o treinamento resistido de baixa intensidade e com oclusão vascular não alterou os níveis de D-dímer. Indicando nenhuma alteração nos parâmetros hemostáticos imediatamente após protocolo e 1 semana posterior.

No entanto, mais estudos ainda são necessários. O leitor pode perceber que até o momento na literatura científica temos quatro estudos agudos (FRY *et al.*, 2010; MADARAME *et al.*, 2010; MADARAME *et al.*, 2013; NAKAJIMA *et al.*, 2007) e somente dois estudos crônicos (CLARK *et al.*, 2011; FRY *et al.*, 2010). Além disso, a população em cinco desses estudos foi composta de indivíduos saudáveis (CLARK *et al.*, 2011; FRY *et al.*, 2010; MADARAME *et al.*, 2010; NAKAJIMA *et al.*, 2007; SHIMIZU *et al.*, 2006) e somente um estudo foi realizado com indivíduos que apresentam potencial para alteração nos parâmetros hemostáticos (MADARAME *et al.*, 2013).

Além disso, Jenkins *et al.* (2013) demonstraram que de forma aguda, o método oclusão vascular induziu ativação e apoptose endotelial em humanos, demonstrado pelo aumento de micropartículas endoteliais associadas com a ativação (CD62E+) e apoptose (CD31+/CD42B-) endoteliais. Apresentado indícios do primeiro estudo experimental *in vivo* em humanos que a oclusão vascular induziu lesão endotelial.

Os marcados analisados nesse estudo não somente servem como indicadores de lesão endotelial, mas também como marcadores associados com a redução da síntese de óxido nítrico endotelial, trombose, inflamação e produção de espécies reativas de oxigênio (JENKINS *et al.*, 2013).

É muito importante que o praticante ou quem prescreve o método oclusão vascular tenha um conhecimento aprofundado dos mecanismos básicos e da patogênese da trombose venosa profunda. A tríade de Virchow prediz que a trombose é causada por desequilíbrios na coagulabilidade sanguínea (elevação dos fatores pró-coagulantes), mudanças nas estruturas da parede vascular (perda dos mecanismos

antitrombóticos) e imobilidade (estase sanguínea). A tríade deve ser considerada antes da aplicação do método (ESMON, 2009; LÓPEZ; KEARON; LEE, 2004; JENKINS *et al.*, 2013).

Em resumo, o treinamento resistido e com oclusão vascular até o presente momento é relativamente seguro somente em indivíduos saudáveis e com idade que varia entre 23 e 72 anos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CLARK, B. C. *et al.* Relative safety of 4 weeks of blood flow-restricted resistance exercise in young, healthy adults. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, v. 21, n. 5, p. 653-662, 2011.
- DA CUNHA NASCIMENTO, Dahan *et al.* The interactions between hemostasis and resistance training: a review. *International journal of general medicine*, v. 5, p. 249, 2012.
- ESMON, Charles T. Basic mechanisms and pathogenesis of venous thrombosis. *Blood reviews*, v. 23, n. 5, p. 225-229, 2009.
- FRY, Christopher S. *et al.* Blood flow restriction exercise stimulates mTORC1 signaling and muscle protein synthesis in older men. *Journal of applied physiology*, v. 108, n. 5, p. 1199-1209, 2010.
- JENKINS, Nathan T. *et al.* Disturbed Blood Flow Acutely Induces Activation and Apoptosis of the Human Vascular Endothelium Novelty and Significance. *Hypertension*, v. 61, n. 3, p. 615-621, 2013.
- LÓPEZ, José A.; KEARON, Clive; LEE, Agnes YY. Deep venous thrombosis. *ASH Education Program Book*, v. 2004, n. 1, p. 439-456, 2004.
- MADARAME, Haruhiko *et al.* Effects of low-intensity resistance exercise with blood flow restriction on coagulation system in healthy subjects. *Clinical physiology and functional imaging*, v. 30, n. 3, p. 210-213, 2010.
- MADARAME, Haruhiko *et al.* Haemostatic and inflammatory responses to blood flow-restricted exercise in patients with ischaemic heart disease: a pilot study. *Clinical physiology and functional imaging*, v. 33, n. 1, p. 11-17, 2013.
- NAKAJIMA, T. *et al.* Effects of KAATSU training on haemostasis in healthy subjects. *International Journal of KAATSU Training Research*, v. 3, n. 1, p. 11-20, 2007.
- NAKAJIMA, T. *et al.* Use and safety of KAATSU training: results of a national survey. *International Journal of KAATSU Training Research*, v. 2, n. 1, p. 5-13, 2006.
- SHIMIZU, Ryosuke *et al.* Low-intensity resistance training with blood flow restriction improves vascular endothelial function and peripheral blood circulation in healthy elderly people. *European journal of applied physiology*, v. 116, n. 4, p. 749-757, 2016.

O MÉTODO OCLUSÃO VASCULAR E SUA APLICAÇÃO EM INDIVÍDUOS COM PROBLEMAS CARDIOVASCULARES: UM ALERTA

O uso do método oclusão vascular não pode ser generalizado ou aplicado em qualquer indivíduo. Muito se fala dos seus efeitos positivos sobre a força muscular, hipertrofia, metabolismo ósseo e reabilitação musculoesquelética (BITTAR *et al.*, 2018; HUGHES *et al.*, 2017; SLYSZ; STULTZ; BURR, 2016). No entanto, a sua aplicabilidade em indivíduos hipertensos merece muito cuidado.

Quando fazemos a leitura de artigos científicos, é muito importante analisar a população no qual o estudo foi feito. Alguns estudos publicados demonstraram que o treinamento resistido de baixa intensidade e com oclusão vascular apresenta importante efeito hipotensor após o treinamento (MAIOR *et al.*, 2015; MORIGGI *et al.*, 2015; NETO *et al.*, 2015). Todavia, os três estudos que eu acabo de citar foram realizados com indivíduos jovens, idade média de 21 anos e saudáveis.

Outros estudos demonstram que o exercício físico realizado com oclusão vascular pode melhorar a função endotelial e a complacência arterial da carótida. O primeiro estudo de Shimizu *et al.* (2016) avaliou o efeito de 4 semanas de treinamento resistido de baixa intensidade (20% 1 RM) e com oclusão vascular sobre a função endotelial e circulação sanguínea periférica em idosos normotensos, saudáveis e idade média de 70 anos.

Os indivíduos foram separados em dois grupos (com oclusão vascular e sem oclusão vascular). Os indivíduos realizaram o treinamento 3 vezes por semana e a função endotelial foi avaliada pelo índice de hiperemia reativa (IHR) e concentrações sérica de *von Willebrand* (vWF) e trombomodulina (TM).

Após 4 semanas de treinamento somente o grupo com oclusão vascular aumentou o índice de hiperemia reativa (IHR) e diminuiu os níveis séricos de vWF. Considerando que o IHR e vWF refletem a função endotelial e dano sobre as artérias, respectivamente. O aumento do IHR e declínio dos níveis séricos de vWF indicam que o treinamento resistido de baixa intensidade e com oclusão vascular melhorou a função endotelial em idosos saudáveis.

Já Osaki *et al.* (2011) avaliaram o efeito de 10 semanas de caminhada com e sem oclusão vascular sobre a complacência da artéria da carótida, força e hipertrofia em homens e mulheres normotensos e com idade entre 57 e 76 anos. Os participantes do estudo foram divididos em dois grupos (caminhada de 20 minutos com oclusão vascular e caminhada sem oclusão vascular). Além dos resultados promissores onde somente o grupo com oclusão vascular teve hipertrofia (medido por ressonância magnética) e aumentos significativos da força muscular (medido por isocinético). A complacência arterial aumentou também nos grupos. Esse dado é muito importante, pois a redução da complacência arterial está associada com alta taxa de mortalidade em indivíduos com hipertensão essencial. No entanto, os dois estudos que acabo de citar (OSAKI *et al.*, 2011; SHIMIZU *et al.*, 2016) foram realizados com indivíduos normotensos e não com indivíduos hipertensos.

Sj e Da (2009) também avaliaram o efeito crônico (3 semanas) do treinamento resistido de baixa intensidade (20% 1RM) e com oclusão vascular sobre a complacência arterial em homens saudáveis, normotensos e com idade média de 21 anos. Os indivíduos foram separados aleatoriamente em três grupos (treinamento resistido de baixa intensidade e com oclusão vascular, treinamento resistido de alta intensidade e sem oclusão vascular e somente oclusão vascular) e após três semanas de treinamento, não ocorreram modificações na complacência arterial e variáveis cardiovasculares (pressão arterial sistólica, diastólica, pressão de pulso, frequência cardíaca basal, resistência vascular sistêmica e impedância vascular total) nos três grupos. Demonstrando que o treinamento com oclusão vascular não foi deletério para a complacência arterial.

Apesar desses dados promissores, Renzi, Tanaka e Sugawara (2010) avaliaram o efeito agudo da caminhada com e sem oclusão vascular sobre a função cardiovascular em indivíduos jovens com idade média de 26 anos e saudáveis. Os resultados não corroboraram com os estudos anteriores (OSAKI *et al.*, 2011; SHIMIZU *et al.*, 2016; SJ; DA, 2009). Os indivíduos realizaram dois protocolos diferentes (caminhada com oclusão e sem oclusão vascular) e a pressão arterial sistólica (PAS),

diastólica (PAD), pressão arterial média (PAM), resistência periférica total (RPT), frequência cardíaca (FC), volume sistólico, duplo produto (DP), índice de complacência arterial sistêmica e função endotelial da artéria poplíteia foram avaliados. Os resultados do estudo demonstraram que a PAS, PAD, PAM, RPT, FC e DP foram significativamente superiores durante a caminhada com oclusão vascular quando comparado com a caminhada sem oclusão vascular.

Além disso, a complacência arterial sistêmica, estimada pela razão entre volume sistólico e pressão de pulso reduziu durante a caminhada com oclusão vascular, sugerindo que a pós-carga do ventrículo esquerdo foi aumentada durante a oclusão vascular. Em adendo, a função endotelial da artéria poplíteia diminuiu após a caminhada com oclusão vascular. Essas alterações hemodinâmicas supracitadas, mesmo de forma aguda não são favoráveis e podem induzir uma sobrecarga circulatória nos indivíduos que já apresentam uma função cardiovascular comprometida, ou seja, indivíduos hipertensos, diabéticos, obesos, com doença arterial periférica e insuficiência cardíaca congestiva.

Outro dado importante desse estudo foi o declínio do volume sistólico durante a caminhada com oclusão vascular, associado ao declínio do retorno venoso promovido pela oclusão nos membros inferiores. Além disso, quando o declínio do retorno venoso se torna pronunciado, uma maior excitação do sistema nervoso autônomo simpático promoverá uma redução do volume de sangue no ventrículo esquerdo causando contrações excessivas e expansão do mesmo. Isso estimulará os mecanorreceptores ou fibras C localizados no ventrículo esquerdo que podem desenvolver uma atividade vagal intensa (Reflexo de Bezold-Jarish), causando perda de consciência ou desmaio. Isso explica, por exemplo, um dos efeitos adversos do método. Por isso, a não recomendação de sua aplicação em indivíduos que já apresentam diagnóstico de síncope do vasovagal (GARDENGHI *et al.*, 2004).

Posteriormente, Fahs *et al.* (2014) avaliaram o efeito crônico (6 semanas) do treinamento resistido de baixa intensidade (30% 1RM) e com oclusão vascular sobre a condutância vascular, complacência venosa e rigidez arterial dos vasos localizados no gastrocnêmio. Participaram do estudo 16 indivíduos (11 homens e 5 mulheres) com idade média de 55 anos e a população não foi composta de indivíduos normotensos. Alguns tomavam medicamentos para o controle da pressão arterial e tinha pelo menos um fator de risco para tromboembolismo. Durante o protocolo do estudo, um membro inferior foi aleatoriamente alocado para o treinamento com oclusão vascular e o membro contralateral sem oclusão vascular.

Após seis semanas de treinamento, pequenos incrementos da rigidez arterial periférica, mas sem mudanças sobre a complacência venosa e condutância vascular foram observadas no membro que realizou o treinamento com oclusão vascular (FAHS *et al.*, 2014). Já, o membro contralateral que realizou o treinamento sem oclusão vascular, melhorou a condutância vascular e não teve mudanças sobre a rigidez arterial. Com isso, o estudo sugere que o treinamento para membros inferiores sem oclusão vascular induz mudanças favoráveis sobre a artéria em indivíduos de meia idade quando comparado com o treinamento realizado com oclusão vascular.

Outra questão importante para se avaliar durante o treinamento com oclusão vascular é a resposta neuro-hormonal envolvida. Iida *et al.* (2007) investigaram os efeitos do método oclusão vascular sobre o fluxo sanguíneo femoral, resposta hemodinâmica, resposta autonômica e hormonal em indivíduos saudáveis, normotensos e com idade média de 30 anos. Os resultados iniciais do estudo indicaram que o treinamento com oclusão vascular quando comparado com o treinamento sem oclusão vascular dificultou o retorno venoso, diminuiu o débito cardíaco, diminuiu o volume sistólico, reduziu a atividade parassimpática, aumentou a atividade simpática, aumentou as concentrações de noradrenalina e de vasopressina. Os resultados desse estudo corroboram com estudos anteriores (IIDA *et al.*, 2005; SHIMIZU *et al.*, 2016; TAKANO *et al.*, 2005; TAKANO, 2005).

Para corroborar com esses achados, estudos realizados em indivíduos hipertensos (ARAÚJO *et al.*, 2014; PINTO *et al.*, 2018; PINTO *et al.*, 2016), demonstraram que a resposta hemodinâmica de forma aguda durante o treinamento resistido de baixa intensidade (20% 1RM) e com oclusão vascular foi significativamente superior, chegando a valores de 237 mmHg e 139 mmHg para a pressão arterial sistólica e diastólica, respectivamente, quando comparados com 195 mmHg e 110 mmHg para a pressão arterial sistólica e diastólica, respectivamente, mas sem oclusão vascular e com intensidade de 65% 1RM (ARAÚJO *et al.*, 2014; PINTO *et al.*, 2018; PINTO *et al.*, 2016). Além do mais, até o tipo de braçadeira pode exacerbar as respostas hemodinâmicas durante o exercício. Braçadeiras largas (13,5 cm), por exemplo, aumentam a resposta hemodinâmica e também a percepção subjetiva de esforço durante e após o treinamento quando comparado com braçadeiras estreitas (5,0 cm) (ROSSOW *et al.*, 2012).

Saramaki *et al.* (2008) também avaliaram o efeito agudo da caminhada com e sem oclusão vascular sobre as respostas hemodinâmicas em idosos com idade média de 68 anos. Dois indivíduos da amostra tomavam medicamentos para o controle da pressão arterial. A caminhada tinha duração de 20 minutos e os resultados do estudo demonstraram que a caminhada realizada com oclusão vascular aumentou significativamente a pressão arterial média, pressão arterial sistólica e pressão arterial diastólica quando comparada com a caminhada sem oclusão vascular. Resultados similares foram encontrados no estudo de Stauton *et al.* (2015).

Thomas, Scott e Peiffer (2018) avaliaram o efeito agudo do ciclismo realizado com e sem oclusão vascular sobre a pressão arterial média, pressão arterial sistólica e pressão arterial diastólica em homens saudáveis, normotensos e com idade média de 23 anos. Os indivíduos participaram de três protocolos diferentes (ciclismo de baixa intensidade e sem oclusão vascular, ciclismo de baixa intensidade e com oclusão vascular e ciclismo de alta intensidade e sem oclusão vascular). Os resultados do estudo demonstraram que o ciclismo de baixa intensidade e com oclusão vascular apresentou pressão arterial sistólica, diastólica e pressão arterial média superiores quando comparado com o ciclismo de baixa intensidade e sem oclusão vascular. Além disso, a pressão arterial média foi superior no ciclismo de baixa intensidade e com oclusão vascular quando comparado com o ciclismo de alta intensidade e sem oclusão vascular. Os autores do artigo também sugeriram que o valor alcançado da pressão arterial média de 124 mmHg no grupo com oclusão vascular deve ser considerado com precaução. Por isso, praticantes que fazem uso do método oclusão vascular devem usar com muita cautela em populações que apresentam função vascular comprometida.

Dados como do pesquisador Kacin e Strazar (2011) demonstraram que após 4 semanas de treinamento com oclusão vascular em homens saudáveis. A pressão arterial média e diastólica aumentaram, talvez explicado pela exposição crônica as alterações neuro-hormonais já verificadas em estudos anteriores (IIDA *et al.*, 2005; IIDA *et al.*, 2007; SHIMIZU *et al.*, 2016; TAKANO *et al.*, 2005; TAKANO, 2005). Além disso, Jenkins *et al.* (2013) demonstraram que de forma aguda, o método oclusão vascular após 20 minutos e com pressão de 220 mmHg induziu ativação e apoptose endotelial em humanos, demonstrado pelo aumento de micropartículas endoteliais associadas com a ativação (CD62E+) e apoptose (CD31+/CD42B-) endoteliais. Apresentando indícios do primeiro estudo experimental *in vivo* em humanos que a oclusão vascular promoveu lesão endotelial.

Os marcados analisados nesse estudo não somente servem como marcadores de lesão endotelial, mas também como marcadores associados com a redução da síntese de óxido nítrico endotelial, trombose, inflamação e produção de espécies reativas de oxigênio (JENKINS *et al.*, 2015). Além disso, como o estudo foi feito com jovens saudáveis, parece razoável teorizar que em indivíduos doentes ou com fatores de risco associados com disfunção endotelial. Distúrbios no fluxo sanguíneo promovidos pelo método oclusão vascular pode levar a danos endoteliais irreparáveis (JENKINS *et al.*, 2015).

Recentemente, uma revisão sistemática avaliando o efeito do treinamento resistido com oclusão vascular sobre as respostas hemodinâmicas concluiu que o método pode ser seguro e viável para populações especiais, como idosos e pacientes cardíacos (NETO *et al.*, 2017). No entanto, muitos dos estudos incluídos nessa revisão sistemática não foram realizados com indivíduos hipertensos ou cardíacos.

Outro fator importante que se deve considerar na aplicação aguda e crônica do método oclusão vascular em indivíduos hipertensos, com doença arterial periférica e insuficiência cardíaca congestiva, é ter um profundo entendimento do seu efeito sobre o reflexo pressor do exercício que é responsável por afetar a frequência cardíaca, pressão arterial, débito cardíaco, volume sistólico, ventilação e atividade simpática (BELLI *et al.*, 2011; SPRANGER *et al.*, 2015). Os mesmos indivíduos já apresentam aumento da resposta ergorreflexa, poder ser exacerbada pela prática do exercício físico realizado juntamente com a oclusão vascular (BELLI *et al.*, 2011; SPRANGER *et al.*, 2015).

Pesquisas recentes, porém, escassas, avaliaram o efeito da oclusão vascular cíclica e não contínua, no intuito de atenuar a resposta reflexo pressora durante o exercício. No entanto, somente dois estudos até o momento e com indivíduos saudáveis foram publicados (SPRICK; RICKARDS, 2017a; SPRICK; RICKARDS, 2017b).

O Gráfico 1, 2 e 3 a seguir, adaptados de estudos anteriores (ARAÚJO *et al.*, 2014; PINTO *et al.*, 2018; PINTO *et al.*, 2016), demonstram a diferença sobre a PAS, PAD e FC promovido pelo método oclusão vascular quando comparado com o modelo tradicional de TR durante três séries em exercícios utilizados para membros inferiores como o *leg press* e a cadeira extensora. Verifica-se que o estresse hemodinâmico é superior no treinamento resistido de baixa intensidade e com oclusão vascular quando comparado com o treinamento tradicional.

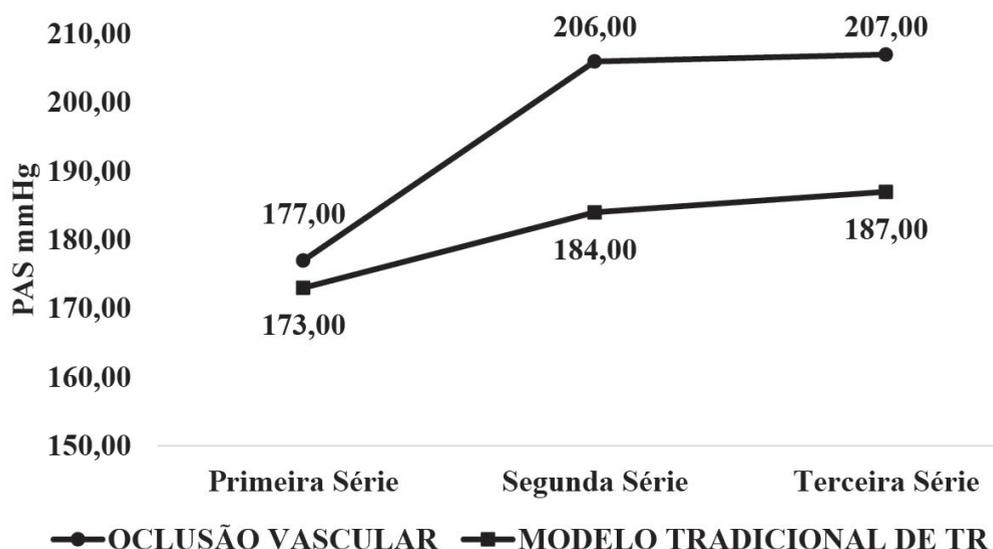


Gráfico 1 Efeitos dos diferentes protocolos sobre a pressão arterial sistólica em indivíduos hipertensos

PAS = pressão arterial sistólica e TR = treinamento resistido

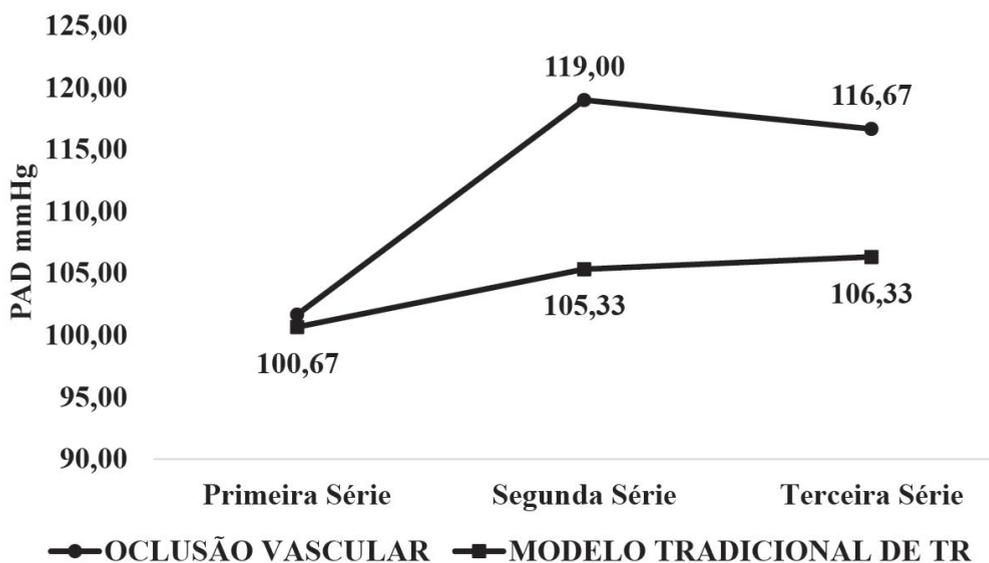


Gráfico 2 Efeitos dos diferentes protocolos sobre a pressão arterial diastólica em indivíduos hipertensos

PAD = pressão arterial diastólica e TR = treinamento resistido

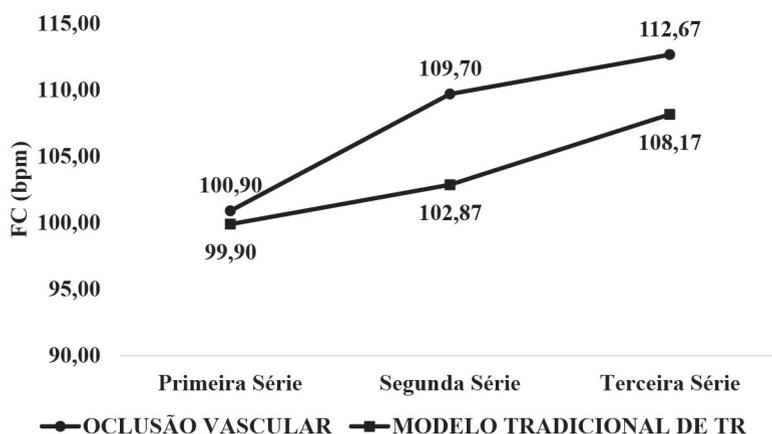


Gráfico 3 Efeitos dos diferentes protocolos sobre a frequência cardíaca em indivíduos hipertensos

FC = frequência cardíaca e TR = treinamento resistido

Com isso, uma das questões para compartilhar com os leitores é quando os benefícios a longo prazo fornecidos pelo método oclusão vascular como ganhos de força muscular e hipertrofia superam os riscos cardiovasculares agudos e crônicos (BELLI *et al.*, 2011; NAKAJIMA *et al.*, 2010). Por isso, essa questão deve ser avaliada rigorosamente em estudos futuros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, Joamira P. *et al.* The acute effect of resistance exercise with blood flow restriction with hemodynamic variables on hypertensive subjects. *Journal of human kinetics*, v. 43, n. 1, p. 79-85, 2014.
- BELLI, Juliana Fernanda Canhadas *et al.* Comportamento do ergorreflexo na insuficiência cardíaca. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 97, n. 2, p. 171-178, 2011.
- BITTAR, S. T. *et al.* Effects of blood flow restriction exercises on bone metabolism: a systematic review. *Clinical physiology and functional imaging*, 2018.
- FAHS, Christopher A. *et al.* Vascular adaptations to low-load resistance training with and without blood flow restriction. *European journal of applied physiology*, v. 114, n. 4, p. 715-724, 2014.
- GARDENGHI, Giulliano *et al.* Síncope neurocardiogênica e exercício. *Revista Latino-Americana de Marcapasso e Arritmia*, v. 17, n. 1, p. 3-10, 2004.
- HUGHES, Luke *et al.* Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*, v. 51, n. 13, p. 1003-1011, 2017.

IIDA, H. *et al.* Hemodynamic and autonomic nervous responses to the restriction of femoral blood flow by KAATSU. *International Journal of KAATSU Training Research*, v. 1, n. 2, p. 57-64, 2005.

IIDA, Haruko *et al.* Hemodynamic and neurohumoral responses to the restriction of femoral blood flow by KAATSU in healthy subjects. *European journal of applied physiology*, v. 100, n. 3, p. 275-285, 2007.

JENKINS, Nathan T. *et al.* Disturbed Blood Flow Acutely Induces Activation and Apoptosis of the Human Vascular Endothelium Novelty and Significance. *Hypertension*, v. 61, n. 3, p. 615-621, 2013.

KACIN, A.; STRAZAR, K. Frequent low-load ischemic resistance exercise to failure enhances muscle oxygen delivery and endurance capacity. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, v. 21, n. 6, 2011.

MAIOR, Alex S. *et al.* Influence of blood flow restriction during low-intensity resistance exercise on the postexercise hypotensive response. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 29, n. 10, p. 2894-2899, 2015.

MORIGGI JR, R. *et al.* Similar hypotensive responses to resistance exercise with and without blood flow restriction. *Biology of sport*, v. 32, n. 4, p. 289, 2015.

NAKAJIMA, T. *et al.* Effects of low-intensity KAATSU resistance training on skeletal muscle size/strength and endurance capacity in patients with ischemic heart disease. *International Journal of KAATSU Training Research*, v. 6, n. 1, p. 1-7, 2010.

NETO, Gabriel R. *et al.* Effects of resistance training with blood flow restriction on haemodynamics: a systematic review. *Clinical physiology and functional imaging*, v. 37, n. 6, p. 567-574, 2017.

NETO, Gabriel R. *et al.* Hypotensive effects of resistance exercises with blood flow restriction. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 29, n. 4, p. 1064-1070, 2015.

OZAKI, Hayao *et al.* Effects of 10 weeks walk training with leg blood flow reduction on carotid arterial compliance and muscle size in the elderly adults. *Angiology*, v. 62, n. 1, p. 81-86, 2011.

PINTO, Roberta R. *et al.* Acute resistance exercise with blood flow restriction in elderly hypertensive women: haemodynamic, rating of perceived exertion and blood lactate. *Clinical physiology and functional imaging*, v. 38, n. 1, p. 17-24, 2018.

PINTO, Roberta R.; POLITO, Marcos D. Haemodynamic responses during resistance exercise with blood flow restriction in hypertensive subjects. *Clinical physiology and functional imaging*, v. 36, n. 5, p. 407-413, 2016.

RENZI, Christopher P.; TANAKA, Hirofumi; SUGAWARA, Jun. Effects of leg blood flow restriction during walking on cardiovascular function. *Medicine and science in sports and exercise*, v. 42, n. 4, p. 726, 2010.

ROSSOW, Lindy M. *et al.* Cardiovascular and perceptual responses to blood-flow-restricted resistance exercise with differing restrictive cuffs. *Clinical physiology and functional imaging*, v. 32, n. 5, p. 331-337, 2012.

SAKAMAKI, M. *et al.* Blood pressure response to slow walking combined with KAATSU in the elderly. *International Journal of KAATSU Training Research*, v. 4, n. 1, p. 17-20, 2008.

SHIMIZU, Ryosuke *et al.* Low-intensity resistance training with blood flow restriction improves vascular endothelial function and peripheral blood circulation in healthy elderly people. *European journal of applied physiology*, v. 116, n. 4, p. 749-757, 2016.

SJ, Kim; DA, Bembem. Effects of short-term, low-intensity resistance training with vascular restriction on arterial compliance in untrained young men. *International Journal of KAATSU Training Research*, v. 5, n. 1, p. 1-8, 2009.

SLYSZ, Joshua; STULTZ, Jack; BURR, Jamie F. The efficacy of blood flow restricted exercise: A systematic review & meta-analysis. *Journal of science and medicine in sport*, v. 19, n. 8, p. 669-675, 2016.

SPRANGER, Marty D. *et al.* Blood flow restriction training and the exercise pressor reflex: a call for concern. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, v. 309, n. 9, p. H1440-H1452, 2015.

SPRICK, Justin D.; RICKARDS, Caroline A. Combining remote ischemic preconditioning and aerobic exercise: a novel adaptation of blood flow restriction exercise. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, v. 313, n. 5, p. R497-R506, 2017a.

SPRICK, Justin D.; RICKARDS, Caroline A. Cyclical blood flow restriction resistance exercise: a potential parallel to remote ischemic preconditioning? *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, v. 313, n. 5, p. R507-R517, 2017b.

STAUNTON, Craig A. *et al.* Haemodynamics of aerobic and resistance blood flow restriction exercise in young and older adults. *European journal of applied physiology*, v. 115, n. 11, p. 2293-2302, 2015.

TAKANO, H. *et al.* Effects of low-intensity “KAATSU” resistance exercise on hemodynamic and growth hormone responses. *International Journal of KAATSU Training Research*, v. 1, n. 1, p. 13-18, 2005.

TAKANO, Haruhito *et al.* Hemodynamic and hormonal responses to a short-term low-intensity resistance exercise with the reduction of muscle blood flow. *European journal of applied physiology*, v. 95, n. 1, p. 65-73, 2005.

THOMAS, H. J.; SCOTT, B. R.; PEIFFER, J. J. Acute physiological responses to low-intensity blood flow restriction cycling. *Journal of science and medicine in sport*, 2018.

HIPÓTESE SOBRE O COMPORTAMENTO DO REFLEXO PRESSOR DURANTE O MÉTODO OCLUSÃO VASCULAR EM INDIVÍDUOS COM DOENÇAS CARDIOVASCULARES

O reflexo pressor que é influenciado pelos estímulos mecânicos e metabólicos que ocorrem nos músculos durante a prática do exercício, medeia o controle sobre a resposta neural, circulatória e também cardíaca. Ele possui dois componentes importantes, os mecanorreflexos e os metaborreflexos musculares (BELLI *et al.*, 2011; SPRANGER *et al.*, 2015).

A importância desses dois componentes durante o exercício é que eles são ativados quimicamente e mecanicamente através de receptores sensíveis localizados no músculo e o método oclusão vascular tem impacto importante sobre esses dois componentes (BELLI *et al.*, 2011; SPRANGER *et al.*, 2015).

Estímulos químicos como o ácido lático, especialmente a acidose são capazes de ativar as fibras aferentes sensoriais IV que são predominantemente associadas aos metaborreflexos. Além disso, estímulos mecânicos como a pressão exercida pela braçadeira durante o método oclusão vascular e alongamento ativam primariamente as fibras aferentes III que são predominantemente associadas aos mecanorreflexos (BELLI *et al.*, 2011; SPRANGER *et al.*, 2015).

No entanto, indivíduos hipertensos, com doença arterial periférica e insuficiência cardíaca congestiva já apresentam aumento do reflexo pressor, sendo exacerbado pela prática do exercício físico realizado juntamente com a oclusão vascular (BELLI *et al.*, 2011; SPRANGER *et al.*, 2015; PIEPOLI *et al.*, 2006; PONIKOWSKI *et al.*, 2011).

Outra questão importante para se avaliar durante o treinamento com oclusão vascular é a resposta neuro-hormonal envolvida. Resultados de estudos anteriores demonstraram que o exercício físico realizado com oclusão vascular reduziu significativamente a atividade parassimpática, aumentou significativamente a atividade simpática, aumentou significativamente as concentrações de noradrenalina, lactato e hormônio do crescimento quando comparado com o exercício realizado sem oclusão vascular (SHIMIZU *et al.*, 2016; IIDA *et al.*, 2007; IIDA *et al.*, 2005; TAKANO *et al.*, 2005a; TAKANO *et al.*, 2005b). Com isso, demonstra-se que a resposta neuro-hormonal é significativamente superior quando o treinamento é realizado com oclusão vascular.

Ao considerar o efeito do método oclusão vascular sobre o reflexo pressor e comando central com subsequente hiperatividade simpática e o aumento dos riscos adversos relacionados aos problemas cardiovasculares. A segurança do método oclusão vascular deve ser avaliada com cautela antes de sua aplicação (SPRANGER *et al.*, 2015). A seguir, temos a Tabela 1 adaptada de estudos anteriores (SHIMIZU *et al.*, 2016; SPRANGER *et al.*, 2015; IIDA *et al.*, 2007; IIDA *et al.*, 2005; TAKANO *et al.*, 2005a; TAKANO *et al.*, 2005b) sobre os efeitos neuro-hormonais e cardiovasculares promovidos pelo reflexo pressor durante o exercício com oclusão vascular.

Tabela 1 Efeitos do reflexo pressor sobre os aspectos neuro-hormonais e cardiovasculares promovidos através do método oclusão vascular durante o exercício

Cardiovasculares	Neuro-hormonais
SNAS↑	Vasopressina (ADH)↑
SNAP↓	Catecolaminas↑
FC↑	GH↑
PAS↑	Atividade da Renina↑
PAD↑	
RVPT↑	
DC↑	

GH = hormônio de crescimento, ADH = hormônio antidiurético, SNAS = sistema nervoso autonômico simpático, SNAP = sistema nervoso autonômico parassimpático, FC = frequência cardíaca, PAS = pressão arterial sistólica, PAD = pressão arterial diastólica, RVPT = resistência vascular periférica total, DC = débito cardíaco.

Outro fator importante e que deve ser analisado em pesquisas futuras é a associação da resposta neuro-hormonal crônica promovida pelo método oclusão vascular e hipertrofia ventricular esquerda. Sabendo que a oclusão vascular pode gerar uma resposta exagerada do reflexo pressor, aumentando a atividade simpática, levando a perigosas elevações da função cardíaca, pressão arterial e resistência vascular periférica (SPRANGER *et al.*, 2015).

A elevação crônica dos fatores hemodinâmicos (aumento da atividade cardíaca) e neuro-humorais (catecolaminas e sistema nervoso autonômico simpático) são responsáveis pelo remodelamento cardíaco patológico (GARCIA; INCERPI, 2008; MACIEL, 2011; VAN DER LAARSE). Aumentando a ativação de vias intracelulares associadas a hipertrofia ventricular concêntrica (GARCIA; INCERPI, 2008; MACIEL, 2011; VAN DER LAARSE). Dentre elas:

- Fosfolipase C (PLC);
- Fosfatil inositol 3-quinase (PI3k);
- Quinase regulada por sinalização extracelular (ERK);
- Diacilglicerol (DAG);
- Calcineurina;
- Fator nuclear de ativação de célula T (NFAT);
- Alvo da rapamicina em mamíferos (mTOR);

A aplicação do método em usuários de esteroides anabolizantes deve ser levada também em consideração. Os mesmos apresentam alterações das estruturas cardíacas e funcionamento, função endotelial comprometida, apresentam perfil lipídico alterado, perfil trombótico elevado, aumento dos níveis de renina, aldosterona e também aumento da atividade nervosa simpática quando comparados com não usuários (ALVES *et al.*, 2010; SCULTHORE *et al.*, 2012). Seria prudente avaliar os riscos trombóticos em usuários de anabolizantes antes de aplicar o método oclusão vascular, pois o êmbolo pode deslocar para o cérebro, coração ou pulmões. Trazendo consequências desastrosas.

Outro fator importante é o uso de suplementos para fins de emagrecimento que possuem substâncias cardioaceleradoras e simpatomiméticas como efedrina, agonistas do receptores beta 2, sibutramina, β -Methylphenethylamine, N-alfa-dietilfeniletilamina, N-caffeoyldopamine, N-coumaroyldopamine e 1,3 dimetilamilamina que aumentam o risco para arritmias, infarto do miocárdio e acidente vascular encefálico (SCULTHORE *et al.*, 2012; GELLER *et al.*, 2015; COHEN, 2014). O uso do método oclusão vascular juntamente com essas substâncias também deve ser avaliado com muita cautela.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, M. J. *et al.* Abnormal neurovascular control in anabolic androgenic steroids users. *Med Sci Sports Exerc*, v. 42, n. 5, p. 865-871, 2010.
- BELLI, Juliana Fernanda Canhadas *et al.* Comportamento do ergorreflexo na insuficiência cardíaca. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 97, n. 2, p. 171-178, 2011.
- COHEN, Pieter A. Hazards of hindsight-monitoring the safety of nutritional supplements. *New England journal of medicine*, v. 370, n. 14, p. 1277-1280, 2014.
- GARCIA, José Antonio Dias; INCERPI, Erika Kristina. Fatores e mecanismos envolvidos na hipertrofia ventricular esquerda e o papel anti-hipertrofico do óxido nítrico. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 90, n. 6, p. 443-450, 2008.
- GELLER, Andrew I. *et al.* Emergency department visits for adverse events related to dietary supplements. *New England Journal of Medicine*, v. 373, n. 16, p. 1531-1540, 2015.
- IIDA, H. *et al.* Hemodynamic and autonomic nervous responses to the restriction of femoral blood flow by KAATSU. *International Journal of KAATSU Training Research*, v. 1, n. 2, p. 57-64, 2005.
- IIDA, Haruko *et al.* Hemodynamic and neurohumoral responses to the restriction of femoral blood flow by KAATSU in healthy subjects. *European journal of applied physiology*, v. 100, n. 3, p. 275-285, 2007.
- MACIEL, Benedito Carlos. A hipertrofia cardíaca na hipertensão arterial sistêmica: mecanismo compensatório e desencadeante de insuficiência cardíaca. *Rev Bras Hipertens*, v. 8, p. 409-13, 2001.
- PIEPOLI, Massimo F. *et al.* Reduced peripheral skeletal muscle mass and abnormal reflex physiology in chronic heart failure. *Circulation*, v. 114, n. 2, p. 126-134, 2006.
- PONIKOWSKI, Piotr P. *et al.* Muscle ergoreceptor overactivity reflects deterioration in clinical status and cardiorespiratory reflex control in chronic heart failure. *Circulation*, v. 104, n. 19, p. 2324-2330, 2001.
- RUWHOF, Cindy; VAN DER LAARSE, Arnoud. Mechanical stress-induced cardiac hypertrophy: mechanisms and signal transduction pathways. *Cardiovascular research*, v. 47, n. 1, p. 23-37, 2000.
- SCULTHORPE, Nicholas *et al.* Cardiovascular risk and androgenic anabolic steroids. *British Journal of Cardiac Nursing*, v. 7, n. 6, p. 266-275, 2012.
- SHIMIZU, Ryosuke *et al.* Low-intensity resistance training with blood flow restriction improves vascular endothelial function and peripheral blood circulation in healthy elderly people. *European journal of applied physiology*, v. 116, n. 4, p. 749-757, 2016.
- SPRANGER, Marty D. *et al.* Blood flow restriction training and the exercise pressor reflex: a call for concern. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, v. 309, n. 9, p. H1440-H1452, 2015.
- TAKANO, H. *et al.* Effects of low-intensity “KAATSU” resistance exercise on hemodynamic and growth hormone responses. *International Journal of KAATSU Training Research*, v. 1, n. 1, p. 13-18, 2005.
- TAKANO, Haruhito *et al.* Hemodynamic and hormonal responses to a short-term low-intensity resistance exercise with the reduction of muscle blood flow. *European Journal of applied Physiology*, v. 95, n. 1, p. 65-73, 2005.

OCCLUSÃO VASCULAR E SEUS EFEITOS SOBRE AS VIAS DE SINALIZAÇÃO DE HIPERTROFIA E ATROFIA MUSCULAR

O treinamento resistido *per se*, estimula o crescimento muscular e diminui a atrofia pela ativação e inibição de vias de sinalização importantes (SPIERING *et al.*, 2008). O mesmo também incita considerável resposta hormonal, como aumento dos níveis de hormônio de crescimento (GH) e hormônio de crescimento tipo insulina (IGF-1) local e sistêmico que ativam as mesmas vias de hipertrofia supracitadas (SPIERING *et al.*, 2008).

O treinamento resistido com oclusão vascular também demonstra resultados favoráveis sobre as vias de sinalização de hipertrofia e atrofia muscular. Fry *et al.* (2010) demonstraram que a síntese proteica pode ficar elevada em até 56% quando o treinamento resistido de baixa intensidade (20% 1RM) foi realizado com oclusão vascular. Além disso, aumentos da fosforilação de proteínas associadas a hipertrofia como S6K1, rpS6, ERK 1/2 e MnK1 que sugerem aumentos da sinalização da via mTOR (importante via para síntese proteica) após o exercício com oclusão vascular foram também identificados no estudo.

Dentre outras adaptações importantes para hipertrofia promovidas pelo treinamento resistido com o método oclusão vascular, Wernbom *et al.* (2013) verificaram aumentos de 33-53% de células satélites após o método oclusão vascular e Laurentino *et al.* (2002) verificaram que a expressão de genes da miostatina que é um importante regulador negativo dos processos de hipertrofia, diminuiu após 8 semanas de treinamento resistido com oclusão vascular, ao passo que, aumento

dos níveis de força muscular, hipertrofia e gene da folistatina que é um importante supressor ou regulador fisiológico da miostatina foram verificados.

Isso representa uma grande aplicabilidade prática para o tratamento de síndromes do desuso, já que em períodos de destreinamento, existe uma correlação negativa entre o aumento dos níveis de miostatina e atrofia das fibras musculares tipo I e tipo II (JESPERSEN *et al.*, 2011). Além do mais, elevações dos níveis de miostatina estão presentes em doenças importantes como câncer, insuficiência cardíaca congestiva, AIDS, doença pulmonar crônica obstrutiva e sarcopenia (ARGILÉS *et al.*, 2012).

O processo de envelhecimento com a sarcopenia que é a perda da massa muscular, está associado com aumentos dos riscos de quedas, fraturas e morte e dentre os biomarcadores utilizados para monitorar o tratamento da sarcopenia, a miostatina e folistatina representam duas importantes variáveis (WOO, 2017).

Considerando que o treinamento resistido com oclusão vascular tem demonstrado induzir hipertrofia com baixa carga (20% 1RM) similar ao treinamento resistido de alta intensidade (PEARSON; HUSSAIN, 2015). Embora envolva baixa tensão mecânica, possui alto estresse metabólico que medeia o processo de hipertrofia pela produção sistêmica de hormônios (hormônio de crescimento) (TANIMOTO; MADARAME; ISHII, 2005), aumenta o recrutamento de fibras rápidas através da ativação da vias aferentes do tipo III e IV e inibição do neurônio motor alfa (YASUDA *et al.*, 2010), induz inchaço celular, ativa vias de sinalização proteica, diminui a expressão de proteínas associadas a atrofia muscular (FOXO, miostatina, MuRF1 e MAFbx) (FRY *et al.*, 2010; JESPERSEN *et al.*, 2011; LAURENTINO *et al.*, 2012; PEARSON; HUSSAIN, 2015), induz dano muscular (PEARSON; HUSSAIN, 2015), aumenta a difusão e proliferação de células satélites (PEARSON; HUSSAIN, 2015; WERNBOM *et al.*, 2013), aumenta a quantidade de espécies reativas de oxigênio e expressão de genes da folistatina (LAURENTINO *et al.*, 2011; PEARSON; HUSSAIN, 2015). Todas as alterações supracitadas são importantes para o processo de hipertrofia. A Tabela 1, adaptada de estudos anteriores (FRY *et al.*, 2010; JESPERSEN *et al.*, 2011; LAURENTINO *et al.*, 2011; PEARSON; HUSSAIN, 2015; TANIMOTO; MADARAME; ISHII, 2005; WERNBOM *et al.*, 2013; YASUDA *et al.*, 2010) apresenta os possíveis efeitos do método oclusão vascular sobre as vias de hipertrofia e atrofia muscular.

Tabela 1 Efeitos do método oclusão vascular sobre as vias de sinalização de hipertrofia e atrofia

Hipertrofia muscular	Atrofia muscular
Estresse metabólico ↑	Fator de transcrição FOXO ↓
Lactato ↑	Miostatina ↓
GH ↑	MuRF1 ↓
IGF-1 ↑	MAFBx ↓
Ativação de células satélites ↑	Via da ubiquitina-proteassoma ↓
PI3K/Akt/mTOR ↑	
Recrutamento de fibras tipo II ↑	
Difusão e proliferação de células satélites ↑	
Interleucina-6 ↑	
Folistatina ↑	

GH = hormônio de crescimento, IGF-1 = hormônio de crescimento tipo insulina, PI3K = fosfatidilinositol-3-quinase; Akt = proteína quinase B, mTOR = alvo da rapamicina em mamíferos, FOXO = *forkhead box O*, MuRF1 = *muscle RING-finger protein-1*, MAFBx = *muscle atrophy Fbox protein*.

Com isso, um grande corpo de conhecimento tem demonstrado adaptações positivas do treinamento resistido de baixa intensidade realizado com oclusão vascular, sendo assim, muito importante nos processos de reabilitação muscular esquelética e sarcopenia (HUGHES *et al.*, 2017). Lixandrão *et al.* (2018) em uma excelente revisão sistemática e meta-análise verificaram que o treinamento resistido de alta intensidade gerou ganhos de força muscular superiores quando comparado com o treinamento resistido com oclusão vascular. No entanto, os ganhos de massa magra foram similares entre os treinos.

Takarada *et al.* (2000) verificaram que o treinamento resistido de baixa intensidade (50% 1RM) e com oclusão vascular quando comparado com o treinamento resistido de alta intensidade (80% 1RM), após 16 semanas de treinamento em mulheres com idade média de 58 anos e saudáveis, induziu hipertrofia e força muscular similares quando comparado com o treinamento resistido de alta intensidade.

Considerando o baixo estresse mecânico e seu importante efeito em induzir hipertrofia e força muscular, o uso do método combinado com o treinamento resistido de baixa intensidade tem potencial efeito em acelerar o processo de recuperação muscular em pessoas idosas, ou diminuir o processo de atrofia muscular causado pela imobilização de membros após cirurgias ou internações (idosos acamados), afetando principalmente as vias de hipertrofia e atrofia muscular (BERG

et al., 2007; BONALDO; SANDRI, 2013, 2013; KORTEBEIN *et al.*, 2007). Idosos acamados, por exemplo, após 10 dias de imobilização diminuem cerca de 30%, 6% e 15% a taxa de síntese proteica, massa magra dos membros inferiores e força muscular, respectivamente (KORTEBEIN *et al.*, 2007).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARGILÉS, Josep M. *et al.* Myostatin: more than just a regulator of muscle mass. *Drug discovery today*, v. 17, n. 13-14, p. 702-709, 2012.
- BERG, Hans E. *et al.* Hip, thigh and calf muscle atrophy and bone loss after 5-week bedrest inactivity. *European journal of applied physiology*, v. 99, n. 3, p. 283-289, 2007.
- BONALDO, Paolo; SANDRI, Marco. Cellular and molecular mechanisms of muscle atrophy. *Disease models & mechanisms*, v. 6, n. 1, p. 25-39, 2013.
- FRY, Christopher S. *et al.* Blood flow restriction exercise stimulates mTORC1 signaling and muscle protein synthesis in older men. *Journal of applied physiology*, v. 108, n. 5, p. 1199-1209, 2010.
- HUGHES, Luke *et al.* Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*, v. 51, n. 13, p. 1003-1011, 2017.
- JESPERSEN, J. G. *et al.* Myostatin expression during human muscle hypertrophy and subsequent atrophy: increased myostatin with detraining. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, v. 21, n. 2, p. 215-223, 2011.
- KORTEBEIN, Patrick *et al.* Effect of 10 days of bed rest on skeletal muscle in healthy older adults. *Jama*, v. 297, n. 16, p. 1769-1774, 2007.
- LAURENTINO, Gilberto Candido *et al.* Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. *Med Sci Sports Exerc*, v. 44, n. 3, p. 406-12, 2012.
- LIXANDRÃO, Manoel E. *et al.* Magnitude of muscle strength and mass adaptations between high-load resistance training versus low-load resistance training associated with blood-flow restriction: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, p. 1-18, 2017.
- PEARSON, Stephen John; HUSSAIN, Syed Robiul. A review on the mechanisms of blood-flow restriction resistance training-induced muscle hypertrophy. *Sports medicine*, v. 45, n. 2, p. 187-200, 2015.
- SPIERING, Barry A. *et al.* Resistance exercise biology. *Sports Medicine*, v. 38, n. 7, p. 527-540, 2008.
- TAKARADA, Yudai *et al.* Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *Journal of applied physiology*, v. 88, n. 6, p. 2097-2106, 2000.

TANIMOTO, M.; MADARAME, H.; ISHII, N. Muscle oxygenation and plasma growth hormone concentration during and after resistance exercise: Comparison between “KAATSU” and other types of regimen. *International Journal of KAATSU Training Research*, v. 1, n. 2, p. 51-56, 2005.

WERNBOM, Mathias *et al.* Acute low-load resistance exercise with and without blood flow restriction increased protein signalling and number of satellite cells in human skeletal muscle. *European journal of applied physiology*, v. 113, n. 12, p. 2953-2965, 2013.

WOO, Jean. Sarcopenia. *Clinics in geriatric medicine*, v. 33, n. 3, p. 305-314, 2017.

YASUDA, Tomohiro *et al.* Venous blood gas and metabolite response to low-intensity muscle contractions with external limb compression. *Metabolism-Clinical and Experimental*, v. 59, n. 10, p. 1510-1519, 2010.

OCCLUSÃO VASCULAR E SUA APLICABILIDADE NA REABILITAÇÃO MUSCULOESQUELÉTICA: UMA ÁREA PROMISSORA

Aumentos da força muscular dependem de uma dose resposta adequada. Rhea *et al.* (2003) em uma meta-análise, concluíram que para indivíduos não treinados a intensidade de treinamento ótima para ganhos de força muscular era de 60% de 1RM (equivalente a 12 repetições máximas), ao passo que, para indivíduos treinados era de 80% de 1 RM (equivalente a 8 repetições máximas). Para os indivíduos idosos, recomenda-se uma intensidade entre 70-79% de 1RM (BORDE; HORTOBÁGYI; GRANACHER, 2015). Porém, cargas equivalentes a 60-79% de 1RM podem impor riscos desnecessários e não são aplicáveis aos idosos frágeis ou pacientes pós-cirurgia, que possuem limitada capacidade física.

Considerando que o treinamento resistido com oclusão vascular impõe menor sobrecarga sobre as articulações quando comparado com o treinamento resistido de alta intensidade. Possui aplicabilidade promissora em idosos com fraqueza muscular, artrite e outras comorbidades ortopédicas.

Baseado nessa informação e considerando que o método oclusão vascular pode ser uma medida preventiva contra a atrofia muscular causada pela desuso (COOK *et al.*, 2010), Cook *et al.* (2017) compararam os efeitos do treinamento resistido de alta intensidade (70% de 1RM) com o treinamento resistido de baixa intensidade e com oclusão vascular (30% 1RM) em idosos com risco para limitação funcional. Os resultados desse estudo demonstraram que após 12 semanas de treinamento, ganhos de força muscular e hipertrofia foram similares entres os grupos.

Takarada, Takazawa e Ishii (2000) avaliaram o efeito do método oclusão vascular sobre os músculos da coxa em pacientes submetidos a cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA). O intuito do estudo foi saber se o método diminuiria o processo de atrofia muscular quando comparado com o grupo de pacientes que não utilizou o método oclusão vascular 13 dias após a cirurgia de LCA.

O método foi aplicado 2 vezes ao dia e consistia em 5 séries de oclusão vascular mantida por 5 minutos e 3 minutos de intervalo de recuperação sem oclusão vascular entre as séries (TAKARADA; TAKAZAWA; ISHII, 2000). Os resultados surpreendentes desse estudo demonstraram que o grupo controle, a área de secção transversa dos extensores e flexores do joelho diminuiu cerca de 20% e 11% respectivamente, enquanto que o grupo que realizou o método oclusão vascular, a área de secção transversa diminuiu somente 9% nos extensores e nos flexores do joelho, demonstrando que o método oclusão vascular aplicado 1 dia após a cirurgia de LCA durante 13 dias seguidos, foi capaz de retardar o processo de atrofia causado pelo desuso muscular pós-cirurgia.

Apesar desse resultado promissor, Iversen, Røstad e Larmo (2016) verificaram que o mesmo protocolo utilizado em uma população de atletas após 14 dias da cirurgia de LCA, não foi capaz de diminuir a atrofia dos extensores de joelho quando comparado ao grupo controle. Devemos considerar que no estudo de Takarada, Takazawa e Ishii (2000) os indivíduos permaneceram no hospital durante os 13 dias após a cirurgia, enquanto que no estudo de Iversen, Røstad e Larmo (2016) os pacientes realizaram o protocolo em casa.

Considerando que a supervisão direta tem uma implicação importante sobre a melhoria do aluno (GENTIL; BOTTARO, 2000; MAZZETI *et al.*, 2000), é importante inferir que o método do estudo de Takarada, Takazawa e Ishii (2000) foi melhor controlado e como consequência obteve melhores resultados.

Na mesma linha de pesquisa, Ohta *et al.* (2003) avaliaram o efeito da reabilitação muscular realizada com oclusão vascular após a cirurgia de LCA. Os indivíduos foram separados em fisioterapia tradicional (sem oclusão vascular) e fisioterapia com oclusão vascular. A força muscular dos extensores e flexores de joelho foi avaliada antes e após 16 semanas da cirurgia, juntamente com a biópsia muscular para fibras do tipo I e II. Embora, sem diferenças entre os grupos, o grupo de indivíduos que realizou a fisioterapia com oclusão vascular apresentou menor declínio da força muscular dos extensores e flexores de joelho após 16 semanas da

cirurgia de LCA. Além disso, o diâmetro das fibras tipo I e tipo II foram superiores no grupo que realizou a fisioterapia com a oclusão vascular quando comparados com o grupo que realizou a fisioterapia tradicional.

O programa de reabilitação ou fisioterapia realizado com oclusão vascular após a cirurgia de LCA (OHTA *et al.*, 2003; TAKARADA; TAKAZAWA; ISHII, 2000) pode ser adaptado em situações práticas. A seguir o detalhamento de uma sugestão de um programa de reabilitação com oclusão vascular baseado em evidências:

- Um dia após a cirurgia de LCA, durante 13 dias seguidos realizar 5 séries de oclusão vascular por 5 minutos, 3 minutos de intervalo de recuperação sem oclusão vascular entre as séries e 2 vezes por dia (TAKARADA; TAKAZAWA; ISHII, 2000).
- Elevação das pernas e adução do quadril mantida por 5 segundos e repetida por 20 vezes – duas séries por dia – 6 vezes por semana durante as semanas 1-8. Após a cirurgia (um dia após a cirurgia até a primeira semana sem nenhuma carga); Semanas 2-4, uma carga com 1 kg foi adicionada aos pés; Semanas 5-8 após a cirurgia, uma carga de 2 kg foi adicionado (OHTA *et al.*, 2003).
- A adução do quadril foi feita com uma bola utilizada na fisioterapia entre os joelhos – 2 séries por dia – 6 vezes por semana durante as semanas 1-12 após a cirurgia (OHTA *et al.*, 2003).
- Agachamento parcial foi realizado por 6 segundos, repetido por 20 vezes. *Step-up* foi realizado subindo e descendo um *step* de 25 cm de altura repetido por 20 vezes (OHTA *et al.*, 2003).
- O agachamento parcial foi realizado 2 séries por dia e o exercício de *step-up* foi realizado 3 vezes por dia durante 6 vezes por semana durante as semanas 5-16 após a cirurgia (durante as semanas 5-6, nenhuma carga; semanas 7-8 após a cirurgia, carga de 4 a 6 kg para deve ser sustentada pelas mãos; semanas 9-12 após a cirurgia, carga de 8 a 10 kg, semanas 13-16 após a cirurgia, 12 a 14 kg) (OHTA *et al.*, 2003).
- Exercícios com elástico foram realizados com movimentos de flexão dos joelhos entre os ângulos 45 e 100°, repetidos por 20 vezes. Realizado com 1 série por dia, 6 vezes por semana durante as semanas 9-12 após a cirurgia e duas séries por dia durante as semanas 13-16 (OHTA *et al.*, 2003).
- Para reabilitação do ligamento cruzado posterior (LCP) usar o método oclusão vascular juntamente com os exercícios *wall squat short* e *one-leg squat*, pois apresentam menor tensão sobre o LCP nesses exercícios quando comparado com o *wall squat long*. Além disso, lembrar que existe maior tensão sobre o LCP entre os ângulos de 80 – 90° (ESCAMILLA *et al.*, 2009).

- Para o LCA a maior tensão é encontrada no exercício *one-leg squat* (ESCAMILLA *et al.*, 2009).
- Exercícios de cadeia cinética fechada como o *leg press* e *squat* apresentam co-contração dos isquiotibiais e quadríceps e isso é importante para minimizar o estresse sobre o LCA. Usar o método oclusão vascular juntamente com esses exercícios (ESCAMILLA *et al.*, 2009).
- Lembrar que a tensão sobre o LCP é maior no exercício *squat* (ESCAMILLA *et al.*, 2009).
- Para o LCA a força de tensão sobre ele na cadeira extensora é duas vezes maior quando a resistência é colocada perto do tornozelo (ESCAMILLA *et al.*, 2012).
- Pode usar a oclusão vascular juntamente com a bicicleta ergométrica em pacientes pós-cirurgia de LCA (ESCAMILLA *et al.*, 2012).
- Nos primeiros meses após a cirurgia de LCA o enxerto e sua fixação são significativamente fracos. Esperar cerca de 8 a 12 semanas para o processo adequado de ligamentização antes de introduzir cargas (ESCAMILLA *et al.*, 2012).
- Verificar se os pacientes receberam profilaxia anticoagulante em grandes cirurgias, pois o risco de trombose pós-operação aumenta (DE BASTOS *et al.*, 2001; LÓPEZ; KEARON; LEE, 2004).

O uso da fisioterapia com oclusão vascular também foi realizado em pacientes pós-cirurgia de artroscopia de joelho. Em um estudo aleatório controlado, realizado por Tennent *et al.* (2017), pacientes foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos (fisioterapia tradicional e fisioterapia com oclusão vascular). Duas semanas após a cirurgia e liberação de seu cirurgião, passaram por 12 sessões de fisioterapia supervisionada durante 6 semanas. Os resultados do estudo demonstraram que o grupo que realizou a fisioterapia com oclusão vascular (30% de 1RM, 4 séries de 30/15/15/15 repetições) quando comparado ao grupo que realizou a terapia tradicional, apresentou aumentos superiores na força muscular (extensores e flexores), hipertrofia muscular (circunferência da coxa) e funcionalidade.

Yow *et al.* (YOW *et al.*, 2008) comentaram que os esforços tradicionais da reabilitação normalmente resultam em retorno incompleto para a função que o indivíduo deseja exercer. Com isso, o uso da reabilitação juntamente com a oclusão vascular permitirá uma recuperação em menor tempo, aumento da força muscular e melhoria da funcionalidade, considerando que os tecidos requerem tempo para cicatrização adequada antes que cargas sejam impostas com segurança (YOW *et al.*, 2008). A prática tradicional da reabilitação foca na mobilização precoce,

aumento progressivo da força, melhoria da amplitude de movimento durante os exercícios e não aplicação ou regulação rigorosa do estresse mecânico deletério no tecido que ainda está em processo de cicatrização (YOW *et al.*, 2008).

Considerando que a força muscular do quadríceps, diâmetro das fibras tipo I e II, infiltração de gordura e área de secção transversa podem ficar prejudicadas 1 ano ou 48 meses após a cirurgia de LCA quando comparado com o membro não operado e que a resolução dos fatores após a cirurgia de LCA somente acontece após 2 anos (ARANGIO *et al.*, 1997; LOPRESTI *et al.*, 1998; NAGELLI; HEWETT, 2017). O método oclusão vascular sendo aplicado desde o início representa uma área promissora até para o retorno antecipado e com segurança as atividades cotidianas.

Considerando que o método oclusão vascular usando baixas cargas (20 a 30% 1 RM) apresenta ganhos de força e hipertrofia similares ao treinamento resistido de alta intensidade ($\geq 60\%$ de 1RM), o seu uso torna-se importante até em rupturas do tendão calcâneo utilizando o mesmo protocolo do estudo de Tennent *et al.* (2017) (30% de 1RM, 4 séries de 30/15/15/15 repetições), apresentando resultados surpreendentes (YOW *et al.*, 2018).

A caminhada lenta com oclusão vascular tem demonstrando importantes efeitos positivos sobre as respostas hormonais (GH), hipertrofia e força muscular quando comparado com a caminhada sem oclusão vascular após 3 semanas de intervenção. Além disso, marcadores sanguíneos de dano muscular (atividade CPK e mioglobina) não foram elevados após a aplicação da caminhada lenta com oclusão vascular (ABE; KEARNS; SATO, 2006).

A dose resposta da frequência de treinamento também influencia as respostas hipertróficas e ganhos de força muscular, sendo superior para caminhada lenta com oclusão vascular realizada 2 vezes por dia e 6 vezes por semana (ABE; KEARNS; SATO, 2006) quando comparado com 1 por dia e 6 vezes por semana (ABE *et al.*, 2009).

Esses dados sugerem que ganhos significativos de hipertrofia e força muscular podem ser alcançados sem danos musculares pela prática de exercícios de baixa intensidade e com oclusão vascular (ABE; KEARNS; SATO, 2006). Com isso, o método oclusão vascular pode ser benéfico para populações específicas, incluindo idosos, ou indivíduos debilitados que não podem tolerar exercícios com alta intensidade ou carga (COOK *et al.*, 2017; BRYK *et al.*, 2016; OHTA *et al.*, 2003; TAKARADA; TAKAZAWA; ISHII, 2000; YASUDA *et al.*, 2017).

Bryk *et al.* (2016) demonstraram em um estudo aleatório controlado que o treinamento resistido de baixa intensidade (30% de 1RM) quando comparado com o método tradicional (70% de 1RM) induziu melhorias similares sobre a força muscular do quadríceps, funcionalidade e declínio da dor em pacientes mulheres com osteoartrite e idade média de 62 anos após 6 semanas de treinamento. Além disso, pacientes no grupo com oclusão vascular apresentaram dor inferior na parte anterior do joelho quando comparado com o método tradicional. Ferraz *et al.* (2017) também demonstraram efeitos similares entre o treinamento tradicional (80% de 1RM) quando comparado com o treinamento resistido de baixa intensidade e com oclusão vascular (30% de 1 RM) no aumento da força muscular, hipertrofia, funcionalidade e dor em mulheres idosas com osteoartrite. Outro fator importante do estudo foram as desistências no treinamento tradicional devido a dor durante o treinamento. Demonstrando que menor estresse sobre as articulações e menor dor foram importantes para maior aderência no treinamento com oclusão vascular.

Sobrecarregar uma articulação com danos estruturais com um percentual alto de carga (> 60% de 1RM) não será tolerado e possivelmente induzirá lesões em um indivíduo que já possui dores no joelho ao realizar as atividades do cotidiano. Devido a baixa tolerância e ao alto risco conferido com carga altas, existe a necessidade para formas alternativas de treinamento (SEGAL *et al.*, 2015).

Com isso, Segal *et al.* (2015) em um estudo duplo cego e aleatório controlado verificaram que o treinamento resistido de baixa de intensidade (30% de 1RM) e com oclusão vascular após 4 semanas foi suficiente em aumentar a força muscular, potência e sem exacerbar as dores no joelho em mulheres com idade entre 45 e 65 anos e risco para osteoartrite assintomático, apesar de resultados controversos em homens com risco para osteoartrite do mesmo grupo de pesquisa (SEGAL; DAVIS; MIKESKY, 2015).

Giles *et al.* (2017) verificaram também que o treinamento resistido de baixa intensidade (30% de 1RM) e com oclusão vascular quando comparado com o treinamento resistido tradicional (70% de 1RM) possui resultados similares para a redução da dor em atividades cotidianas e aumentos da força muscular no quadríceps em indivíduos com síndrome patelar femoral. Fato importante verificado por Vasileios, Rodney e Konstantinos (2018) demonstrando que uma única sessão

aguda de treino de baixa carga e com oclusão vascular reduziu a dor anterior no joelho e seu efeito perdurou por 45 minutos. Demonstrando que uma única sessão com restrição do fluxo sanguíneo pode ser um método seguro em induzir hipotalgesia e com isso permitir exercícios de maior intensidade realizados terapeuticamente.

O programa de reabilitação ou fisioterapia realizado com oclusão vascular para indivíduos com osteoartrite (BRYK *et al.*, 2016; FERRAZ *et al.*, 2017; SEGAL *et al.*, 2015; GILES *et al.*, 2017; SEGAL; DAVIS; MIKESKY, 2015; VASILEIOS; RODNEY; KONSTANTINOS, 2018) pode ser adaptado em situações práticas. A seguir o detalhamento de uma sugestão de um programa de reabilitação com oclusão vascular baseado em evidências:

- Frequência de 3 vezes por semana.
- Carga equivalente a 30% de 1RM.
- Alongamento do quadríceps, 3 repetições com duração de 30 segundos.
- Ponte com contrações isométricas dos músculos do transverso do abdômen, 3 repetições de 3 segundos.
- Abdução de quadril com carga (decúbito lateral), 3 séries de 10 repetições com carga referente a 70% de 1RM.
- Adução de quadril com carga, 3 séries de 10 repetições com carga referente a 70% de 1RM.
- Flexão plantar, 3 séries de 10 repetições.
- Treinamento proprioceptivo, 3 séries de 10 repetições
- Cadeira extensora usando o método oclusão vascular, 3 séries de 30 repetições.
- Leg press usando o método oclusão vascular, 4 séries de 15 repetições.

Exercícios realizados dentro da água e com oclusão vascular também demonstraram efeitos importantes sobre os ganhos de força muscular e funcionalidade em mulheres com idade média de 53 anos após 8 semanas de treinamento (ARAÚJO *et al.*, 2015).

Algo importante para se destacar durante os treinos com oclusão vascular é que a percepção subjetiva de esforço será superior quando comparado com os treinos tradicionais e sem oclusão vascular (ABE *et al.*, 2009; OHTA *et al.*, 2003; YASUDA *et al.*, 2010; WEATHERHOLT *et al.*, 2013). Por isso, deve ser abordado e explicado ao aluno antes do treinamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABE, T. *et al.* Skeletal muscle size and strength are increased following walk training with restricted leg muscle blood flow: implications for training duration and frequency. *International Journal of KAATSU Training Research*, v. 5, n. 1, p. 9-15, 2009.
- ABE, Takashi; KEARNS, Charles F.; SATO, Yoshiaki. Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle, Kaatsu-walk training. *Journal of applied physiology*, v. 100, n. 5, p. 1460-1466, 2006.
- ARANGIO, George A. *et al.* Thigh muscle size and strength after anterior cruciate ligament reconstruction and rehabilitation. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, v. 26, n. 5, p. 238-243, 1997.
- ARAÚJO, Joamira P. *et al.* The effects of water-based exercise in combination with blood flow restriction on strength and functional capacity in post-menopausal women. *Age*, v. 37, n. 6, p. 110, 2015.
- BORDE, Ron; HORTOBÁGYI, Tibor; GRANACHER, Urs. Dose–response relationships of resistance training in healthy old adults: a systematic review and meta-analysis. *Sports medicine*, v. 45, n. 12, p. 1693-1720, 2015.
- BRYK, Flavio Fernandes *et al.* Exercises with partial vascular occlusion in patients with knee osteoarthritis: a randomized clinical trial. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, v. 24, n. 5, p. 1580-1586, 2016.
- 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.
- COOK, Summer B. *et al.* Skeletal muscle adaptations following blood flow-restricted training during 30 days of muscular unloading. *Journal of Applied Physiology*, v. 109, n. 2, p. 341-349, 2010.
- DE BASTOS, Marcos *et al.* Tromboprolifaxia: recomendações médicas e programas hospitalares. *Revista da Associação Médica Brasileira*, v. 57, n. 1, p. 88-99, 2011.
- ESCAMILLA, Rafael *et al.* Cruciate ligament force during the wall squat and the one-leg squat. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 41, n. 2, p. 408, 2009.
- ESCAMILLA, Rafael F. *et al.* ACL Strain and Tensile Forces for Weight Bearing and Non—Weight-Bearing Exercises After ACL Reconstruction: A Guide to Exercise Selection. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, v. 42, n. 3, p. 208-220, 2012.
- ESCAMILLA, Rafael F. *et al.* Effects of technique variations on knee biomechanics during the squat and leg press. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 33, n. 9, p. 1552-1566, 2001.
- FERRAZ, Rodrigo Branco *et al.* Benefits of Resistance Training with Blood Flow Restriction in Knee Osteoarthritis. *Medicine and science in sports and exercise*, 2017.

GENTIL, Paulo; BOTTARO, Martim. Influence of supervision ratio on muscle adaptations to resistance training in nontrained subjects. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 24, n. 3, p. 639-643, 2010.

GILES, Lachlan *et al.* Quadriceps strengthening with and without blood flow restriction in the treatment of patellofemoral pain: a double-blind randomised trial. *Br J Sports Med*, v. 51, n. 23, p. 1688-1694, 2017.

IVERSEN, Erik; RØSTAD, Vibeke; LARMO, Arne. Intermittent blood flow restriction does not reduce atrophy following anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Sport and Health Science*, v. 5, n. 1, p. 115-118, 2016.

LÓPEZ, José A.; KEARON, Clive; LEE, Agnes YY. Deep venous thrombosis. *ASH Education Program Book*, v. 2004, n. 1, p. 439-456, 2004.

LOPRESTI, CHARLES *et al.* Quadriceps insufficiency following repair of the anterior cruciate ligament. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, v. 9, n. 7, p. 245-249, 1988.

MAZZETTI, Scott A. *et al.* The influence of direct supervision of resistance training on strength performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 32, n. 6, p. 1175-1184, 2000.

NAGELLI, Christopher V.; HEWETT, Timothy E. Should return to sport be delayed until 2 years after anterior cruciate ligament reconstruction? Biological and functional considerations. *Sports Medicine*, v. 47, n. 2, p. 221-232, 2017.

OHTA, Haruyasu *et al.* Low-load resistance muscular training with moderate restriction of blood flow after anterior cruciate ligament reconstruction. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, v. 74, n. 1, p. 62-68, 2003.

RHEA, Matthew R. *et al.* A meta-analysis to determine the dose response for strength development. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 35, n. 3, p. 456-464, 2003.

SEGAL, Neil A. *et al.* Efficacy of blood flow-restricted, low-load resistance training in women with risk factors for symptomatic knee osteoarthritis. *PM&R*, v. 7, n. 4, p. 376-384, 2015.

SEGAL, Neil; DAVIS, Maria D.; MIKESKY, Alan E. Efficacy of blood flow-restricted low-load resistance training for quadriceps strengthening in men at risk of symptomatic knee osteoarthritis. *Geriatric orthopaedic surgery & rehabilitation*, v. 6, n. 3, p. 160-167, 2015.

TAKARADA, Yudai; TAKAZAWA, Haruo; ISHII, Naokata. Applications of vascular occlusion diminish disuse atrophy of knee extensor muscles. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 32, n. 12, p. 2035-2039, 2000.

TENNENT, David J. *et al.* Blood flow restriction training after knee arthroscopy: a randomized controlled pilot study. *Clinical Journal of Sport Medicine*, v. 27, n. 3, p. 245-252, 2017.

VASILEIOS, Korakakis; 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.

WEATHERHOLT, Alyssa *et al.* Modified Kaatsu training: adaptations and subject perceptions. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 45, n. 5, p. 952-961, 2013.

YASUDA, Tomohiro *et al.* Effect of KAATSU training on thigh muscle size and safety for a patient with knee meniscectomy over 3 years. *International Journal of KAATSU Training Research*, v. 13, n. 1, p. 11-14, 2017.

YASUDA, Tomohiro *et al.* Venous blood gas and metabolite response to low-intensity muscle contractions with external limb compression. *Metabolism-Clinical and Experimental*, v. 59, n. 10, p. 1510-1519, 2010.

YOW, Bobby G. *et al.* Blood flow restriction training after achilles tendon rupture. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, v. 57, n. 3, p. 635-638, 2018.

EFEITOS DO MÉTODO OCLUSÃO VASCULAR SOBRE AS ADAPTAÇÕES TENDÍNEAS

As respostas adaptativas do tendão ao exercício físico representam uma área de grande interesse. Considerando que o movimento humano ocorre devido a força criada pelos músculos e transmitida aos ossos via tendão, o efeito do método oclusão vascular sobre as adaptações tendíneas é também um tema que deve ser explorado em estudos futuros, principalmente associado a reabilitação.

O tecido do tendão consiste predominantemente de fibras colágenas do tipo I e III e o papel dos fatores de crescimento como GH e IGF-1 que influenciam o aumento da síntese de colágenos, podem promover um fator protetivo contrarrupturas (KJÆR *et al.*, 2009). Logo, a resposta hormonal promovida pelo método oclusão vascular é de grande interesse.

O treinamento resistido *per se* e a manipulação de suas variáveis, podem influenciar a resposta hormonal durante o treinamento. Além disso, as respostas hormonais induzidas quando o treinamento resistido é realizado com a oclusão vascular podem influenciar também as adaptações tendíneas.

A secreção do GH é estimulada por um ambiente intramuscular ácido e a mesma via que estimula uma maior resposta do sistema nervoso autonômico simpático através do metaborreceptores e mecanoreceptores é também a mesma via que estimula maior secreção de GH pela glândula pituitária anterior quando o pH está baixo (LOENNEKE; WILSON; WILSON, 2010).

Kubo *et al.* (2010) demonstraram pela primeira vez que as adaptações tendíneas não ocorrem similarmente aos aumentos de força muscular, hipertrofia e ganhos neurais. As adaptações tendíneas (*stiffness*) em seu estudo somente atingiram

significância estatística após 3 meses de treinamento. No entanto, permaneceram acima dos valores basais após 3 meses de destreinamento.

Parece também que existe uma dose resposta para adaptações tendíneas e Grosset *et al.* (GROSSET *et al.*, 2014) verificaram que em idosos com idade entre 68 e 74 anos separados em dois grupos, somente o grupo que treinou com uma intensidade de 80% de 1RM teve adaptações tendíneas quando comparado ao grupo de baixa intensidade (40% de 1RM) após 12 semanas de treinamento. Concluindo que o treinamento de baixa intensidade não gera adaptações benéficas aos tendões em indivíduos idosos.

Com isso, Kubo *et al.* (2006) demonstraram pela primeira vez que após 12 semanas de treinamento resistido e com oclusão vascular realizado com baixa intensidade (20% de 1RM) não promoveu alterações sobre as propriedades tendíneas quando comparado com o treinamento de alta intensidade (80% de 1RM). Sugerindo que somente o estresse mecânico e não metabólico é que contribuirá para as adaptações tendíneas.

O conhecimento dessa adaptação é muito importante principalmente nos processos de reabilitação. Associar a grande resposta hormonal durante o treinamento com oclusão vascular (SHIMIZU *et al.*, 2016; TAKANO *et al.*, 2005) a uma melhor adaptação tendínea ainda precisa de maior esclarecimento em futuras pesquisas científicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GROSSET, Jean-Francois *et al.* Influence of exercise intensity on training-induced tendon mechanical properties changes in older individuals. *Age*, v. 36, n. 3, p. 9657, 2014.

KJÆR, Michael *et al.* From mechanical loading to collagen synthesis, structural changes and function in human tendon. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, v. 19, n. 4, p. 500-510, 2009.

KUBO, Keitaro *et al.* Effects of low-load resistance training with vascular occlusion on the mechanical properties of muscle and tendon. *Journal of applied biomechanics*, v. 22, n. 2, p. 112-119, 2006.

KUBO, Keitaro *et al.* Time course of changes in muscle and tendon properties during strength training and detraining. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 24, n. 2, p. 322-331, 2010.

LOENNEKE, J. P.; WILSON, G. J.; WILSON, J. M. A mechanistic approach to blood flow occlusion. *International journal of sports medicine*, v. 31, n. 01, p. 1-4, 2010.

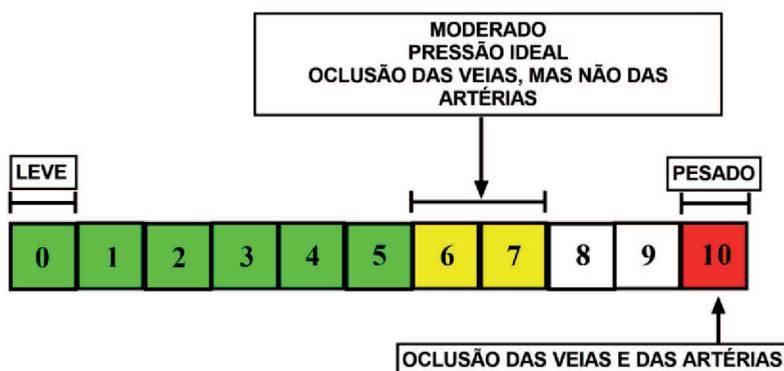
SHIMIZU, Ryosuke *et al.* Low-intensity resistance training with blood flow restriction improves vascular endothelial function and peripheral blood circulation in healthy elderly people. *European journal of applied physiology*, v. 116, n. 4, p. 749-757, 2016.

TAKANO, H. *et al.* Effects of low-intensity “KAATSU” resistance exercise on hemodynamic and growth hormone responses. *International Journal of KAATSU Training Research*, v. 1, n. 1, p. 13-18, 2005.

OCCLUSÃO VASCULAR E SUA APLICAÇÃO NA PRÁTICA CLÍNICA

Antes de sua aplicação na prática clínica, alguns fatores devem ser considerados. Uma escala de percepção de pressão de 0 a 10 pode ser utilizada para quantificar o nível de pressão do manguito durante o treinamento com oclusão vascular para os membros inferiores e superiores. Uma percepção de 0 significa nenhuma pressão, uma percepção de pressão de 6-7 demonstra oclusão das veias, mas não das artérias e uma percepção de 10 é descrita como dor severa e oclusão das veias e artérias. Um exemplo da aplicabilidade prática da escala é apresentado na Figura 1, adaptada de estudos anteriores (WILSON *et al.*, 2013; LOWER *et al.*, 2014). É importante lembrar que uma percepção de 6-7 corresponde a 80% de oclusão das veias, mas não das artérias.

Figura 1 Escala de percepção de pressão para o método oclusão vascular aplicado durante o treinamento resistido



Antes de aplicar o método oclusão vascular, é importante medir as circunferências dos braços e das pernas. A circunferência do braço será medida no nível acromial-radial médio e a da coxa será medida 1 cm abaixo do nível da dobra glútea para a determinação correta do tamanho do manguito que será utilizado (NORTON; OLDS; ALBERNAZ, 2005). O posicionamento dos manguitos para membros superiores é na parte proximal do braço perto da axila e nos membros inferiores é na parte proximal da coxa perto da dobra inguinal (Figura 2).

Figura 2 Posicionamento dos manguitos no membro superior e inferior



Considerando que o treinamento envolve a aplicação de um material específico, tipo um manguito pneumático próximo ao músculo onde o estímulo será aplicado. Infelizmente, devido ao custo do equipamento para grande parte da população o acesso será dificultado. Um dos equipamentos ou manguitos criados mais indicados para a aplicação do método oclusão vascular para braços e pernas é da marca *Kaatsu*, Sato Sports Plaza, Tóquio, Japão. No entanto, manguitos adaptados e vendidos no Brasil podem ser utilizados desde que se considere as circunferências dos braços e pernas (Tabela 1), avaliações dos fatores de risco e utilização da tabela de percepção de pressão antes da aplicação do método.

Após o posicionamento adequado dos manguitos e sobre a roupa e não diretamente sobre a pele, familiarize o indivíduo com a pressão exercida pelo manguito. Com isso, infle o manguito até 120 mmHg e mantenha por 30 segundos. Libere a pressão por 10 segundos e depois infle para uma pressão de 140 mmHg e mantenha por 30 segundos. Libere novamente a pressão por 10s. Faça isso até que se alcance a pressão de 160 mmHg com aumentos de 20 mmHg entre cada inflação e desinflação (ABE *et al.*, 2009; FUKUDA *et al.*, 2013; RENZI; TANAKA; SUGAWARA, 2010). Aumentos de 10 mmHg podem ser realizados a cada dia até o oitavo dia (ABE; KEARNS; SATO, 2006). Uma vez que os manguitos estejam inflados, eles continuam até o final da sessão de treinamento com duração máxima de 15 minutos para membros superiores e 20 minutos para membros inferiores.

É muito importante que durante a ótima pressão onde teremos oclusão das veias, mas não das artérias. O aluno deve sempre apresentar perfusão capilar e isso pode ser verificado ao pressionar a ponta ou porção distal do dedo ou unha e observar se o retorno sanguíneo é inferior a 3 segundos. A coloração de sua pele em seus membros deve ser sempre rosa ou vermelho robusto. Além disso, o cliente deve sentir pulsações embaixo do manguito pneumático. Quando houver perfusão capilar superior a 6 segundos e pele pálida, isso pode ser um indicativo que houve oclusão total das veias e artérias e o treinamento deverá ser interrompido imediatamente.

Tabela 1 Tamanhos apropriados das bandas ou manguitos para serem utilizados

Circunferência dos braços	Circunferência das pernas
<ul style="list-style-type: none"> • Pequeno: 18-28 cm • Moderado: 28-38 cm • Grande: 38-48 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • Pequeno: 40-50 cm • Moderado: 50-60 cm • Grande: 60-70 cm

Abaixo seguem as Tabelas 2 e 3, adaptada de estudos anteriores (LOENNEKE *et al.*, 2012; LOENNEKE *et al.*, 2013; SCOTT *et al.*, 2015; SLYSZ; STULTZ; BURR, 2016) sobre recomendações para a aplicação do método oclusão vascular durante o treinamento resistido e caminhada para aumentos da força muscular e hipertrofia durante a prática clínica.

Tabela 2 Recomendações para aplicação do método oclusão vascular durante o treinamento resistido.

Variáveis	Recomendações
Aplicação do manguito	Próximo ao membro onde será aplicado.
Tipo de manguito	Manguitos largos para as coxas (6-13,5 cm) e manguitos estreitos para os braços (3-6 cm). Manguitos infláveis: 50-80% de pressão para oclusão do fluxo sanguíneo da artéria em repouso.
Tipo de exercício	Exercício uniarticulares e multiarticulares.
Carga no exercício	Exercícios com baixa carga (20-40% 1RM).
Volume de treinamento	50-80 repetições por exercício (séries não precisam ser realizadas até falha).
Intervalo de recuperação entre os exercícios.	30-45 segundos.
Frequência de treinamento.	Populações clínicas: 2-3 sessões por semana. Atletas: 2-4 sessões por semana. Ganhos de hipertrofia são superiores quando o treinamento é realizado 3 vezes na semana quando comparado com duas.
Tempo de treinamento	Quando o treinamento aeróbio for combinado com oclusão vascular, treinos com tempo de duração > que 6 semanas são superiores para ganhos de força muscular. Ganhos de hipertrofia são superiores quando o treinamento tem duração > que 8 semanas de treinamento.
Pressão	Ganhos de força muscular foram superiores quando a pressão no manguito foi > que 150 mmHg.
Pressão no manguito de acordo com a circunferência da coxa	< 45-50 cm: 120 mmHg. 51-55 cm: 150 mmHg. 56-59 cm: 180 mmHg. ≥ 60 cm: 2010 mmHg. A circunferência da coxa é um fator determinante para a pressão de oclusão sobre a artéria. Além disso, o uso da pressão arterial sistólica para determinação do nível de pressão de oclusão atualmente é questionado.
Duração da sessão de treinamento com o método oclusão vascular	Não exceder 15 minutos para membros superiores e 20 minutos para membros inferiores.

Tabela 3. Pontos importantes para aplicação do método oclusão vascular durante o treinamento resistido.

Variáveis	Pontos importantes
Aplicação do manguito	Não aplicar diretamente sobre a pele.
Tipo de manguito	Circunferência do membro: grandes membros requerem alta pressão. Largura do manguito: manguitos largos alcançam oclusão com baixas pressões quando comparados com manguitos estreitos
Tipo de exercício	O tipo de exercício que pode ser tolerado pelo aluno deve ser considerado antes de aplicar o método.
Carga no exercício	Séries múltiplas de baixa carga e com oclusão vascular promovem estímulos metabólicos similares ao treinamento resistido de alta intensidade.
Volume de treinamento	Padrão esquemático de 30-15-15-15 repetições.
Intervalo de recuperação entre os exercícios.	A oclusão deve ser mantida durante o intervalo de recuperação.
Frequência de treinamento.	Pode ser treinado duas vezes por dia.
Tempo de treinamento	Para a velocidade da caminhada, ganhos de força são superiores quando a intensidade é > que 70 metros por minuto.
Pressão	Uso de pressão personalizada baseada na pressão de oclusão do membro do aluno. Ademais, uso da restrição moderado do fluxo sanguíneo entre 40 a 80% da pressão de oclusão do membro.
Pressão no manguito de acordo com a circunferência da coxa	Nesse estudo o percentual da carga foi de 30% de 1RM e foi usado 60% de oclusão da artéria. Estudos ainda são necessários para examinar a eficácia dessas recomendações. Além disso, guias específicos para membros superiores ainda não foram publicados.
Duração da sessão de treinamento com o método oclusão vascular	Os usuários podem sentir um leve formigamento nos dedos das mãos e dos pés durante o treinamento com oclusão vascular. No entanto, o treino deve ser interrompido imediatamente se o aluno sentir tontura ou dormência dos membros.

Para a prescrição do treinamento resistido com oclusão vascular, podemos verificar que até o momento utiliza-se o percentual de 1RM. O teste de 1RM (a maior quantidade de carga levantada durante uma única repetição) tem sido reconhecida como um procedimento padrão e apesar de ser aceito em populações de todas as idades, poucos estudos tem reportado informações importantes sobre sua segurança em idosos. Com isso, precauções adicionais são essenciais nessa população ou indivíduos com inabilidade de levantar cargas elevadas.

Considerando que o teste de 1RM pode induzir instabilidades hemodinâmicas ou lesões musculoesqueléticas em idosos (DE VOS *et al.*, 2008; POLLOCK *et al.*, 1991; SHAW *et al.*, 1995). As adaptações promovidas pelos estudos de Shimizu *et al.* (2016) e Cook *et al.* (2017) estimando a carga de 1RM usando o número de repetições submáximas (< 10 repetições) pode ser considerada uma ótima alternativa através de equações (BRZYCKI, 1993) para a prescrição de treinos baseados no percentual de 1 RM.

Por exemplo, se 8 repetições foram realizadas com uma carga de 56 kg, o cálculo a seguir poderia ser utilizado para estimar 1 RM na cadeira extensora e depois 30% de 1RM.

Estimativa de 1RM: carga submáxima (kg)/102,78 – 2,78 x número de repetições) /100 (BRZYCKI, 1993).

$$1RM = 102,78 - 2,78 (\text{repetições})$$

$$1RM = 102,2,78 (8 \text{ repetições})$$

$$1RM = 102,78 - 22,24$$

$$1RM = 80,54/100$$

$$1RM = 56 \text{ kg}/0,8054$$

$$1RM = 69,53 \text{ kg.}$$

É importante notar que a equação nos estudos supracitados foi utilizada para a prescrição do treinamento com oclusão vascular utilizando os exercícios cadeira extensora, leg press, supino e remada (COOK *et al.*, 2017; SHIMIZU *et al.*, 2016).

É muito importante que o profissional da área da saúde considere também para qual tipo de exercício e população que a equação de estimação de 1RM foi validada, não significando que esta possa ser utilizada em qualquer indivíduo ou exercício físico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABE, T. *et al.* Skeletal muscle size and strength are increased following walk training with restricted leg muscle blood flow: implications for training duration and frequency. *International Journal of KAATSU Training Research*, v. 5, n. 1, p. 9-15, 2009.
- ABE, Takashi; KEARNS, Charles F.; SATO, Yoshiaki. Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle, Kaatsu-walk training. *Journal of applied physiology*, v. 100, n. 5, p. 1460-1466, 2006.
- BRZYCKI, Matt. Strength testing-predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, v. 64, n. 1, p. 88-90, 1993.
- 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.
- DE VOS, Nathan J. *et al.* Continuous hemodynamic response to maximal dynamic strength testing in older adults. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, v. 89, n. 2, p. 343-350, 2008.
- FUKUDA, T. *et al.* Low-intensity kaatsu resistance exercises using an elastic band enhance muscle activation in patients with cardiovascular diseases. *International Journal of KAATSU Training Research*, v. 9, n. 1, p. 1-5, 2013.
- LOENNEKE, Jeremy P. *et al.* Blood flow restriction does not result in prolonged decrements in torque. *European journal of applied physiology*, v. 113, n. 4, p. 923-931, 2013.
- LOENNEKE, Jeremy P. *et al.* Effects of cuff width on arterial occlusion: implications for blood flow restricted exercise. *European journal of applied physiology*, v. 112, n. 8, p. 2903-2912, 2012.
- LOWERY, Ryan P. *et al.* Practical blood flow restriction training increases muscle hypertrophy during a periodized resistance training programme. *Clinical physiology and functional imaging*, v. 34, n. 4, p. 317-321, 2014.
- NORTON, Kevin; OLDS, Tim; ALBERNAZ, Nilda Maria Farias de. Antropométrica: um livro sobre medidas corporais para o esporte e cursos da área de saúde. In: Antropométrica: um livro sobre medidas corporais para o esporte e cursos da área de saúde. 2005.
- POLLOCK, Michael L. *et al.* Injuries and adherence to walk/jog and resistance training programs in the elderly. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 23, n. 10, p. 1194-1200, 1991.
- RENZI, Christopher P.; TANAKA, Hirofumi; SUGAWARA, Jun. Effects of leg blood flow restriction during walking on cardiovascular function. *Medicine and science in sports and exercise*, v. 42, n. 4, p. 726, 2010.
- SCOTT, Brendan R. *et al.* Exercise with blood flow restriction: an updated evidence-based approach for enhanced muscular development. *Sports medicine*, v. 45, n. 3, p. 313-325, 2015.

SHAW, Carl E.; MCCULLY, Kevin K.; POSNER, Joel D. Injuries during the one repetition maximum assessment in the elderly. *Journal of cardiopulmonary rehabilitation*, v. 15, n. 4, p. 283-287, 1995.

SHIMIZU, Ryosuke *et al.* Low-intensity resistance training with blood flow restriction improves vascular endothelial function and peripheral blood circulation in healthy elderly people. *European journal of applied physiology*, v. 116, n. 4, p. 749-757, 2016.

SLYSZ, Joshua; STULTZ, Jack; BURR, Jamie F. The efficacy of blood flow restricted exercise: A systematic review & meta-analysis. *Journal of science and medicine in sport*, v. 19, n. 8, p. 669-675, 2016.

WILSON, Jacob M. *et al.* Practical blood flow restriction training increases acute determinants of hypertrophy without increasing indices of muscle damage. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 27, n. 11, p. 3068-3075, 2013.

VIABILIDADE CLÍNICA DO MÉTODO OCCLUSÃO VASCULAR E PERSPECTIVAS PARA O FUTURO

O desenvolvimento do método apresenta grande aplicabilidade e significância clínica, pois pode ser introduzido em cenários onde o treinamento de alta intensidade não será adequado. No entanto, uma das grandes preocupações com o treinamento são associadas as respostas adversas cardiovasculares, formação de trombo, dano vascular, dano sobre o nervo e dano muscular (LOENNEKE *et al.*, 2014; MANINI; CLARK, 2009).

A teoria de Hormese pode ser aplicada ao treinamento com oclusão vascular onde doses baixas e moderadas de oclusão vascular produzem efeitos benéficos, ao passo que, altas pressões diminuirão os benefícios do método e aumentarão os riscos para a saúde do paciente (LOENNEKE *et al.*, 2014; MANINI; CLARK, 2009). Considerando ainda que temos dados limitados sobre a temática e principalmente sobre sua segurança. Devemos ter cautela quanto a necessidade de sua aplicação imediata. Portanto, necessitamos de mais estudos a longo prazo para avaliação de sua segurança e viabilidade em populações que já apresentam fatores de risco cardiovascular (LOENNEKE *et al.*, 2014; MANINI; CLARK, 2009).

A própria escala de 0 a 10 recomendada nesse livro foi originalmente desenvolvida para jovens homens que já praticavam treinamento resistido e mais trabalhos são necessários para determinar se a escala pode ser apropriadamente aplicada em outras populações (MATTOCKS *et al.*, 2018). Com isso, uma alternativa a escala, será apalpar a artéria radial (membros superiores) ou a artéria tibial posterior (membros inferiores) para verificar se existe pulsação durante a prática clínica (MATTOCKS *et al.*, 2018).

A largura do manguito, tipo de material e características do aluno possuem efeitos sobre a quantidade de pressão que deverá ser exercida para a restrição do fluxo sanguíneo e a prática de aplicar a mesma pressão absoluta para todas as pessoas deve ser desencorajada (MATTOCKS *et al.*, 2018).

É muito importante que o leitor estude afundo o método antes de sua aplicação em populações clínicas ou atletas. Além disso, procurar a opinião de especialistas ATUALIZADOS no assunto será fundamental. Portanto, a atualização constante na área e leitura de artigos científicos sobre a temática é essencial para o profissional que deseja fazer uso desse método. O livro sempre será apenas uma parte resumida das informações e consequentemente passível de viés.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LOENNEKE, J. P. *et al.* Blood flow restriction pressure recommendations: the hormesis hypothesis. *Medical hypotheses*, v. 82, n. 5, p. 623-626, 2014.

MANINI, Todd M.; CLARK, Brian C. Blood flow restricted exercise and skeletal muscle health. *Exercise and sport sciences reviews*, v. 37, n. 2, p. 78-85, 2009.

MATTOCKS, Kevin T. *et al.* The Application of Blood Flow Restriction: Lessons From the Laboratory. *Current sports medicine reports*, v. 17, n. 4, p. 129-134, 2018.