

OCLUSÃO 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 feito 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-contracção 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 hipoalgesia 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.* Trombopprofilaxia: 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.