

TREINAMENTO DE FORÇA COMBINADO COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO (KAATSU TRAINING): METODOLOGIAS PARA PRESCRIÇÃO DO EXERCÍCIO

Maria do Socorro Cirilo de Sousa^{1,3}, Gabriel Rodrigues Neto^{2,3}

RESUMO

Na restrição de fluxo sanguíneo (RFS), para padronização do treinamento, geralmente, instrumentos e procedimentos são utilizados. O *Doppler* vascular ou ainda as equações de predição para a restrição (ponto de restrição de fluxo sanguíneo predito-PRFSP), são os mais encontrados. Aqui se propõe o PRFSP por três equações que foram modeladas de acordo com variáveis antropométricas e hemodinâmicas. O primeiro bloco de regressão composto pela variável preditora perímetro de coxa proximal direita (PCPMD), explicou 25% da variância sobre a variável de saída da pressão de RFS ($F=16,42$; $p=0,000$); no 2º bloco, quando acrescentada à idade como preditiva, o modelo explicou 33% da variância sobre a pressão de RFS ($F=5,60$; $p=0,022$). A equação com todas as variáveis (hemodinâmicas e antropométricas) explica 44% da RFS, só com as variáveis hemodinâmicas, idade e sexo explica-se 27% da RFS, ou seja, 75% de 44% da RFS obtida pela equação com todas as variáveis hemodinâmicas e antropométricas. Após as equações calculou-se a estimativa de PRFSP por ambas e as mesmas com a RFS obtida diretamente no *Doppler*, e não encontrou-se diferenças significativas ($p=0,998$, $p=0,118$ e $p=0,986$, respectivamente). Concluiu-se que o maior poder explicativo se encontra na com o uso do perímetro de coxa proximal e idade, supondo que ainda é preciso estudos para justificar que as estruturas músculo esqueléticas do segmento, são determinantes de uma RFS mais precisa.

Palavras-chave: exercício; restrição de fluxo sanguíneo; força.

ABSTRACT

On restriction of blood flow restriction (BFR) for standardization of training, generally, instruments and procedures are used. The vascular Doppler or prediction equations for the constraint (constraint point of blood flow restriction predicted - CPBFRP), are the most encountered. Here is the CPBFRP for three equations that were modeled according to anthropometric variables and hemodynamics. The first block consisting of the predictor variable regression perimeter of proximal thigh right (PPTR), 25% of the explained variance of the variable pressure outlet of BFR ($F=16.42$; $p=0.000$); in 2nd block, when added to age as predictive the model explained 33% of the variance about the pressure of BFR ($F=5.60$; $p=0.022$). The equation with all variables (anthropometric and hemodynamic) explains 44% of the BFR, only with the hemodynamic variables, age and gender explained 27% of the BFR, i.e. 75% of 44% of the RBF obtained by the equation with all the hemodynamic parameters and measurements. After the equations calculated estimate of CPBFRP for both and the same with the BFR obtained directly on Doppler, and found significant differences ($p=0.998$, $p=0.118$ and $p=0.986$, respectively). It was concluded that the greatest explanatory power in equation using the proximal thigh circumference and age, assuming it's still need studies to justify that skeletal muscle segment structures, are determinants of a BFR more precise.

Keywords: Exercise; vascular occlusion; methodologies.

1. Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, Brasil, Departamento de Educação Física/Programa de Pós Graduação Associado em Educação Física UFPB/UPE, helpcirilo@yahoo.com.br

2. Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, Brasil, Programa de Pós Graduação em Educação Física, Rio de Janeiro, Brasil.

3. Laboratório de Cineantropometria e Desempenho Humano (LABOCINE)/Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, Brasil.

INTRODUÇÃO

A capacidade física força está inserida no posicionamento do Colégio Americano de Medicina do Esporte nas diretrizes de prescrição do exercício físico para adultos. Pautada nos itens de frequência, tipo de exercício, duração, repetições, séries, carga, intervalo de recuperação e velocidade de execução, esta valência física se destaca por apresentar em seu arcabouço de componentes e variáveis, diferentes técnicas, métodos ou estratégias de treinamento para melhora o desempenho e aquisição de componentes da força^{1,2}. Dentre estas, destaca-se aqui, neste texto, a restrição de fluxo sanguíneo (RFS). De acordo com os estudos que têm sido realizados com RFS algumas nomenclaturas têm sido aplicadas: isquemia pré-condicionante, restrição sanguínea voluntária e involuntária (pressão hidrostática), restrição sanguínea prática, entre outras. É sabido que, há quase 50 anos, ela deva ser utilizada, mas foi exacerbado no Japão, na década de 60 pela pessoa do Yoshiaki Sato, seu criador. Essa forma de treinamento combina cargas de baixa intensidade (20-50% de 1RM) com a restrição de fluxo sanguíneo e atua com objetivo de ganhos de força e de hipertrofia³. No primeiro momento, desenvolveu-se para atender indivíduos que não toleram altas cargas de 1RM (>70% 1RM) como atletas lesionados, na reabilitação cardíaca⁴, após cirurgia de ligamento cruzando anterior^{5,6}, idosos⁷ e astronautas⁸, atuando de forma contrária a atrofia muscular, promovendo um maior grau de ativação muscular.

Este exercício físico realizado em hipóxia, como também é conhecido, estimula um maior recrutamento de fibras musculares tipo II (glicolíticas) associados à rápida fadiga de fibras tipo I (oxidativas)^{9,10}. Nesse sentido, parece que o acúmulo de metabólitos induzido pela condição de isquemia e as alterações no pH do ambiente intramuscular estimulariam a maior participação dos metaborreceptores intramusculares. Logo, atuariam estimulando os aferentes tipos III e IV causando a inibição do motoneurônio alfa, limitando o recrutamento de unidades motoras (UMs) compostas por fibras lentas (tipo I), conseqüentemente recrutando mais UMs compostas por fibras do tipo II^{9,10}, para manter a contração durante o esforço. Desta forma, mais UMs seriam recrutadas para compensar o déficit de força ao longo do esforço devido à fadiga. Ainda assim, apenas estas alterações neurais, não seriam responsáveis pelas adaptações induzidas pelo treinamento de força (TF) com RFS^{11,12}. Outra alteração em resposta ao TF com RFS é o aumento das concentrações locais de metabólitos, estas resultam em maior sinalização hormonal⁶ e alterações intracelulares¹³, podendo operar de forma isolada ou associada resultando adaptações positivas na força e massa muscular, em um período inicial do treinamento. Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi apresentar diferentes metodologias para a prescrição do treinamento de força combinado com a restrição de fluxo sanguíneo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Instrumentos e procedimentos são utilizados na verificação da RFS, na padronização do treinamento, geralmente o *Doppler* vascular ou ainda por equações de predição para a restrição (ponto de restrição de fluxo sanguíneo predito-PRFSP). Aqui se propõe o PRFSP por três equações que foram modeladas de acordo com variáveis antropométricas e hemodinâmicas.

RESULTADOS

O primeiro bloco de regressão composto pela variável preditora perímetro de coxa proximal direita (PCPMD), explicou 25% da variância sobre a variável de saída da pressão de RFS ($F=16,42$; $p=0,000$); no 2º bloco, quando acrescentada à idade como preditiva, o modelo explicou 33% da variância sobre a pressão de RFS ($F=5,60$; $p=0,022$). A equação com todas as variáveis (hemodinâmicas e antropométricas) explica 44% da RFS, só com as variáveis hemodinâmicas, idade e sexo explica-se 27% da RFS, ou seja, 75% de 44% da RFS obtida pela equação com todas as variáveis hemodinâmicas e antropométricas. Após as equações calculou-se a estimativa de PRFSP por ambas e as mesmas com a RFS obtida diretamente no *Doppler*, e não encontrou-se diferenças significativas (quadro 01). Após o teste de análise de variância (ANOVA), obteve-se um valor de $F=3,720$, ou seja, um valor significativo, concluindo que as equações obtidas tem uma significância relevante.

O Quadro 1 apresenta as equações de acordo com as variáveis de predição da restrição sanguínea. Não houve diferenças significativas entre os modelos produzidos e a RFS pelo *doppler* e nem entre elas. Entretanto o maior poder explicativo se encontra na equação 3, com o uso do perímetro de coxa e idade, supondo que ainda é preciso estudos para justificar que as estruturas músculo esqueléticas do segmento envolvido na restrição, são determinantes de uma RFS mais precisa. Portanto, a utilização destas equações será em função da própria necessidade do pesquisador, que tem as opções de aplicar um maior ou menor número de variáveis. Em um exemplo de utilização das equações no mesmo indivíduo (homem, 40 anos, estatura 160 cm, massa corporal de 57 kg, perímetro coxa proximal direita 60 cm, perímetro coxa medial direita 58 cm, pressão arterial sistólica 120 mmHg e diastólica de 80 mmHg e frequência cardíaca de 80 bpm) obteve-se os seguintes PRFSP pelas equações: equação 1: 191,76 mmHg; equação 2: 191,69 mmHg equação 3: 186,86 mmHg.

EQUAÇÃO	VARIÁVEIS	PONTO DE RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO PREDITO (PRFSP)	Sig. PRFSP e obtido por <i>Doppler</i>
1	Hemodinâmicas, Antropométricas, Idade e Sexo	$\text{PRFSP} = 60,361 + 0,079^*(\text{estatura em cm}) + 1,088^*(\text{idade em anos}) - 15,974^*(\text{sexo } 1=\text{masc.}; 2=\text{fem.}) - 0,212^*(\text{massa corporal em kg}) + 2,931^*(\text{perímetro coxa proximal direita em cm}) - 1,678^*(\text{perímetro coxa medial direita em cm}) - 0,382^*(\text{PAD mmHg}) + 0,339^*(\text{PAS mmHg}) + 0,183^*(\text{frequência cardíaca em bpm})$ <p style="text-align: center;">Reduzida PRFSP =</p> $60,361 + 0,079^*(\text{EST}) + 1,088^*(\text{ID}) - 15,974^*(\text{SEX}) - 0,212^*(\text{MC}) + 2,931^*(\text{PERI}) - 1,678^*(\text{PERI}) - 0,382^*(\text{PAD}) + 0,339^*(\text{PAS}) + 0,183^*(\text{FC})$	0,998**
2	Hemodinâmicas, Idade e Sexo	$\text{PRFSP} = 76,608 + 1,579^*(\text{idade em anos}) - 0,246^*(\text{PAD mmHg}) + 0,694^*(\text{PAS mmHg}) - 0,146^*(\text{frequência cardíaca em bpm})$ <p style="text-align: center;">Reduzida PRFSP =</p> $76,608 + 1,579^*(\text{ID}) - 0,246^*(\text{PAD}) + 0,694^*(\text{PAS}) - 0,146^*(\text{FC})$	0,118**
3	Antropométricas e Idade	$\text{PRFSP} = 75,404 + 1,057^*(\text{idade}) + 1,153^*(\text{perímetro coxa proximal direita em cm})$ <p style="text-align: center;">Reduzida PRFSP =</p> $75,404 + 1,057^*(\text{ID}) + 1,153^*(\text{PCPD})$	0,986**

Quadro 1. Equações de predição de acordo com variáveis envolvidas

*p<0,05 Significante

Karabulut et al.¹⁴ sugerem determinar a pressão de treino pela equação (Pressão Arterial Sistólica x 1,44) e Takarada et al.¹⁵ pela (Pressão Arterial Sistólica x 1,3). Outra opção é utilizar a metodologia posposta por Yasuda et al.¹⁶ que é bem exaustiva com relação ao grau de RFS (variando entre 160-240 mmHg), Neste sentido, pensando em uma padronização do ponto da RFS para segurança do treinamento, Laurentino et al.^{13,17} estabeleceram um método para a segurança do treinamento com a RFS que consistia em determinar o ponto de oclusão por meio do *Doppler* vascular e prescrever 80% para o treino, para que o exercício não fosse realizado em anóxia, pois haveria uma corrente de sangue em 20% de fluxo. Para o TF um protocolo tem sido normatizado como padronização, a saber: primeira série de 30 repetições, com três séries de 15 repetições e 30 segundos de intervalo entre as séries. Portanto, recomenda-se realizar o TF com a RFS utilizando o *doppler* vascular na seguinte ordem: 30 x 15 x 15 x 15 com 30 segundos de intervalo e não passar de 4 semanas de intervenção. Desta forma, acredita-se que os ganhos em termos de força e hipertrofia sejam mais potencializados quando comparados a outras metodologias. Vale salientar, que quando os estudos objetivarem comparar os diferentes métodos de TF com a RFS é de suma importância equalizar (padronizar) ou controlar as condições testadas pelo volume (número de séries x número de repetições x carga) ou trabalho (J) (carga x deslocamento vertical), principalmente os estudos que comparam diferentes intensidades, dessa forma, propiciará maior comparabilidade entre os resultados obtidos¹⁸.

CONCLUSÃO

A prescrição do exercício do TF, de acordo com a técnica da RFS ainda é alvo de muito estudo, uma vez que diversas estruturas/função estão envolvidas no processo de RFS, assim como diferentes situações especiais (hipertensão, diabetes), condição de treinamento e aptidão física. As possibilidades de prescrição do PRFSP são práticas e procedem, entretanto, é possível que os erros sejam minimizados quando o acesso aos equipamentos para ressonância, *doppler*, entre outros sejam viáveis e o custo seja mais baixo. Adicionalmente, a prescrição do TF combinado com RFS deve atender aos aspectos de acessibilidade e aplicabilidade, como a PRFSP. Dessa forma, novas estratégias e metodologias devem ser criadas ou avaliadas para auxiliar na evolução da RFS, como a utilização da escala do estado de recuperação percebido, elásticos para joelhos, entre outros instrumentos. Sugere-se que esta técnica seja inserida no contexto do ambiente aquático, que permite a RFS natural (involuntária) e decorre em alterações diferenciadas pela pressão hidrostática. Também com portadores de HIV/AIDS, no tratamento de

recuperação da força e hipertrofia muscular, que acontece com os efeitos deletérios da doença, pela baixa imunidade e em mulheres avaliando as diferentes fases do ciclo menstrual (folicular, ovulatória e lútea) devido às alterações hormonais provenientes destas fases. Assim, estudar a RFS, requer esmiuçar os sistemas envolvidos no processo, principalmente se unidos às variáveis do TF.

REFERÊNCIAS

1. ACSM. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med. Sci. Sports. Exerc.* 2009; 41(3): 687-708.
2. ACSM. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med. Sci. Sports. Exerc.* 2002; 34(2): 364-80.
3. Sato Y. The history and future of KAATSU training. *Int. J. Kaatsu. Train. Res.* 2005; 1(1): 1-5.
4. Takano H, Morita T, Iida H, Asada K, Kato M, Uno K, et al. Hemodynamic and hormonal responses to a short-term low-intensity resistance exercise with the reduction of muscle blood flow. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2005; 95(1): 65-73.
5. Ohta H, Kurosawa H, Ikeda H, Iwase Y, Satou N, Nakamura S. Low-load resistance muscular training with moderate restriction of blood flow after anterior cruciate ligament reconstruction. *Acta. Orthop.* 2003; 74(1): 62-8.
6. Takarada Y, Takazawa H, Ishii N. Applications of vascular occlusion diminish disuse atrophy of knee extensor muscles. *Med. Sci. Sports. Exerc.* 2000; 32(12): 20-35.
7. Patterson SD, Ferguson RA. Enhancing strength and postocclusive calf blood flow in older people with training with blood-flow restriction. *J. Aging. Phys. Act.* 2011; 19(3): 201.
8. Iida H, Kurano M, Takano H, Kubota N, Morita T, Meguro K, et al. Hemodynamic and neurohumoral responses to the restriction of femoral blood flow by KAATSU in healthy subjects. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2007; 100(3): 275-85.
9. Loenneke JP, Wilson GJ, Wilson JM. A mechanistic approach to blood flow occlusion. *Int. J. Sports. Med.* 2010; 31(1): 1-4.
10. Manini TM, Clark BC. Blood flow restricted exercise and skeletal muscle health. *Exerc. Sport. Sci. Rev.* 2009; 37(2): 78-85.
11. Loenneke JP, Fahs CA, Rossow LM, Sherk VD, Thiebaud RS, Abe T, et al. Effects of cuff width on arterial occlusion: implications for blood flow restricted exercise. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2012; 112(8): 2903-12.
12. Pope ZK, Willardson JM, Schoenfeld BJ. Exercise and Blood Flow Restriction. *J. Strength. Cond. Res.* 2013; 27(10): 2914-26.
13. Laurentino GC, Ugrinowitsch C, Roschel H, Aoki MS, Soares AG, Neves Jr M, et al. Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. *Med. Sci. Sports. Exerc.* 2012; 44(3): 406-12.

14. Karabulut M, Cramer JT, Abe T, Sato Y, Bemben MG. Neuromuscular fatigue following low-intensity dynamic exercise with externally applied vascular restriction. *J. Electromyogr. Kinesiol.* 2010; 20(3): 440-7.
15. Takada S, Okita K, Suga T, Omokawa M, Morita N, Horiuchi M, et al. Blood flow restriction exercise in sprinters and endurance runners. *Med. Sci. Sports. Exerc.* 2012; 44(3): 413-9.
16. Yasuda T, Abe T, Sato Y, Midorikawa T, Kearns CF, Inoue K, et al. Muscle fiber cross-sectional area is increased after two weeks of twice daily KAATSU-resistance training. *Int. J. Kaatsu. Training. Res.* 2005; 1(2): 65-70.
17. Laurentino G, Ugrinowitsch C, Aihara AY, Fernandes AR, Parcell AC, Ricard M, et al. Effects of strength training and vascular occlusion. *Int. J. Sports. Med.* 2008; 29(8): 664-7.
18. Aniceto RR, Ritti-Dias RM, Scott CB, Lima FFM, Prazeres TMP, Prado WL. Efeitos agudos de diferentes métodos de treinamento com pesos sobre o gasto energético em homens treinados. *Rev. Bras. Med. Esporte.* 2013; 19(3): 181-5.

