

## ARTIGO OPINIÃO

Frente. Physiol. | doi: 10.3389 / fphys.2020.00817

# Treinamento funcional e restrição de fluxo sanguíneo: uma visão em perspectiva da integração de técnicas

versão final e formatada do artigo será publicada em breve.

aceitas provisoriamente A

[Me avise](#)

 Marzo E. Da Silva-Grigoletto<sup>1\*</sup>, Ezequias P. Neto<sup>1</sup>, David G. Behm<sup>2</sup>, Jeremy P. Loenneke<sup>3</sup> e Cauê V. La Scala Teixeira<sup>4</sup>   

<sup>1</sup> Universidade Federal de Sergipe, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Memorial da Terra Nova, Canadá

<sup>3</sup> Universidade do Mississippi, Estados Unidos

<sup>4</sup> Universidade Federal de São Paulo, Brasil

## INTRODUÇÃO

Os métodos alternativos de treinamento para exercícios tradicionais de resistência a altas cargas começaram a se tornar mais populares na literatura, como o treinamento funcional (La Scala Teixeira et al., 2017) e restrição ao fluxo sanguíneo (BFR) (Patterson et al., 2019). A principal justificativa para a pesquisa envolvendo esses tópicos é buscar um entendimento mais aprofundado sobre os efeitos das técnicas que podem ser usadas como substitutos do treinamento tradicional de resistência a altas cargas. Embora o treinamento tradicional de alta carga seja eficaz para melhorar a força muscular e a hipertrofia (Kraemer et al., 2002), ele pode não ser o mais adequado para todos os ambientes de treinamento, como restrições de calorias, reabilitação músculo-esquelética ou cardíaca, entre outros.

Nesse contexto, o treinamento resistido de baixa carga associado à BFR tem sido uma opção eficiente quando o objetivo está relacionado ao aumento da força muscular e hipertrofia em situações que limitam o uso do treinamento de alta carga. Meta-análises recentes revelaram que os efeitos crônicos na massa muscular desse tipo de treinamento são semelhantes aos do treinamento tradicional de força de alta carga, tanto em adultos (Lixandrão et al., 2018)

quanto em idosos (Centner et al. , 2019). Ambos os estudos mostraram aumentos significativos na força, mas a BFR exibiu respostas de treinamento um pouco menores em comparação ao modelo tradicional. Essas metanálises confirmam que o método pode ser uma alternativa viável ao treinamento de resistência a cargas pesadas. Essas mesmas mudanças também são observadas em indivíduos treinados (atletas) (Takarada et al., 2002; Luebbers et al., 2014). O treinamento funcional envolve treinamento resistido e técnicas associadas para desenvolver força, bem como equilíbrio, coordenação motora, potência e resistência muscular, aumentando a capacidade dos indivíduos de executar atividades da vida diária (AVD), sejam tarefas mais simples da vida diária ou mais manobras atléticas complexas. O treinamento de resistência funcional foi promovido como uma opção mais específica do treinamento que o treinamento de força de alta carga tradicional, quando o objetivo é promover adaptações multissistêmicas ou multicomponentes, ou seja, promover adaptações concomitantes em diferentes capacidades físicas (La Scala Teixeira et al., 2016; 2017). Esses resultados foram demonstrados em estudos envolvendo adultos jovens (Distefano et al., 2013) e idosos (Liu et al., 2014). A lógica subjacente às adaptações de vários sistemas com o treinamento de resistência funcional pode ser parcialmente explicada pela manipulação da complexidade do exercício (isto é, variações progressivas na estabilidade, velocidade de movimento, especificidade da ação ou tarefa) como a principal variável da progressão do treinamento. Exercícios de resistência funcional mais complexos aumentam a demanda por habilidades físicas, como coordenação, equilíbrio, agilidade, poder, entre outras (La Scala Teixeira et al., 2019).

Considerando que o treinamento com baixas cargas em combinação com a BFR contribui significativamente para o aumento da força e da massa muscular, e que o treinamento funcional pode fornecer melhorias em habilidades como equilíbrio, coordenação, agilidade, potência, resistência e flexibilidade, uso de sangue a restrição de fluxo associada ao treinamento funcional aparece como uma perspectiva interessante para situações que requerem essas adaptações concomitantemente. No entanto, essa é uma hipótese que precisa ser explorada e confirmada em estudos futuros.

Portanto, este artigo de opinião fornece uma visão em perspectiva sobre a possível associação do treinamento resistido funcional com a restrição do fluxo

sanguíneo, apresentando as principais características de ambos os métodos para fornecer um referencial teórico para a elaboração de futuros projetos de pesquisa.

#### - Restrição do fluxo sanguíneo (BFR)

O exercício resistido de baixa carga em combinação com a BFR já demonstrou aumentar o tamanho e a força muscular; com os ganhos no tamanho do músculo semelhantes aos do exercício tradicional de resistência a altas cargas (Fahs et al., 2015; Lixandrão et al., 2018). Os programas de treinamento da BFR podem ser implementados com programas de maior frequência (todos os dias ou até duas vezes ao dia), resultando em ganhos de força e hipertrofia ao longo de um curto período de intervenção (Abe et al., 2005; Fujita et al., 2008; Nielsen et al., 2012). Duas idéias pretendidas para os efeitos da restrição do fluxo sanguíneo incluem o inchaço celular (Loenneke et al. 2012) e a ativação muscular aumentada devido ao agrupamento de metabólitos no músculo em exercício (Dankel et al. 2017). Pensa-se que ambos induzem alterações na expressão gênica e sinalização anabólica semelhantes às do exercício tradicional de resistência a altas cargas (Ellefsen et al. 2015, Gundermann et al. 2014). Portanto, o treinamento de resistência à BFR pode ser especialmente eficaz quando altas cargas não são possíveis ou desejáveis em um programa de treinamento.

Além de melhorar a força muscular e a hipertrofia, foram demonstradas melhorias na capacidade física induzida por BFR em várias populações. Os idosos podem se beneficiar de melhores níveis de força, massa muscular e melhor saúde óssea (Cardoso et al., 2018). É importante notar que, embora tradicionalmente se pense que as alterações na massa óssea ocorram a partir de exercícios de maior impacto, há uma justificativa teórica para melhorias no exercício de carga em combinação com a BFR (Loenneke et al. 2012). Se o osso é influenciado favoravelmente, no entanto, requer intervenções de treinamento mais longas do que os estudos de 6 a 12 semanas comuns à literatura da BFR. Os indivíduos hipertensos e normotensos também podem se beneficiar do treinamento associado ao BFR pelo maior efeito hipotensivo do que o treinamento tradicional, especialmente 30 a 60 minutos da sessão pós-treinamento (Domingos e Polito, 2018);

Qualquer benefício do treinamento de resistência a baixa carga em combinação com o BFR deve ser discutido dentro do contexto de segurança. Embora sempre exista um risco inerente, a questão importante é se a aplicação do BFR aumenta esse risco durante o mesmo exercício sem o BFR. Duas preocupações comuns incluem o risco de lesão muscular e coagulação sanguínea, nenhuma das quais parece ser aumentada pela aplicação da BFR (Loenneke et al. 2014; Clark et al. 2011). Além disso, uma revisão recente concluiu que, quando a BFR é aplicada adequadamente, não parece haver um risco aumentado de dano endotelial (Da Cunha Nascimento, Schoenfeld, Prestes, 2019).

#### - Treino funcional

O treinamento de resistência funcional também é um conceito de treinamento contemporâneo, destinado a aprimorar a funcionalidade de tarefas ou atividades; isto é, a capacidade do ser humano de executar todo o conjunto de tarefas cotidianas com autonomia e segurança. Considerando que as atividades diárias envolvem a demanda submáxima e simultânea de diferentes habilidades físicas, o objetivo do treinamento funcional é promover o aprimoramento sinérgico, integrado e equilibrado dessas habilidades para maximizar a transferibilidade. Em outras palavras, o objetivo do treinamento funcional é promover adaptações de vários sistemas ou componentes (La Scala Teixeira et al., 2017).

Como principal meio de aplicação desse conceito, a maioria das pesquisas sugeriu o uso de treinamento de força e técnicas associadas (por exemplo, ginástica, Pilates), não apenas com o foco tradicional em força e hipertrofia, mas estimulando a melhoria da força juntamente com outras habilidades físicas, como como coordenação, equilíbrio, poder, agilidade, entre outros (La Scala Teixeira et al., 2017; Da Silva-Grigoletto et al., 2014).

Uma das principais características do treinamento funcional resistido é a progressão da estratégia de complexidade, ou seja, a alteração do padrão motor para aumentar o nível de dificuldade técnica do exercício. Características como execução de movimentos multissetoriais, multiplanares, rápidas, integradas, acíclicas e instáveis são comumente exploradas em programas de treinamento funcional (La Scala Teixeira et al., 2019). Estudos anteriores demonstraram o

potencial do treinamento funcional para promover adaptações de múltiplos componentes. Distefano et al. (2013) compararam os efeitos de um programa funcional de treinamento de força de 8 semanas (chamado "treinamento integrado" pelos autores), com um programa tradicional de treinamento de força (chamado "treinamento isolado" pelos autores), em adultos jovens. Os autores relataram que o treinamento funcional possibilitou adaptações mais abrangentes, integrando uma maior variedade de habilidades físicas em comparação ao modelo tradicional. Além disso, em idosos, Brandão et al. (2017) e Chaves et al. (2017) observaram maiores adaptações multicomponentes com o treinamento funcional em comparação com o treinamento tradicional. Portanto, o treinamento funcional parece ser uma alternativa viável ao modelo tradicional de treinamento de força quando o objetivo final é a melhoria concomitante de diferentes habilidades físicas.

- Treinamento funcional com restrição de fluxo sanguíneo: uma perspectiva  
Em uma revisão sistemática recente, Clarkson et al. (2019) destacaram uma importante lacuna de pesquisa com o BFR. Os autores concluíram que o treinamento associado ao BFR se concentrou principalmente no tamanho e na força muscular, com muito menos foco nos possíveis benefícios das atividades da vida diária e funções físicas associadas, como equilíbrio dinâmico e mobilidade. Considerando que o BFR tem vários benefícios para populações clinicamente limitadas (por exemplo, hipertrofia muscular com cargas de resistência mais baixas, menos dano muscular), eles sugeriram que o BFR em combinação com o treinamento de resistência pode fornecer um estímulo de treinamento adicional para melhorar a função física que seria equivalente ou superior ao exercício de resistência tradicional. A integração do treinamento funcional de resistência (multi-sistema,

Em relação à sobrecarga externa utilizada no treinamento funcional, a adoção de um percentual de 1RM (como observado em estudos sobre o treinamento tradicional de força) não é uma prática comum tanto em estudos científicos quanto na prática profissional. Assim, nossa sugestão para o treinamento funcional com BFR é reduzir ~ 70% da carga utilizada em exercícios em condições normais (sem BFR). Essa sugestão é baseada na porcentagem de redução de carga comumente usada em estudos que comparam o treinamento de força tradicional com altas cargas e treinamento de força com baixas cargas

associadas à BFR (Laurentino et al., 2012; Centner et al., 2019).

Em relação à restrição do fluxo sanguíneo, como observado na maioria das publicações relacionadas ao método para BFR, o uso de torniquetes pneumáticos com manômetros foi sugerido para promover oclusão vascular parcial, pois fornece controle objetivo da pressão e é um recurso essencial para garantir eficácia e segurança nas intervenções (Mattocks et al., 2018; Patterson et al., 2019). No entanto, torniquetes pneumáticos são mais caros, têm praticidade limitada e restringem a capacidade de realizar movimentos mais complexos (Wilson et al., 2013).

Em tarefas acíclicas, assimétricas, multisegmentares e multiplanares (movimentos ou exercícios), como as aplicadas no treinamento funcional, liberdade de movimento e a inclusão de implementos que permitem essa liberdade na sessão de treinamento é essencial. Os torniquetes elásticos são uma opção viável e de baixo custo, permitindo liberdade de movimento (Wilson et al., 2013; Lowery et al., 2014; Luebbbers et al., 2014; Bell et al., 2018), permitindo a integração de treinamento funcional com BFR. É importante ressaltar que o monitoramento preciso das pressões do manguito pode não ser necessário para adaptações musculares, assumindo que a carga utilizada para o exercício não seja muito baixa (Lixandrão et al., 2015). Isso ocorre porque adaptações musculares comparáveis são frequentemente observadas em uma ampla faixa (pressão de oclusão arterial de 40 a 90%) das pressões relativas aplicadas (Jessee et al., 2018; Counts et al., 2016; Lixandrão et al., 2015). Em outras palavras, mudanças semelhantes no desempenho funcional poderiam ser esperadas a partir de exercícios com carga mais baixa, concluídos com um torniquete elástico aplicado com pressão moderada ou aplicado com alta pressão.

Evidências que orientam o uso de torniquetes elásticos em programas de treinamento de força (Wilson et al., 2013; Lowery et al., 2014; Luebbbers et al., 2014; Yamanaka et al. 2012) mostram que o uso adequadamente controlado desse implemento pode promover aumentos de força e massa muscular e pode ser seguro em adultos jovens. Uma limitação ao uso de restrições práticas do fluxo sanguíneo é a incapacidade de conhecer a pressão aplicada. Um método proposto foi usar uma classificação de “7” em 10 em uma escala de aperto

percebida (Wilson et al. 2013). Este método é capaz de fornecer uma classificação abaixo da pressão de oclusão arterial (Bell et al. 2018), no entanto, essa escala não é confiável ao longo do tempo. Em outras palavras, a pressão associada a “7” em 10 não é consistente no dia a dia, limitando seu uso em estudos de treinamento (Bell et al. 2019). Por outro lado, um artigo recente sugeriu que a aplicação de um manguito / bandagem em uma porcentagem da circunferência do braço pode fornecer estimativas semelhantes às dos métodos tradicionais de BFR (Abe et al. 2018). Outro procedimento alternativo descrito por Behringer et al. (2016) era puxar os envoltórios elásticos ao redor do membro e marcar em cada quarto de cada enrolamento. Posteriormente, os envoltórios foram reaplicados a 75% de sua tensão máxima. O melhor método para a aplicação prática da BFR requer um estudo mais aprofundado. Os envoltórios foram reaplicados a 75% da tensão máxima. O melhor método para a aplicação prática da BFR requer um estudo mais aprofundado. Os envoltórios foram reaplicados a 75% da tensão máxima. O melhor método para a aplicação prática da BFR requer um estudo mais aprofundado.

Tomados em conjunto, se os devidos cuidados forem tomados, o uso de um torniquete elástico para promover a BFR no treinamento funcional pode se tornar uma opção viável para maximizar as adaptações relacionadas à força e hipertrofia nesse tipo de treinamento. Considerando que o treinamento funcional isolado já é eficaz na promoção de adaptações multissistêmicas, sua associação com a BFR pode ter o potencial de maximizar essas adaptações. Essas hipóteses precisam ser testadas em investigações futuras.

#### - Considerações finais

Na literatura, a BFR está associada a uma variedade de métodos de treinamento resistido. Portanto, está disponível como uma ferramenta para aumentar a carga interna de treinamento para uma variedade de modalidades de treinamento. A presente perspectiva expõe a vantagem de integrar o aprimoramento relatado da BFR de força, hipertrofia e potência com cargas resistivas mais baixas, com as vantagens específicas do treinamento do treinamento resistido funcional. Portanto, com base na literatura anterior, é bastante razoável sugerir uma integração do BFR com o treinamento de resistência funcional para melhorar as adaptações do treinamento de resistência.

Este artigo de opinião visa apresentar à comunidade científica e aos entusiastas do fitness uma perspectiva de uma possível intervenção futura com base na integração de duas técnicas de treinamento promissoras. As evidências apresentadas neste artigo visam gerar debate científico sobre o panorama atual de alternativas técnicas aos métodos tradicionais de treinamento.

---

**Palavras-chave:** treinamento de restrição de fluxo sanguíneo, treinamento funcional, treinamento de resistência, hipertrofia, força e condicionamento

**Recebido:** 05/12/2019; **Aceito:** 18 de junho de 2020.

**Direitos autorais:** © 2020 Da Silva-Grigoletto, Neto, Behm, Loenneke e La Scala Teixeira. Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. O uso, distribuição ou reprodução em outros fóruns é permitido, desde que o (s) autor (es) original (is) e o (s) proprietário (s) dos direitos autorais sejam creditados e que a publicação original nesta revista seja citada, de acordo com a prática acadêmica aceita. Não é permitido o uso, distribuição ou reprodução que não esteja em conformidade com estes termos.

\* **Correspondência:** PhD. Marzo E. Da Silva-Grigoletto, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Brasil, pit\_researcher@yahoo.es

---