

Módulo 4: Novos paradigmas no treino da força: musculação através da oclusão vascular

4.1 Bases da musculação tradicional versus musculação através da oclusão vascular ou *blood flow restriction* (BFR)

4.1.1 Diferenças fundamentais do treino através da oclusão vascular em comparação com a utilização simples de resistências de diferentes tipos

Neste módulo vamos tentar entrar numa dimensão da musculação hipertrófica que difere dos métodos tradicionais. Trata-se de entender por que razão os trabalhos a baixas intensidades provocam hipertrofias semelhantes aos trabalhos da musculação tradicional. Isto deve-se aos aspetos que nos são oferecidos pelas novas tendências relativamente ao trabalho de hipertrofia e falamos do treino com restrição de fluxo sanguíneo ou treino oclusivo (*blood flow restriction*).

Vamos analisar as bases e os âmbitos de aplicação desta metodologia de treino. A razão por que são obtidos êxitos parecidos na musculação com uma técnica e outra. Em caso algum vamos tentar enfrentar as técnicas, pelo contrário, veremos que existe um contínuo no trabalho de musculação desde que o tecido foi lesionado (isto é, desde o momento em que o indivíduo é incapaz de aplicar cargas) até podermos ser capazes de provocar stresse em altas intensidades. Assim, vamos beneficiar dos dois sistemas de musculação, tanto o tradicional como o treino oclusivo, durante o processo de readaptação posterior a uma lesão.

Em primeiro lugar, vamos considerar como ponto de partida o motivo de origem do treino com restrição do fluxo sanguíneo. Donnelly et al. (2009) explica que, de acordo com o Colégio Americano de Medicina do Desporto (ACSM em inglês), o treino de força tanto para um aumento da mesma como para o aumento do volume de massa muscular (hipertrofia) deve cumprir os seguintes requisitos:

- Utilizar intensidades de trabalho entre moderadas e elevadas.
- Selecionar entre 8 e 10 exercícios para membros inferiores, e superiores.
- Esses exercícios devem estimular grandes grupos musculares.
- A frequência de utilização de cada um destes exercícios deve ser de 2 a 3 vezes por semana.
- A intensidade de treino deve ser superior a 65% da força de uma repetição máxima (1RM) do indivíduo.

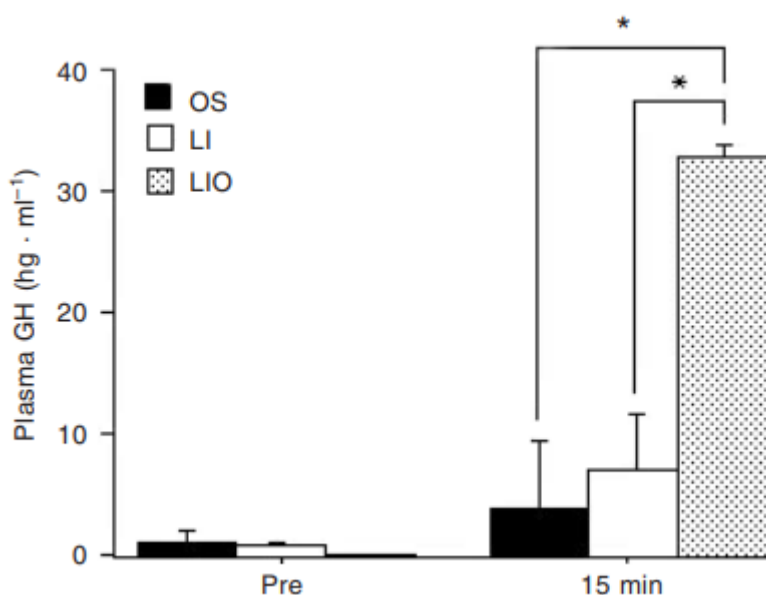
Esta proposta adapta-se ao princípio de tensão mecânica que propõe que, para produzir adaptações através do treino da força, devem ser utilizadas cargas de intensidade suficiente para estimular o músculo esquelético. Meyer (2006) propõe que, para obter uma quantidade de hipertrofia significativa, a intensidade da carga utilizada no treino da força, deve ser substancialmente superior à que era utilizada em trabalhos anteriores. No entanto, nos primeiros estádios de treino posteriores a uma lesão, provavelmente os sujeitos não estão em condições de treinar a força a intensidades elevadas com a intenção de recuperar da atrofia produzida pelo processo de perda de treino que a lesão pode implicar. É aqui que o treino com oclusão do fluxo sanguíneo ganha sentido.

O treino de oclusão vascular trata da aplicação de uma pressão externa (semelhante a um torniquete, mas sem alcançar a oclusão completa) em dado membro, para dificultar a circulação sanguínea durante a execução de um determinado movimento. Para sermos mais exatos, pretende-se uma oclusão total da circulação venosa e uma oclusão parcial da artéria, no membro do qual se tenta obter um determinado resultado através do trabalho da força. Com este método não se procura realizar um torniquete, isto é, não se procura ocluir totalmente o segmento. Isto significa que não existe um risco elevado para um trabalho curto no tempo. Para além disso, quando pensamos em prescrição do exercício físico não pretendemos chegar a uma obstrução total, uma vez que a mesma não é necessária para cumprir o objetivo da metodologia apresentada. Também não podemos esquecer que nas salas de operações são realizados todos os dias torniquetes que podem exceder a hora de duração e isto não provoca danos permanentes. Sem ir mais longe, quando estamos sentados já estamos a realizar oclusões parciais, uma vez que é produzida a descarga do peso corporal sobre uma estrutura e isto dificulta a circulação.

Retomemos o princípio de tensão mecânica e as limitações que este trabalho pode apresentar em determinadas populações. Quando o trabalho muscular é realizado a uma intensidade entre 20 e 30% de 1RM, mas com uma diminuição na circulação de retorno, o que vamos produzir é uma diminuição no fornecimento de oxigénio ao tecido muscular, isto é, hipoxia. Este fenómeno, por sua vez, será responsável por uma cascata hormonal que facilita a síntese proteica, entre outros fenómenos.

Neste sentido, a figura 1 mostra como o treino com oclusão sanguínea provoca um aumento significativo na quantidade de hormona de crescimento (GH) em plasma sanguíneo, relativamente ao treino sem oclusão ou apenas oclusão sem treino. Ambos os protocolos de treino a baixa intensidade consistiam em 15 repetições a 20% de intensidade relativamente à 1RM.

Figura 1. Resposta hormonal ao treino oclusivo em comparação com o treino sem oclusão



Fonte: Takarada, Tsuruta e Ishii, 2004, p. 590.

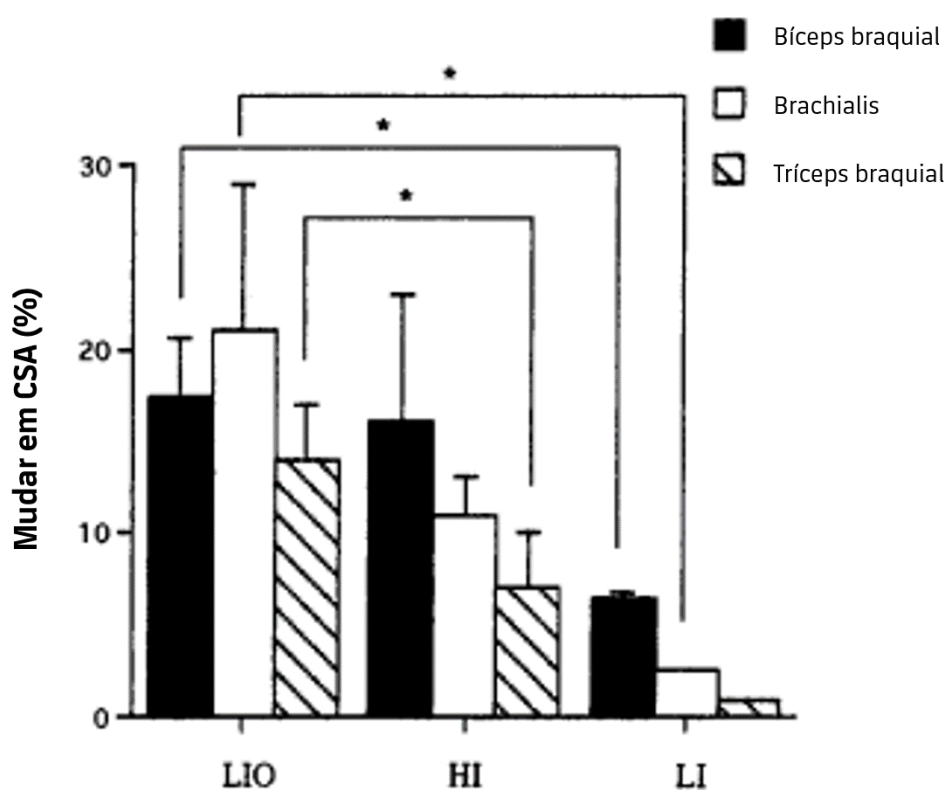
OS = Oclusão sanguínea e repouso por 10 minutos; LI = Treino a baixa intensidade sem oclusão; LIO = Treino a baixa intensidade com oclusão.

Neste estudo, Takarada e os seus colaboradores (2004) não só encontraram melhorias a nível de acumulação de hormonas. A força e a secção transversal dos músculos envolvidos (neste caso extensores de joelho) aumentaram em média 9,3% e 10,3 % respetivamente.

Talvez isto explique por que razão quando treinamos a força com métodos tradicionais, procuramos não apenas um trabalho de intensidade elevada mas também a falha muscular. Tradicionalmente, os argumentos desta estratégia estão relacionados com o recrutamento de fibras musculares. No entanto, atualmente entendemos que esta falha muscular provoca uma hipoxia ou uma diminuição do fornecimento de oxigénio aos tecidos, o que produz um aumento de metabolitos intracelulares conhecido como stresse metabólico. Assim, a base do treino oclusivo é a acumulação de metabolitos perante um trabalho de força que facilita a libertação de hormonas que têm a ver com a síntese proteica. Tudo isto ocasionado por um estado de fadiga com diminuição no fornecimento de oxigénio ao tecido muscular.

Outro aspeto que parece mediar as respostas ao treino é a intensidade do mesmo. No entanto, quando se trata de treino oclusivo, não parece existir um efeito da intensidade do treino nas adaptações musculares posteriores. Takarada et al. (2000) demonstraram as semelhanças nos aumentos tanto de força como na secção transversal muscular quando comparavam treino da força a intensidade elevada com treino a baixa intensidade com oclusão sanguínea. A figura 2 mostra a percentagem de aumento da secção transversal do músculo (CSA) do treino com diferentes protocolos, durante 16 semanas. Aqui podemos apreciar as semelhanças entre o protocolo de treino a intensidade elevada e o treino com oclusão a baixa intensidade. Para além disso, ambas as modalidades superam amplamente o treino a baixa intensidade sem restrição do fluxo sanguíneo na variável analisada.

Figura 2. Efeitos de diferentes protocolos de treino na hipertrofia muscular



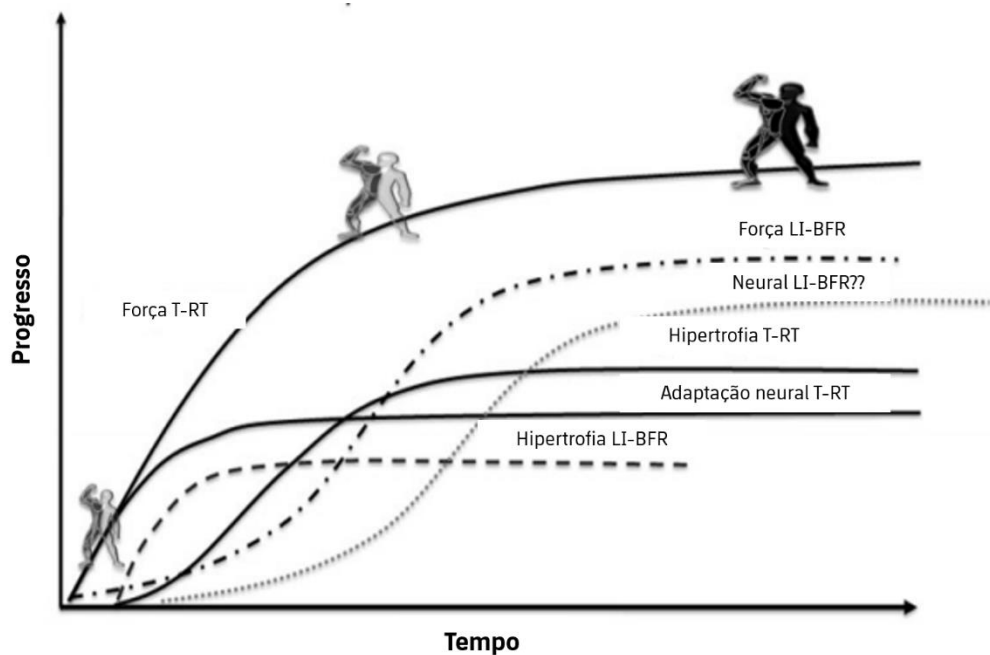
Fonte: Takarada et al., 2000. p. 2102.

LIO: Treino a baixa intensidade com oclusão sanguínea; HI: Treino a intensidade elevada; LI: Treino a baixa intensidade.

Loenneke, Wilson, Marín, Zourdos e Bembem (2011) reafirmaram a proposta do ACSM onde o treino da força a baixa intensidade que não alcança a falha muscular, não produz um estímulo apropriado para produzir mudanças significativas na força ou hipertrofia muscular. No entanto, quando adicionamos a este trabalho uma restrição do fluxo sanguíneo no membro estimulado, os benefícios obtidos podem ser comparados aos alcançados pelo treino a intensidade elevada.

A figura 3 mostra um modelo teórico, proposto por Loenneke, Wilson, Marín, Zourdos e Bembem (2011), sobre os efeitos do treino tanto tradicional a intensidade elevada, como a baixa intensidade com restrição do fluxo sanguíneo. No gráfico podemos verificar que para o treino da força com o método tradicional a intensidade elevada, os ganhos de força estão relacionados primeiro com as adaptações neurais e posteriormente a hipertrofia. Enquanto que, para o caso de treino a baixa intensidade com restrição do fluxo sanguíneo, o padrão é inverso. Isto é, primeiro produz-se o fenómeno de hipertrofia para posteriormente expressar os ganhos de força.

Figura 3. Representação teórica dos efeitos do treino tradicional a intensidade elevada vs. Treino a baixa intensidade com restrição do fluxo sanguíneo



Fonte: Loenneke, Wilson, Marín, Zourdos e Bembem, 2011, p. 1856.

Outro aspeto do treino da força que devemos analisar está relacionado com os tipos de stress que produz e a forma como afetam a criação de hipertrofia. Para tal, na figura 4 são comparados os diferentes aspetos sobre os quais atuam tanto o stress mecânico como o metabólico produzido pelo treino da força. Na figura é possível ver por um lado os aspetos determinantes do stress mecânico e, por outro, do stress metabólico. Se por um lado ambos os processos dependerem dos mesmos fatores, cada um deles dependerá em maior ou menor medida das variáveis analisadas.

Figura 4. Diferenças de estímulo das variáveis relacionadas com a hipertrofia segundo o tipo de stresse.

Determinantes da hipertrofia	
<p style="text-align: center;"><u>Stresse mecânico</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Mecanotransdução• Aumento da produção hormonal local• Dano muscular• Produção de ROS (<i>reactive oxygen species</i>)• Recrutamento de fibras tipo II	<p style="text-align: center;"><u>Stresse metabólico</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Mecanotransdução• Aumento da produção hormonal local• Dano muscular• Produção de ROS (<i>reactive oxygen species</i>)• Recrutamento de fibras tipo II

Fonte: elaboração própria.

Os mecanismos determinantes da hipertrofia são:

- **Mecanotransdução**

Os mecanosensores unidos ao sarcolema da fibra, como as integrinas e as adesões focais, transformam a energia mecânica em sinais químicos que mediam as vias intracelulares anabólicas e catabólicas, e alteram a síntese de proteínas musculares. A mTOR é uma enzima (uma proteína quinase) que é ativada por este processo e favorece a síntese proteica, sobretudo a sua degradação. Desta forma, é muito mais importante o estímulo a nível dos sensores do sarcolema quando trabalhamos com cargas elevadas.

- **Aumento da produção local de hormonas**

A tensão mecânica e o dano muscular levam a um aumento na produção local de hormonas. A presença do fator de crescimento mecânico (MGF) facilita o processo de síntese proteica, o que, por sua vez, ajuda na ativação de mTOR. Isto promove o anabolismo e o crescimento celular.

- **Dano muscular**

O dano muscular induzido pelo exercício (EIMD em inglês) é um regulador essencial do crescimento muscular compensatório mediado pelas células satélite. Por outras palavras, a degradação de proteínas contráteis facilita a regeneração.

O equilíbrio líquido proteico será equivalente à diferença entre a síntese de proteínas e a degradação das mesmas. O objetivo principal do treino da força é manter este equilíbrio sempre positivo. O facto de o treino da força com restrição do fluxo sanguíneo se efetuar a baixas intensidades, demonstra que vai haver menos dano muscular (produto das tensões baixas), e conseqüentemente o equilíbrio será positivo. Não pretendemos com isto propor que o dano muscular é um processo não desejado, pelo contrário, trata-se de um dos resultados do stresse mecânico que potenciam os processos de hipertrofia. No entanto, em pessoas lesionadas, o dano muscular, é definitivamente um efeito não desejado do treino.

Pelos vistos não foram encontrados marcadores diretos ou indiretos de dano muscular de sessões de treino utilizando restrição do fluxo sanguíneo. Isto é positivo, uma vez que permite realizar treinos com maior frequência do que quando é utilizada a metodologia tradicional de treino da força, onde o dano muscular é maior. Isto deve-se ao menor dano muscular e, desta feita, um mais rápido desaparecimento da dor muscular pós-exercício.

- **Produção de ROS (*reactive oxygen species*):**

A tensão mecânica, pelos vistos, tem um papel fundamental na produção de ROS. Este mecanismo envolve a ativação da enzima NOX2 no músculo esquelético e a libertação de óxido nítrico na corrente sanguínea. Trata-se de um mecanismo importante mediador das adaptações anabólicas pós-exercício.

- ***Cell swelling***

Um dos fenómenos próprios do treino da força e que tem importância no treino com restrição do fluxo sanguíneo é o *cell swelling*. (Aumento do volume celular)

Haussinger, Roth, Lang, Gerok (1993) demonstraram que o aumento do volume celular pode aumentar a síntese proteica. A acumulação de metabolitos provocada pela restrição vascular favorece o fluxo de sangue para o tecido muscular. Assim, pensa-se que a re-perfusão e o edema intracelular secundário ameaça a integridade estrutural da membrana celular, o que inicia uma resposta que conduz cronicamente a um reforço desta estrutura. Nesta linha, tal como sucede com um esférico quando se enche com água, chega um momento em que este corre risco de explodir.

Isto ativa um reforço da estrutura celular para evitar a apoptose (morte celular programada). A pergunta é se o aumento do tamanho das estruturas musculares aquando da realização da oclusão sanguínea se deve a um processo de *cell swelling* ou simplesmente é produto da inflamação proveniente da acumulação de sangue. Neste sentido, Loenneke et al. (2012) encontraram um aumento da espessura dos músculos vasto lateral e reto femoral, ao mesmo tempo que uma diminuição no volume plasmático. O que sugere que o aumento do tamanho muscular se deve a um traspasso do fluido plasmático para o interior da célula.

- **Recrutamento de fibras musculares tipo II**

O trabalho a intensidades elevadas permite-nos que a fibra muscular possa crescer, isto é, que a intensidade elevada justifica o recrutamento de fibras. Aqui deparamo-nos com um dilema onde, por um lado, se argumenta que são necessárias intensidades elevadas para hipertrofiar as fibras do tipo II, enquanto que por outro, propomos que a 20% da intensidade e a oclusão de fluxo sanguíneo, também é capaz de induzir um recrutamento destas mesmas fibras.

Pelos vistos, a hipoxia e os metabolitos fazem com que as fibras musculares perante essa sensação de falta de oxigénio e de falha iminente promovam a inibição da motoneurona alfa, dando um sinal que se “recrute quem seja possível”; não apenas a fibra tipo I, mas também as fibras tipo II para tentar manter o trabalho muscular, como sistema de defesa perante a eventual falha muscular. Isto é, que no momento em que aparece a hipoxia as fibras aeróbicas, que são as de tipo I, não são capazes de trabalhar, e precisam de dar um sinal de recrutamento de qualquer tipo de fibra, para poder continuar a produzir força. Isto explica-nos por que a intensidades baixas também existe um pedido e um recrutamento de fibras tipo II

Por outro lado, Moritani, Michael-Sherman, Shibata, Matsumoto e Shinohara (1992) garantem que este fenómeno está relacionado com a acumulação de lactato a nível do músculo, o qual inibe a produção de força das unidades musculares envolvidas, o que promove a ativação de unidades motoras grandes, como as das fibras tipo II, para poder continuar com a produção de força. Este princípio é mantido quando propomos treino através da restrição do fluxo sanguíneo, quando surge o estado de fadiga e, desta forma, a acumulação de lactato a nível muscular.

Finalmente, Wilson, Lowery, Joy, Loenneke, Naimo (2013) propõem que quanto mais tempo de trabalho em condições de hipoxia ou fadiga, maior será a quantidade de unidades motoras de fibras tipo II que sejam recrutadas. Por outro lado, se o fornecimento de oxigénio for suficiente, o exercício pode ser realizado durante mais tempo.

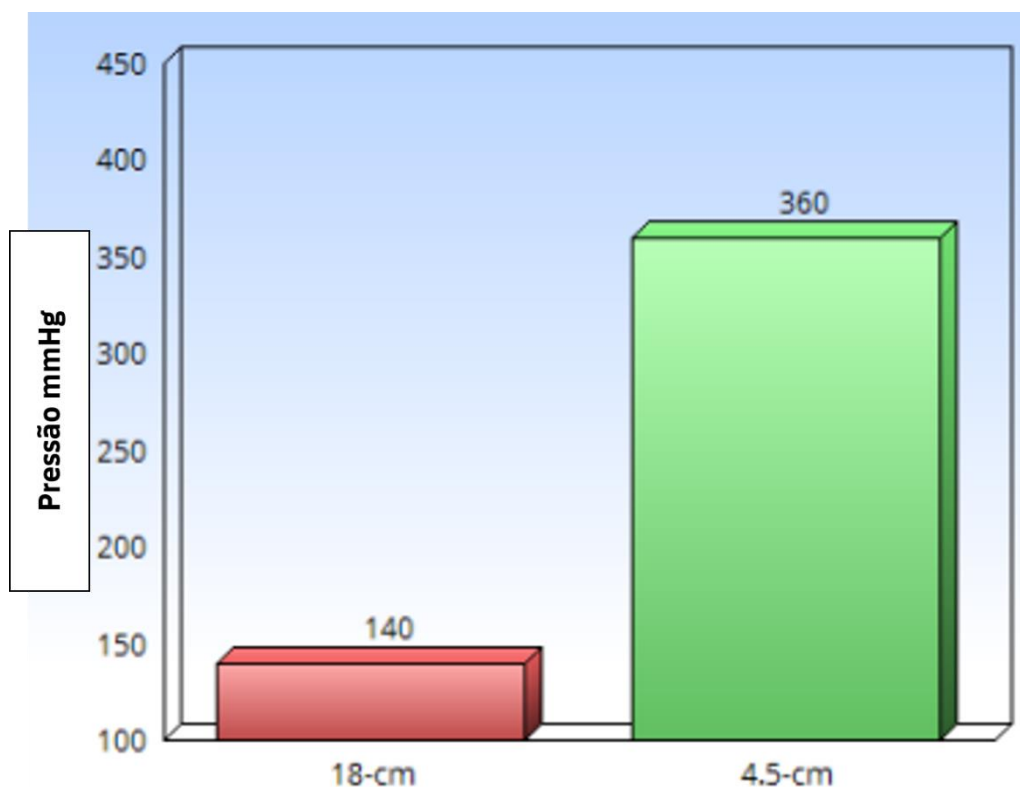
Em conclusão, de acordo com o que vimos até aqui, nos primeiros estádios do processo de recuperação podemos trabalhar com restrição do fluxo sanguíneo, inclusivamente se realizar exercícios de força, ou com um treino a baixa intensidade. Após o tecido criar adaptações, podemos avançar para um treino que utilize intensidades mais elevadas, sempre e quando os tecidos o permitirem. Neste sentido, Takarada et al. (2000) comprovou a possibilidade da utilização da restrição do fluxo sanguíneo como paliativo para a atrofia muscular. Para tal, em uma amostra de pessoas operadas ao ligamento cruzado anterior, foram encontrados 20% de atrofia muscular no grupo de controlo vs. 9% no grupo de restrição do fluxo sanguíneo. Curiosamente, apenas as restrições aplicadas durante alguns momentos do dia de forma intermitente sem fazer exercício físico facilitam a perda de menos massa muscular durante os processos de recuperação em repouso. É evidente que este sistema de musculação será transcendental nas primeiras etapas da recuperação, quando o atleta ou o indivíduo está imobilizado, com muita pouca capacidade de aplicar carga à extremidade ou à zona afetada.

4.1.2 Características dos manguitos ou tecidos de compressão

Devemos evitar a prescrição do exercício físico com ênfase na restrição de circulação sanguínea, através de dispositivos que não permitam calcular o nível de oclusão que provocam, uma vez que apesar da curta duração desta metodologia, pode incorrer-se num risco desnecessário.

Crenshaw, Hargens, Gershuni, e Rydevik (1988) determinaram que quanto mais largo é o manguito de compressão, menor será a pressão requerida para obter uma determinada oclusão. Para um manguito de 18 centímetros de largura, foram necessários cerca de 140 milímetros de mercúrio para ocluir o fluxo sanguíneo, enquanto que para um manguito de entre 4 e 5 centímetros, é necessária uma pressão de 360 milímetros de mercúrio.

Figura 5. Largura do manguito e pressão necessária para a oclusão



Fonte: Adaptado de Crenshaw et al., 1988.

Isto implica que a largura do manguito possa intervir no risco (quanto maior largura, menor o risco) de incorrer em lesões provenientes do torniquete realizado no membro, ao requerer menos pressão para alcançar o objetivo.

Atualmente, alguns dispositivos medem primeiro a pressão e, com base nesta, aplicam uma percentagem da mesma para a restrição. Assim, mantém-se a mesma percentagem de pressão durante todo o exercício em função da pressão prévia ao início do trabalho. No entanto, deve ter-se em conta que, graças a fenómenos como a hidratação celular, a pressão será alterada durante a execução do exercício e essa percentagem inicial que foi calculada já não será representativa. Para evitar esta limitação metodológica, existem outros dispositivos que permitem controlar a pressão durante a execução do exercício completo, para garantir um nível adequado de restrição.

4.1.3 Pressão ideal na extremidade superior e inferior

É importante não aplicar essa pressão em zonas de saliências ósseas, porque poderíamos comprimir tecido nervoso que se encontra no meio dessas estruturas duras. Para não provocar pequenas lesões deste tecido, que pode provocar certas parestesias, vão ser utilizadas como zonas de compressão para a oclusão o braço ou o músculo, que são zonas flexíveis, e não terão repercussões negativas. A oclusão parcial da circulação arterial

ronda os 50% nas extremidades superiores e 80% nas extremidades inferiores (Owens 2015). Apesar disso, devemos compreender que mais restrição não significa necessariamente maiores benefícios. Não podemos esquecer que o objetivo é provocar uma situação de hipoxia, para que exista um aumento de metabolitos. A reação de maior restrição não significa maior presença de hormonas e, para além disso, causa incómodo. Este incómodo é produto da falha muscular do trabalho a baixas intensidades e não se deve à pressão aplicada pelo manguito. É importante destacar que quando a compressão é demasiado baixa, não se produz essa hipoxia nem a resposta hormonal associada a este estímulo.

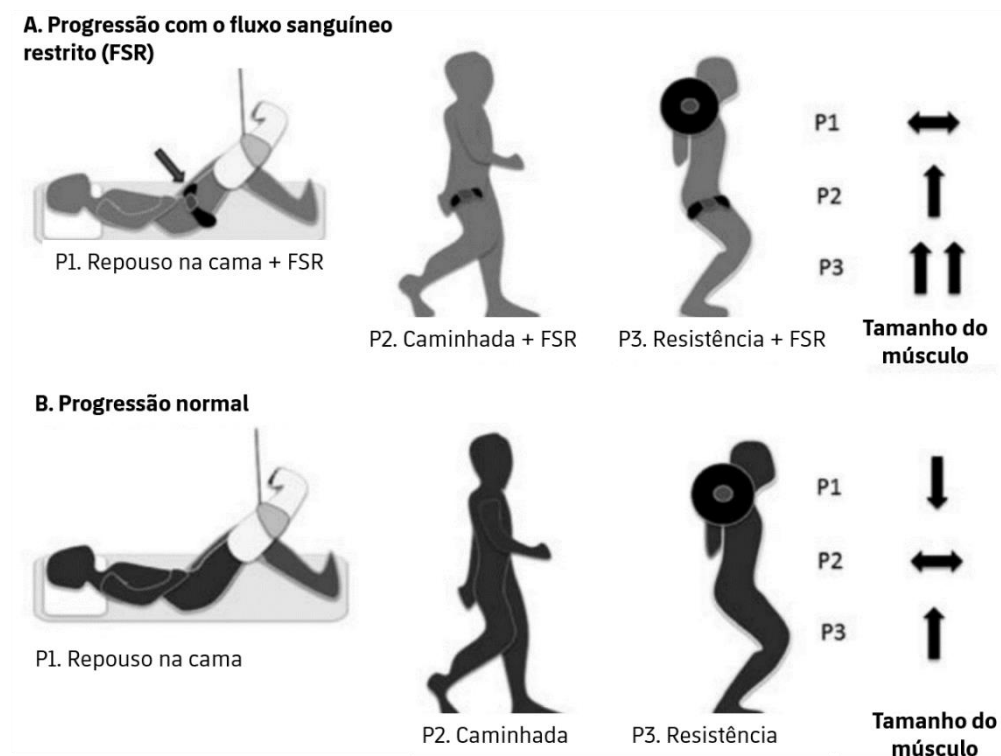
4.2 Programação do treino através da oclusão vascular: variáveis chave para a prescrição ideal

4.2.1 Parâmetros de programação e metodologia existente no treino através da oclusão vascular

Relativamente à forma de intervir através da oclusão vascular de um período de repouso, produto de uma lesão, a proposta de Loenneke et al (2012) consiste numa progressão de 3 fases. A imagem 6 mostra-nos de forma gráfica a previsão dos efeitos destas fases em comparação com o mesmo procedimento, mas sem proporcionar oclusão sanguínea ao indivíduo em recuperação.

A fase 1 (p1) utiliza a oclusão sanguínea em repouso e evita que indivíduo perca massa muscular. Por outro lado, a ausência destes tipos de trabalho predispõe o indivíduo a uma perda inevitável de massa muscular. Para a segunda fase (caminhada), a restrição do fluxo sanguíneo provoca aumentos na massa muscular em comparação à caminhada sem oclusão sanguínea. Por último, a fase 3 (treino da força), tem um protocolo com oclusão sanguínea que produz maiores aumentos da massa muscular do que o treino da força sem restrição.

Figura 6. Readaptação com restrição do fluxo sanguíneo vs. readaptação sem restrição do fluxo sanguíneo



Fonte: Loenneke et al., 2012, p. 245.

Relativamente à quantidade de repetições a realizar nesta metodologia de treino, os protocolos propõem realizar quatro séries: a primeira de 30 repetições e as outras três de 15 repetições; todas elas separadas por pausas de 30 segundos. Contempla-se inclusivamente a possibilidade de diminuir a pressão da oclusão se o atleta manifestar incómodo. Da mesma forma, se o atleta disser que não sente praticamente que exista uma oclusão, as repetições podem aumentar. Isto deve-se ao facto de o objetivo fundamental ser o de conseguir o efeito metabólico pretendido para provocar a hipertrofia muscular, assim, as pressões exercidas durante a restrição do fluxo sanguíneo podem adaptar-se de acordo com o caso (Owens, 2015).

Figura 7. Recomendações para o treino da força com restrição do fluxo sanguíneo

Variáveis	Exercício cardiovascular	Exercício de força
<ul style="list-style-type: none"> Nível de oclusão Doses de exercício Descanso de oclusão 	<ul style="list-style-type: none"> De 1,3 vezes da tensão arterial, até 250 mm Hg Mínimo de 6 semanas, 6 dias semanais 5 séries de 5-10 minutos de exercício aeróbico, caminhar, bicicleta Contínuo 	<ul style="list-style-type: none"> De 1,3 vezes da tensão arterial, até 300 mm Hg Mínimo de 3 semanas, 4-5 sessões semanais 1 série de aquecimento por 30 repetições (20-30% 1 RM) 3 séries de 15-30 repetições (20-30% 1 RM), chegando à falha muscular Contínuo / intermitente (descanso da OCPS, 30 segundos)

OCPS: oclusão vascular parcial sobreposta.

Fonte: Chulvi-Medrano, 2011, p. 127.

Na figura 8, Patterson et al. (2019) propõem alguns alinhamentos para esta metodologia de treino.

Figura 8. Orientações para o treino da força com restrição do fluxo sanguíneo

Diretrizes	
Frequência	2-3 dias semanais (>3 semanas) ou 1-2 sessões diárias (1-3 semanas)
Carga	20-40% 1RM
Tempo de restrição	5-10 min por exercício (reperusão entre exercícios)
Tipo	Grupos musculares pequenos e grandes (braços e pernas / unilateral ou bilateral)
Séries	Entre 2 e 4
Manguito	5 (pequeno), 10 ou 12 (médio), 17 ou 18 cm (grande)
Pressão de repetições	(75 reps) - 30 x 15 x 15 x 15 ou séries chegando à falha muscular 40-80% AOP
Descanso entre séries	30-60 s
Restrição	Contínuo ou intermitente
Velocidade de execução	1 ou 2 s (concêntrico e excêntrico)
Execução	Até a falha concêntrica ou quando o esquema de repetição planejada é concluído

Fonte: Patterson et al., 2019, p. 2.

Patterson et al., (2019) propõem diferentes orientações relativamente à dose do treino com restrição do fluxo sanguíneo. O protocolo mais utilizado e recomendado de trabalho é de 75 repetições por exercício, divididas em 4 séries (de 30 repetições à primeira série e 15 nas três seguintes). Também existem os que realizam entre 3 e 5 séries à falha concêntrica. No entanto, os trabalhos da falha, não são recomendados para pessoas que se encontram nos primeiros estádios de recuperação de lesões ou em pacientes clínicos. Trabalhar a falha, pode ser uma forma de adquirir adaptações, mas muitas vezes não é necessário chegar a esse ponto. É por isso que o protocolo recomendado é o de 75 repetições, uma vez que é o que produz maiores adaptações em todo o tipo de públicos-alvo.

Relativamente às pausas, sugere-se que sejam de 30 a 60 segundos, uma vez que estes são os tempos de descanso que colaboraram com a consecução da hipertrofia muscular. Durante as mesmas, ao diminuir a pressão exercida pelo manguito é possível limitar ou diminuir as possibilidades de adaptação, pelo que se recomenda manter a pressão imposta para a oclusão também nas pausas.

Referências

Chulvi-Medrano, I. (2011). Entrenamiento de fuerza combinado con oclusión parcial superimpuesta. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 4(3), 116-124.

Crenshaw, A. G., Hargens, A. R., Gershuni, D. H. e Rydevik, B. (1988). Wide tourniquet cuffs more effective at lower inflation pressures. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 59(4), 447-451. doi: 10.3109/17453678809149401.

Donnelly, J.E., Blair, S.N., Jakicic, J.M., Manore, M.M., Rankin, J.W. e Smith, B.K. (2009). American College of Sports Medicine Position Stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *American College of Sports Medicine Sciences in Sports Exercise*; 41,. 459-471.

Haussinger, D., Roth, E., Lang, F. y Gerok, W. (1993) Cellular hydration state: an important determinant of protein catabolism in health and disease. *Lancet*, 341, 1330-1332.

Loenneke, J. P., Wilson, J. M., Marín, P. J., Zourdos, M. C. e Bembem, M. G. (2011). Low intensity blood flow restriction training: a meta-analysis. *European Journal of Applied Physiology*, 112(5), 1849-1859. doi: 10.1007/s00421-011-2167-x.

Loenneke, J., Fahs, C., Thiebaud, R., Rossow, L., Abe, T., Ye, X. e Bembem, M. (2012). The acute muscle swelling effects of blood flow restriction. *Acta Physiologica Hungarica*, 99(4), 400-410. doi: 10.1556/aphysiol.99.2012.4.4.

Meyer, R. A. (2006). Does blood flow restriction enhance hypertrophic signaling in skeletal muscle? *Journal of Applied Physiology*, 100(5), 1443-1444.

Moritani, T., Michael-Sherman, W., Shibata, M., Matsumoto, T. e Shinohara, M. (1992). Oxygen availability and motor unit activity in humans. *Eur. J. Appl. Physiol.* 64, 552-556.

Nielsen, J. L., Aagaard, P., Bech, R. D., Nygaard, T., Hvid, L. G., Wernbom, M. e Frandsen, U. (2012). Proliferation of myogenic stem cells in human skeletal muscle in response to low-load resistance training with blood flow restriction. *The Journal of Physiology*, 590(17), 4351-4361. doi:10.1113/jphysiol.2012.237008

Owens, J. (2015). *Personalized blood flow restriction*. Owens Recovery Science. www.owensrecoveryscience.com.

Patterson, S., Hughes, L., Warmington, S., Burr, J., Scott, B., Owens, J., Abe, T., Nielsen, J. Libardi, C., Laurentino, G., Rodrigues Neto, G., Brandner, C., Martin-Hernande, J. e Loenneke, J. (2019) Blood Flow Restriction Exercise Position Stand: Considerations of Methodology, Application, and Safety. *Frontiers in physiology*, 15. doi: 10.3389/fphys.2019.00533.

Takarada, Y., Takazawa, H., Sato, Y., Takebayashi, S., Tanaka, Y. e Ishii, N. (2000). Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *J Appl Physiol*, 88(6), 2097-2106.

Takarada, Y., Tsuruta, T. e Ishii, N. (2004). Cooperative Effects of Exercise and Occlusive Stimuli on Muscular Function in Low-Intensity Resistance Exercise with Moderate Vascular Occlusion. *The Japanese Journal of Physiology*, 54(6), 585–592. doi:10.2170/jjphysiol.54.585

Wilson, J.M., Lowery, R.P., Joy, J.M., Loenneke, J.P. e Naimo, M.A. (2013). Practical blood flow restriction training increases acute determinants of hypertrophy without increasing indices of muscle damage. *J Strength Cond Res*; 27, 3068–3075.