

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS – FAEFID
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU**

JORGE LUIZ DUARTE DE OLIVEIRA

**EXERCÍCIO DE FORÇA COM RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO:
COMPARAÇÃO ENTRE A FAIXA NÃO ELÁSTICA E O TORNIQUETE
PNEUMÁTICO**

**Juiz de Fora
2019**

JORGE LUIZ DUARTE DE OLIVEIRA

**EXERCÍCIO DE FORÇA COM RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO:
COMPARAÇÃO ENTRE A FAIXA NÃO ELÁSTICA E O TORNIQUETE
PNEUMÁTICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Física, área de concentração Exercício e Esporte, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Jeferson Macedo Vianna

Co-Orientador: Prof. Dr. Jefferson da Silva Novaes

Juiz de Fora

2019

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Oliveira, Jorge Luiz Duarte de.

Exercício de força com restrição do fluxo sanguíneo :
Comparação entre a faixa não elástica e o torniquete pneumático /
Jorge Luiz Duarte de Oliveira. -- 2019.
122 f. : il.

Orientador: Jeferson Macedo Vianna

Coorientador: Jefferson da Silva Novaes

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Universidade Federal de Viçosa, Faculdade de Educação Física. Programa de Pós-Graduação em Educação Física, 2019.

1. kaatsu training. 2. Exercício de força. 3. Hemodinâmica. 4. Lactato. 5. Hormônios. I. Vianna, Jeferson Macedo, orient. II. da Silva Novaes, Jefferson, coorient. III. Título.

Jorge Luiz Duarte de Oliveira

Exercício de força com restrição do fluxo sanguíneo: Comparação entre a faixa não elástica e o torniquete pneumático


Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Física, da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial a obtenção do grau de Mestre em Educação Física.

Aprovada em 10/07/2019


BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Jefferson Macedo Vianna
Universidade Federal de Juiz de Fora



Prof. Dr. Jefferson da Silva Novaes
Universidade Federal de Juiz de Fora



Prof. Dr. Francisco Zacaron Werneck
Universidade Federal de Ouro Preto

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha esposa Rosiara, que fez dos meus sonhos, os nossos sonhos e a minha filha Helena, “minha pequena”. Dedico também a minha Mãe, que onde estiver, está comigo em minhas batalhas.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a minha mãe Selma e ao meu pai Beto, por ajudar a me tornar a pessoa que sou hoje, eles foram e sempre serão fundamentais na minha essência. Mesmo com o pouco tempo de convivência com minha saudosa Mãe, suas palavras ecoam de forma eterna em meus ouvidos, me ajudando a galgar voos maiores, desbravando terras desconhecidas por mim. Ao meu Pai, agradeço seu jeito metódico e calculista, seus conselhos fazem parte das minhas escolhas diárias.

A minha amada esposa Rosiara, por toda compreensão, companheirismo e incentivo nessa batalha. Obrigado por estar ao meu lado e tornar os meus sonhos, nossa realidade! Você mais do ninguém sabe o que passamos, sendo meu suporte em todos os momentos longe de casa. Agradeço também a minha filha Helena, que me fez ver a vida com outros olhos, iluminando e abrilhantando meus dias.

As minhas irmãs Dudu, Carla e Bethânia por todo apoio e momentos compartilhados. Carla, esse caminho e momento são nossos, pois afinal, se estou aqui, você foi importante para isso acontecer, muito obrigado!

A minha Dinda, minha segunda, porém não menos importante mãe! Mesmo com seu olhar super protetor, sempre acreditou em mim, alimentando meus sonhos, me dando suporte para ir além.

Agradeço ao meu prof^o Edson Vieira, que foi fundamental nos tempos de faculdade. Nossas conversas foram substâncias para eu me tornar confiante na tentativa do processo seletivo. Você fez com que minhas incertezas, se tornassem uma convicção. Eu poderia estar aqui.

Ao meu orientador Jeferson Vianna, pela oportunidade de aprendizado e por acreditar em meu trabalho. Você é um exemplo, ministra suas aulas com enorme sabedoria, conhecimento e destreza. Agradeço também professor Jefferson Novaes, por compartilhar do seu tempo, conhecimento e paciência na construção deste trabalho. Ao professor Moacir Marocolo, meus agradecimentos, por ajudar nesse trabalho e também na minha formação, você foi um dos pilares nessa caminhada.

Aos amigos que fiz nestes dois anos, Yuri, Tuany, Rhaí, obrigado pela contribuição acadêmica e companheirismo de vocês. A todas as pessoas que participaram na construção e execução deste trabalho. Ao programa de Pós

Graduação em Educação Física UFJF/UFV e ao seu corpo docente por todo ensinamento.

“Sucesso é o resultado da prática constante de fundamentos e ações vencedoras. Não há nada de milagroso no processo, nem sorte envolvida. Amadores aspiram, profissionais trabalham.”

Bill Russel

RESUMO

O método *Kaatsu training* ou de restrição de fluxo sanguíneo (RFS), é uma intervenção originária dos japoneses, criado em meados 1960. Hoje, este método vem sendo utilizado no mundo todo como uma alternativa ao exercício de força (EF) com cargas elevadas, sendo bem estabelecido para aumento de massa muscular, força ou processos de reabilitação. O método de EF com RFS geralmente requer um par de torniquetes, os quais são pouco acessíveis financeiramente e de difícil aplicabilidade prática no ambiente das academias. Assim, foram realizados dois estudos: o primeiro teve como objetivo verificar a aplicabilidade prática da utilização de uma faixa não elástica para o EF com RFS, com base na pressão e tamanho do torniquete pneumático tradicional (*komprimeter Riester®*, *Jungingen*, Alemanha), para os membros superiores. Posteriormente, foram comparadas as respostas hemodinâmicas e perceptivas em uma sessão de EF com RFS com 20% de 1 RM, entre estes dois instrumentos; e o segundo estudo objetivou, a partir da equalização estabelecida, comparar as respostas metabólicas, hormonais e perceptivas em uma sessão de EF com RFS com 20% de 1RM, entre o torniquete pneumático e uma faixa não elástica. No primeiro estudo, 81 homens e mulheres recreacionalmente treinados se voluntariaram. Na 1ª fase deste estudo, a redução do comprimento da faixa não elástica foi obtida individualmente com base na percepção da dor, quando o torniquete foi fixado em 150 mmHg. Na 2ª fase, a redução do comprimento da faixa não elástica, obtida na 1ª fase, foi aplicada e a percepção da dor (utilizando a mesma escala de 0-10) foi comparada entre os braços. A 3ª fase foi realizada para comparar as respostas hemodinâmicas e perceptivas, durante e após uma sessão de EF com RFS, contendo os seguintes exercícios: supino reto no *smith*, puxada frontal, desenvolvimento no *smith*, tríceps no *crossover*, rosca bíceps na barra. No segundo estudo, dezesseis homens saudáveis e recreacionalmente treinados se voluntariaram. Os voluntários completaram duas sessões de EF com RFS, com os mesmos exercícios citados anteriormente. No estudo 1, a redução do comprimento da faixa não elástica foi de ~ 9% nos homens, ~ 7% em mulheres e ~ 8% em ambos os grupos. Não foram encontradas diferenças significativas na frequência cardíaca, pressão arterial, duplo produto, percepção da dor e nem na percepção subjetiva de esforço, entre os grupos que aplicaram a redução de 8% do comprimento da faixa não elástica obtido na 1ª fase. No estudo 2, as sessões experimentais com restrição

sanguínea promoveram aumentos significativos de GH e Lactato, mas não de IGF-1 (Torniquete, pré/10'pós [$p = 0,999$; TE = 0,13] e pré/15'pós [$p = 0,999$; TE = 0,14]; Faixa, pré/10'pós [$p = 0,999$; TE = 0,008] e pré/15'pós [$p = 0,999$; TE = 0,02]). Não houve diferenças significativas entre as sessões nas respostas metabólicas, hormonais e perceptivas ($p > 0,05$), com aplicação de 8% de redução no comprimento da faixa não elástica. Desta forma, sugerimos a utilização da faixa de restrição não elástica no exercício de força com restrição de fluxo sanguíneo com carga baixa em exercícios para os membros superiores, para pessoas recreacionalmente treinadas em força em academias, centros de treinamento esportivo, clínicas e outros locais de intervenção de diferentes profissionais da área da saúde.

Palavras-chave: kaatsu training, exercício de força, hemodinâmica, lactato, hormônios.

ABSTRACT

The Kaatsu training or method of blood flow restriction (BFR), is an intervention originating from the Japanese, created in the middle of 1960. Today, this method has been used worldwide as an alternative to the resistance training (RT) with high loads, being well established for increased muscle mass, strength or rehabilitation processes. The RT method with BFR generally requires a pair of tourniquets, which are poorly accessible financially and of difficult practical applicability in the academy environment. Thus, two studies were carried out: the first one was aimed at verifying the practical applicability of the use of a non-elastic band for RT with BFR, based on the pressure and size of the traditional pneumatic tourniquet (komprimeter Riester®, Jungingen, Germany) for upper limbs. Subsequently, the hemodynamic and perceptual responses were compared in one RF session with RFS with 20% of 1 RM, between these two instruments; and the second study objectified from the established equalization, to compare the metabolic, hormonal and perceptive responses in an RT session with BFR with 20% of 1RM, between the pneumatic tourniquet and a non-elastic band. In the first study, 81 recreationally trained men and women volunteered. In the 1st phase of this study, the reduction of non-elastic band length was obtained individually based on the perception of pain, when the tourniquet was fixed at 150 mmHg. In the second phase, the non-elastic band length reduction obtained in the 1st phase was applied and the pain perception (using the same scale of 0-10) was compared between the arms. The third phase was performed to compare the hemodynamic and perceptual responses, during and after an RT session with BFR, containing the following exercises: smith machine bench press, front pull, smith machine push press, triceps curl with pulley, biceps curl with bar. In the second study, sixteen healthy, recreationally trained men volunteered. The volunteers completed two RT sessions with BFR, with the same exercises as above. In study 1, non-elastic band length reduction was ~ 9% in men, ~ 7% in women and ~ 8% in both groups. There were no significant differences in heart rate, blood pressure, double product, pain perception or subjective perception of effort between the groups that applied the 8% reduction in the length of the non-elastic band obtained in the 1st phase. In study 2, blood-restricted experimental sessions promoted significant increases in GH and Lactate, but not in IGF-1 (Tourniquet, pre / 10' post [p = 0.999, ES = 0.13], and pre / 15' post [(p = 0.999, ES = 0.008) and pre /

15' post ($p = 0.999$; $ES = 0.02$). There were no significant differences between the sessions in the metabolic, hormonal and perceptive responses ($p > 0.05$), with an 8% reduction in non-elastic band length. In this way, we suggest the use of the non-elastic restriction band in exercise with BFR with low load in RT for the upper limbs, for people recreationally trained in strength in academies, sports training centers, clinics and other places of intervention of different health professionals

Keywords: kaatsu training, resistance training, hemodynamics, lactate, hormones.

LISTA DE FIGURAS

Artigo 1

- Figura 1 - Detalhes das faixas não elásticas personalizadas e tamanhos de equalização com o torniquete..... 32
- Figura 2 - Variáveis hemodinâmicas durante e após o EF com RFS com torniquete (150 mm Hg) ou faixa não elástica personalizada e equalizada baseada na dor após cada exercício 37
- Figura 3 - Frequência cardíaca e respostas de percepção do esforço durante e após a sessão de EF com RFS com torniquete e a faixa 38

Artigo 2

- Figura 1 - Nível de hormônio do crescimento (GH) (A) e hormônio peptídico IGF-1 (B) no momento pré, 10 min e 15 min pós, e nível de lactato sanguíneo (C) no momento pré e 1 min pós sessão de exercício de força utilizando torniquete ou faixa..... 58

LISTA DE TABELAS

Artigo 1

- Tabela 1 - Características antropométricas dos voluntários das fases 1, 2 e 3 30
- Tabela 2 - Ajustes da faixa não elástica com base na percepção de dor do torniquete, com uma pressão de 150 mmHg 35
- Tabela 3 - Valores antropométricos e ajustes dos resultados da fase 2 com base na redução do comprimento obtida na fase 1 36

Artigo 2

- Tabela 1 - Equalização da pressão da RFS entre o torniquete pneumático com a faixa de restrição não elástica 54
- Tabela 2 - Valores da percepção subjetiva de esforço e percepção de dor após a sessão experimental 59

LISTA DE SIGLAS

RFS	Restrição de fluxo sanguíneo
EF	Exercício de força
RM	Repetição máxima
mmHg	Milímetro de mercúrio
<i>et al</i>	e colaboradores
EF-CB	Exercício de força com carga baixa
EF-CA	Exercício de força com carga alta
RFS-T	Restrição do fluxo sanguíneo com o torniquete
RFS-F	Restrição do fluxo sanguíneo com a faixa
cm	Centímetros
min	Minutos
mm	Milímetros
Kg	Kilograma
n	Tamanho da amostra
PAS	Pressão arterial sistólica
PAD	Pressão arterial diastólica
D _{CB}	Dobra cutânea do bíceps
D _{CT}	Dobra cutânea do tríceps
Circ _{BD}	Circunferência do braço direito
Circ _{BE}	Circunferência do braço esquerdo
DP	Desvio padrão
FC	Frequência Cardíaca
PAM	Pressão arterial média
DPP	Duplo-produto
SR	Supino reto no smith
PF	Puxada frontal
DS	Desenvolvimento no smith
T	Tríceps puxador
B	Rosca bíceps com barra
CCI	Coeficiente de correlação intraclasse
PER	Percepção do estado de recuperação
p	Probabilidade

Bpm	Batimentos por minuto
GH	Hormônio do Crescimento
IGF-1	Hormônio peptídico
m	Metro
G	Gordura
m ² Kg ⁻¹	metro quadrado, dividido por quilograma
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
°C	Grau Celsius
LTDA	Limitada
CNPJ	Cadastro nacional de pessoa jurídica
Red.	Redução
BD	Braço esquerdo
BE	Braço direito
PSE	Percepção subjetiva de esforço
VT	Volume total
Lac	Lactato sanguíneo
TE	Tamanho do efeito
ng/mL	Nanograma por mililitro
mmol.L ⁻¹	Milimol por litro

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	18
1.1 Problema	18
1.2 Objetivo.....	21
1.3 Hipóteses	22
1.4 Justificativa/Relevância	23
2. ARTIGOS PRODUZIDOS	24
2.1 Artigo 1	24
2.1.1 Introdução	27
2.1.2 Materiais e Métodos	28
2.1.3 Resultados.....	35
2.1.4 Discussão	39
2.1.5 Conclusão.....	42
2.1.6 Referências.....	43
2.2 Artigo 2	48
2.2.1 Introdução	50
2.2.2 Materiais e Métodos	51
2.2.3 Resultados.....	57
2.2.4 Discussão	59
2.2.5 Conclusão.....	63
2.2.6 Referências.....	64
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS E APLICAÇÕES PRÁTICAS	69
4. REFERÊNCIAS	70
APÊNDICE A – ARTIGO FORMATADO AOS MOLDES DA REVISTA	75
APÊNDICE B – ARTIGO FORMATADO AOS MOLDES DA REVISTA	96
ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA	114
ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	117
ANEXO C – ANAMNESE	119

ANEXO D – QUESTIONÁRIO DE PRONTIDÃO PARA REALIZAR EXERCÍCIO FÍSICO – (PAR-Q) QUESTIONÁRIO	120
ANEXO E – PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO (PSE) OMNI-RES	121
ANEXO F – ESCALA ANALÓGICA VISUAL	122

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

1.1 O Problema

Muitas recomendações para o exercício físico foram sugeridas por organizações profissionais e agências governamentais desde as primeiras publicações do *American College of Sports Medicine* (ACSM, 1978). O exercício físico tornou-se alvo de inúmeras pesquisas voltadas a melhora funcional humana, otimizando o desempenho e a saúde (IDE; LOPES; SARRAIPA, 2010; MIRANDA; MELLO; ANTUNES, 2011). O exercício físico gera adaptações que são promovidas por meio da capacidade plástica muscular, relacionadas às modificações estruturais (COFFEY; HAWLEY, 2007; EGAN; ZIERATH, 2013).

A aptidão física é denominada como um conjunto de atributos mensuráveis relacionados à saúde e às habilidades que incluem aptidão cardiorrespiratória, força, resistência muscular, composição corporal, flexibilidade, equilíbrio, agilidade, tempo de reação e potência (CASPERSEN; POWELL; CHRISTENSON, 1985). Essas habilidades influenciam alguns aspectos da saúde e do condicionamento físico (GARBER et al., 2011). Segundo Fleck & Kraemer (2006), o exercício de força (EF) é utilizado para descrever um tipo de exercício que exige movimentos do corpo (ou tentativa de movimento) contra uma resistência, geralmente exercida por algum tipo de equipamento. Este tipo de treinamento tem papel fundamental nos programas de atividade física e tem sido recomendado por várias organizações de saúde (GARBER et al., 2011; KRAEMER et al., 2002).

Na literatura científica, está bem esclarecido a necessidade de se incluir cargas acima de 70% de uma repetição máxima (1RM) nas sessões de EF para a indução da hipertrofia muscular. Acredita-se que cargas abaixo desse percentual não sejam suficientes para provocar respostas hipertróficas musculares significativas (ACSM, 2009; SCHOENFELD et al., 2016; WILBORN et al., 2009). Entretanto, o forte estresse mecânico dos exercícios com carga elevada está, de forma acentuada, associado às lesões osteomusculares, especialmente em pessoas de mais idade ou idosas, cujo sistema musculoesquelético encontra-se mais debilitado (TAKARADA; SATO; ISHII, 2002). Desta forma, os profissionais buscam alternativas

de métodos com menor carga, menor estresse mecânico, que visem estímulos necessários ao desenvolvimento físico.

Nesta perspectiva, como uma alternativa ao EF com cargas elevadas, estudos destacam o método de *Kaatsu training*, que é uma intervenção originária dos japoneses, em meados de 1960 (SATO, 2005), sendo hoje realizado no mundo todo (PATTERSON et al., 2019). O método também é conhecido como oclusão vascular, treinamento em hipóxia ou treinamento isquêmico. Porém, o termo restrição do fluxo sanguíneo (RFS) foi adotado por ser mais adequado à técnica. Este método tem sido utilizado durante o exercício de EF, exercício aeróbico e também é utilizado de forma passiva sem exercício (PATTERSON et al., 2019). O método consiste na execução do EF de carga baixa, 20-40% de 1 RM, associada à restrição do fluxo sanguíneo (KARABULUT et al., 2006; SATO, 2005).

Para se obter a RFS durante o exercício a aplicação da pressão deve ser realizada nas extremidades proximais dos membros superiores (como a inserção distal do músculo deltoide) ou inferiores (prega inguinal). Para ocasionar a restrição venosa (diminuição parcial ou total do fluxo sanguíneo nos vasos) podem ser utilizados elásticos, teraband, faixa de restrição e bolsa pneumática como os torniquetes utilizados nos aparelhos de mensuração de pressão arterial (MANINI; CLARK, 2009; SATO, 2005).

O método de RFS com carga baixa tem sido utilizado para aumento de força (LAURENTINO et al., 2012; SOUSA et al., 2017; VECHIN et al., 2015) e massa muscular (LAURENTINO et al., 2012; VECHIN et al., 2015). Foi comprovado que este tipo de treinamento é seguro em relação à hemodinâmica (NETO et al., 2017a). Além disso, o treinamento com RFS, também tem sido usado para aumentar a resistência (GIL et al., 2017; KACIN; STRAZAR, 2011; SOUSA et al., 2017) e a capacidade funcional (ARAÚJO et al., 2015). O exercício de força com carga baixa associado à restrição do fluxo sanguíneo (EF-CB + RFS), se torna eficiente em proporcionar adaptações musculares semelhantes ao treinamento com carga alta. (LOENNEKE et al., 2016b; LOENNEKE; PUJOL, 2009; LOENNEKE; WILSON; WILSON, 2010).

O EF com RFS associado a carga baixa, tem sido estudado de maneira ampla com relação a resposta perceptiva (LOENNEKE et al., 2016b; LOENNEKE; WILSON; WILSON, 2010; WEATHERHOLT et al., 2013; WERNBOM et al., 2009), hemodinâmica (NETO et al., 2017a, 2017b; OZAKI et al., 2013; YASUDA et al.,

2015, 2016), estresse metabólico (LOENNEKE; PUJOL, 2009; MANINI; CLARK, 2009; NETO et al., 2018; PEARSON; HUSSAIN, 2015) e diferentes metodologias utilizadas, como a variação entre a restrição contínua e intermitente (FITSCHEN et al., 2014; LOENNEKE et al., 2016a; PATTERSON et al., 2019), porcentagem da carga relacionada à pressão, tamanho e tipo do torniquete (BUCKNER et al., 2017; COUNTS et al., 2016; KIM et al., 2017; MOUSER et al., 2017; ROSSOW et al., 2012).

O número de grupos de pesquisa e estudos que investigam o treinamento com RFS aumentou, conseqüentemente, também cresce o número de praticantes usando esse modo de treinamento (PATTERSON; BRANDNER, 2018). Porém, não são encontrados estudos comparando a pressão do torniquete pneumático com a faixa de restrição para aplicação do método de RFS no exercício de força em uma sessão de treino. A grande maioria das evidências científicas, utilizam a bolsa pneumática acoplados a manômetros (torniquete pneumático ou aparelho Kaatsu) para aplicação da restrição do fluxo sanguíneo, os quais são pouco acessíveis financeiramente e de difícil aplicabilidade prática no ambiente das academias. A faixa de restrição, representa um instrumento de fácil manuseio e de baixo custo financeiro quando comparado ao torniquete, tendo a possibilidade de ser graduado e equalizado com o mesmo. Dessa forma, passa a ser um instrumento em potencial, podendo dar maior aplicabilidade e utilização do método no ambiente das academias, centros de treinamento esportivo, clínicas e outros locais de intervenção de diferentes profissionais da área da saúde.

Mediante ao exposto acima, o presente estudo visa obter parâmetros na equalização da pressão exercida pela faixa não elástica, com base na percepção de dor, com a pressão do torniquete pneumático. Posteriormente, comparar as respostas hemodinâmicas, metabólicas, hormonais e perceptivas em uma sessão de treino utilizando o exercício de força com restrição do fluxo sanguíneo associado a carga baixa, com dois instrumentos distintos para realizar a restrição sanguínea: (a) o torniquete pneumático, (b) a faixa de restrição não elástica.

1.2. Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo do presente estudo foi verificar a aplicabilidade prática da utilização de uma faixa não elástica com base na pressão e tamanho tradicional do torniquete pneumático, nos membros superiores. Além disso, comparar as respostas hemodinâmicas, metabólicas, hormonais e perceptivas em uma sessão de treino em dois protocolos: (a) EF com carga baixa (20% de 1RM) + RFS com o torniquete pneumático (EF-CB + RFS-T) e (b) EF com carga baixa (20% de 1RM) + RFS com a faixa de restrição não elástica (EF-CB + RFS-F).

1.2.2 Objetivo específico

Diante do objetivo geral exposto, serão apresentados nesse trabalho dois objetivos de estudos específicos:

Estudo 1

O objetivo deste estudo foi verificar a aplicabilidade prática da utilização de uma faixa não elástica para o EF com RFS, com base na percepção de dor da pressão e tamanho tradicional do torniquete pneumático, nos membros superiores. Posteriormente comparar as respostas hemodinâmicas e perceptivas em uma sessão de EF com RFS com 20% de 1 RM, entre estes dois instrumentos.

Estudo 2

Através da equalização estabelecida pela escala de dor entre o torniquete pneumático e a faixa não elástica, o objetivo deste estudo foi comparar as respostas metabólicas, hormonais e perceptivas em uma sessão de EF com RFS com 20% de 1RM, entre estes dois instrumentos.

1.3. Hipóteses

Estudo 1

Hipotetizamos que seja possível equalizar a faixa não elástica, com base na pressão do torniquete pneumático, através da escala de percepção de dor. Sendo assim, consideramos as seguintes hipóteses nulas:

H₀₁: Não haverá diferença significativa ($p < 0,05$) nas respostas hemodinâmicas através da frequência cardíaca (Fc), pressão arterial sistólica (PAS), duplo produto (DP) e pressão arterial média (PAM) durante e após uma sessão de treino, entre protocolos de EF-CB + RFS-T e EF-CB + RFS-F.

H₀₂: Não haverá diferença significativa ($p < 0,05$) nas respostas perceptivas através da percepção subjetiva de esforço (PSE) durante e no final do treino entre protocolos de EF-CB + RFS-T e EF-CB + RFS-F.

Estudo 2

Através da equalização estabelecida pela escala de dor entre o torniquete pneumático e a faixa não elástica. Consideramos as seguintes hipóteses nulas:

H₀₁: Não haverá diferença significativa ($p < 0,05$) na resposta metabólica através da alteração no lactato sanguíneo (La) após uma sessão de treino, entre protocolos de EF-CB + RFS-T e EF-CB + RFS-F;

H₀₂: Não haverá diferença significativa ($p < 0,05$) nas respostas hormonais através das alterações no hormônio do crescimento (GH) e no hormônio peptídico IGF-1, após uma sessão de treino, entre protocolos de EF-CB + RFS-T e EF-CB + RFS-F;

H₀₃: Não haverá diferença significativa ($p < 0,05$) nas respostas perceptivas através da percepção subjetiva de esforço (PSE) e percepção de dor após uma sessão de treino, entre protocolos de EF-CB + RFS-T e EF-CB + RFS-F.

1.4. Justificativa/Relevância

No decorrer dos anos, o método de RFS tem sido amplamente estudado, sendo relatado diversos benefícios provenientes da sua associação com o exercício, tanto no exercício de força quanto no exercício aeróbio, bem como sua utilização de forma passiva sem exercício.

Existem poucas evidências que abordem a utilização da faixa não elástica no campo de intervenção do EF de carga baixa associado a RFS em uma sessão de treino. A utilização desse instrumento de menor custo financeiro, visa atingir um maior número de pessoas na utilização do método, além de uma maior aplicabilidade prática para a área da saúde nos ambientes de clubes, academias, clínicas e outros locais de intervenção de diferentes profissionais da área da saúde.

Espera-se, portanto, que os resultados a serem encontrados possam fornecer subsídios teóricos e principalmente práticos aos profissionais de Educação Física e Fisioterapeutas, dentre outros profissionais da saúde que façam uso do método de RFS em diferentes populações, proporcionando maior segurança, eficiência e aplicabilidade prática.

CAPÍTULO II

DESENVOLVIMENTO DA DISSERTAÇÃO

Neste capítulo serão apresentados os dois estudos referentes aos objetivos específicos desta dissertação de mestrado.

ARTIGO 1

Uma abordagem viável para o treinamento de restrição do fluxo sanguíneo: ajustando uma faixa não elástica com base na pressão moderada do torniquete

RESUMO

O exercício de força (EF) com restrição de fluxo sanguíneo (RFS) é um método bem estabelecido para aumento de massa muscular ou processos de reabilitação. O método tradicional EF com RFS geralmente requer um par de torniquetes, o qual é pouco acessível financeiramente e de difícil aplicabilidade para realizar a restrição. O objetivo deste estudo foi testar um método viável não invasivo e de baixo custo para EF com RFS, aplicando uma faixa não elástica feita sob medida com base nos parâmetros do torniquete, relatados na literatura científica. Oitenta e um homens e mulheres treinados recreacionalmente se voluntariaram para este estudo. Na 1ª fase, a redução do comprimento da faixa não elástica foi obtida individualmente com base na percepção da dor, quando o torniquete foi fixado em 150 mmHg. Na 2ª fase, a redução do comprimento da faixa não elástica obtida na 1ª fase foi aplicada e a percepção da dor (utilizando a mesma escala de 0-10) foi comparada entre os braços. A 3ª fase foi realizada para comparar as respostas hemodinâmicas e perceptivas durante e após uma sessão de exercício de força com 5 exercícios. A redução do comprimento da faixa não elástica foi de ~ 9% nos homens, ~ 7% em mulheres e ~ 8% em ambos os grupos. Não foram encontradas diferenças na frequência cardíaca, pressão arterial, duplo produto, percepção da dor e nem na percepção subjetiva de esforço, entre os grupos que aplicaram a redução do comprimento da faixa não elástica obtida na 1ª fase. Portanto, recomendamos o uso das faixas não elásticas, equalizada na pressão do torniquete de 150 mmHg para o

treinamento de restrição do fluxo sanguíneo em indivíduos saudáveis e recreacionalmente treinados.

Palavras-chave: exercício resistido, isquemia, treinamento de oclusão, hipertrofia, hemodinâmica.

ABSTRACT

Blood flow restriction training (BFR-T) is a well-established method for muscle mass increase or rehabilitation processes. The traditional BFR-T method generally requires a pair of expensive cuffs to perform the restriction. The aim of this study was to test a feasible noninvasive and inexpensive method for BFR-T by applying a custom-made non-elastic band based on the common-cuff parameters reported in scientific literature. Eighty-one recreationally-trained males and females volunteered for this study. In the 1st phase, the length reduction of non-elastic band was obtained individually based on the pain perception when the cuff was set at 150 mm Hg. In the 2nd phase, the length reduction of non-elastic band obtained from the 1st phase was applied and the pain perception (using the same 0-10 scale) was compared between arms. The 3rd phase was carried out to compare hemodynamic responses after a resistance training session with 5 exercises. The reduction length of non-elastic band was ~9% in men, ~7% in women and ~8% in both groups. No differences in pain perception were found among groups applying the non-elastic reduction length obtained neither in the 1st phase nor in heart rate, arterial blood pressure, rate-pressure product, rate of perceived exertion, and in hemodynamic parameters. We therefore recommend using non-elastic bands adjusted from cuff validated pressure of 150 mmHg for blood flow restriction training in healthy and recreationally-trained subjects.

Key-words: resistance exercise, ischemia, occlusion training, hypertrophy, hemodynamic.

Introdução

O exercício de força (EF) com restrição do fluxo sanguíneo (RFS) promove ganhos de hipertrofia muscular (LAURENTINO et al., 2012) e força (LIBARDI et al., 2015; VECHIN et al., 2015) em diferentes populações, como em idosos (CENTNER et al., 2019) e atletas (LOENNEKE et al., 2012a; TAKANO et al., 2005). O EF com RFS consiste na aplicação de um torniquete ou um tipo de faixa na região proximal dos braços ou coxas, e requer cargas baixas (ou seja, 20-40% de 1RM) durante as sessões de treinamento (LOENNEKE et al., 2012a). Esse tipo de treinamento não promove riscos consideráveis para os parâmetros hemodinâmicos (NETO et al., 2016, 2017). Embora os mecanismos exatos por trás dos efeitos da RFS não sejam claros, sugere-se que estímulos metabólicos, hormonais e neuromusculares possam interagir para promover os efeitos benéficos relatados (PEARSON; HUSSAIN, 2015; WERNBOM; AUGUSTSSON; RAASTAD, 2008).

O EF com RFS normalmente requer a utilização de um torniquete específico, o qual é pouco acessível financeiramente e de difícil aplicabilidade prática no ambiente das academias para a maioria dos praticantes e atletas. De fato, alguns estudos têm avaliado a eficácia de faixas elásticas variadas em comparação com o método tradicional com torniquete (BUCKNER et al., 2017; LOENNEKE et al., 2010, 2012b; ROSSOW et al., 2012). A faixa representa uma ferramenta mais prática, podendo promover alterações fisiológicas semelhantes ao torniquete, com menor custo quando comparado com o mesmo.

Assim, o objetivo deste estudo foi verificar a aplicabilidade prática da utilização de uma faixa não elástica para o EF com RFS, com base na pressão e tamanho tradicional do torniquete pneumático, nos membros superiores. A faixa não elástica utilizada neste estudo, tem o mesmo tamanho da câmara de ar do torniquete pneumático específico para RFS. Nós hipotetizamos que seja possível ajustar a faixa não elástica com base na pressão do torniquete, através da escala de percepção de dor e, que ambos os dispositivos induzirão as mesmas respostas hemodinâmicas e perceptivas, durante e após uma sessão de treinamento.

Materiais e Métodos

Abordagem Experimental do Problema

Para comparar as respostas do EF com RFS entre o torniquete e a faixa não elástica, o objetivo primário deste estudo foi obter um ajuste da faixa baseado na percepção de dor do torniquete com a pressão de 150 mmHg. Os sujeitos realizaram duas sessões de EF, com cinco exercícios em cada sessão, utilizando o torniquete e a faixa não elástica (previamente ajustada com base na percepção da dor do torniquete). O uso de torniquete ou faixa foi realizado em um estudo randomizado e cego (ou seja, o avaliado não foi informado sobre os objetivos do estudo) projetado para investigar as respostas hemodinâmicas e perceptivas de uma sessão de EF com RFS.

Procedimentos

Este estudo foi realizado em três partes: a 1ª fase teve como objetivo medir a redução do comprimento da faixa não elástica com base na pressão do torniquete previamente definida em 150 mmHg (BRANDNER; KIDGELL; WARMINGTON, 2015; DANKEL et al., 2017; LOENNEKE et al., 2016; TAKANO et al., 2005) utilizando a percepção da dor (escala 0-10) como um parâmetro de controle. Os sujeitos relataram a percepção de dor de um braço, com base na dor do outro braço, com o torniquete colocado em uma pressão de 150 mmHg. A circunferência do braço e a redução do comprimento necessária para atingir a mesma percepção da dor no braço com a faixa não elástica foram medidas.

A 2ª fase teve como objetivo aplicar a redução do comprimento da faixa e comparar com a pressão de 150 mmHg. Desta forma, aplicou-se a redução do comprimento da faixa não elástica obtida na primeira fase e foi comparado a percepção da dor (utilizando a mesma escala 0-10) entre os braços, um com a faixa não elástica e outro com o torniquete, novamente colocado no braço com 150 mmHg. A 3ª fase, o objetivo foi evidenciar um efeito confirmatório da equalização estabelecida entre o torniquete e faixa, através das respostas hemodinâmicas e perceptivas. Sendo assim, foi realizada uma técnica de crossover randomizada (torniquete ou faixa personalizada) para comparar os parâmetros hemodinâmicos e perceptivos durante uma sessão de EF. Em todas as fases, o mesmo avaliador,

coletou todos os dados e uma avaliação de teste e reteste foi realizada para reduzir possíveis diferenças intra-sujeitos. Os voluntários não foram informados sobre os objetivos do estudo e, participando da 1ª fase, excluíram a possibilidade de participar da 2ª fase.

Sujeitos

Oitenta e um sujeitos (58 homens; 23 mulheres) saudáveis e recreacionalmente treinados (praticantes de exercício de força com mais de seis meses) foram voluntários para este estudo (Tabela 1). Os critérios de exclusão adotados foram: 1) história de tabagismo nos últimos três meses, 2) presença de alguma doença cardiovascular ou metabólica, 3) hipertensão arterial sistêmica (\geq 140/90 mmHg ou uso de medicação anti-hipertensiva), 4) uso de suplementação de creatina, 5) uso de esteroides anabolizantes, medicamentos ou medicamentos com potencial impacto no desempenho físico (auto relatado), ou 6) presença recente de lesão musculoesquelética. O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas, envolvendo seres humanos da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) sob o parecer número 1.455.444 / 2016 (ANEXO A) e realizada de acordo com a declaração de Helsinque. Além disso, todos os indivíduos assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (ANEXO B) antes da coleta de dados. O consumo de café, chá, álcool e tabaco foi proibido durante 24 horas antes dos procedimentos experimentais.

Tabela 1. Características antropométricas dos voluntários das fases 1, 2 e 3.

Características	Fase 1			Fase 2			Fase 3
	Masculino (n=31)	Feminino (n=15)	Total (n=46)	Masculino (n=17)	Feminino (n=8)	Total (n=25)	Masculino (n=10)
Idade (anos)	26,0±7,2	22,0±3,8	25,0±6,6	26,8±4,9	33,0±5,8	30,0±5,4	28,0±4,1
Altura (cm)	177±8,0	163,0±7,0	172,0±7,5	174±6,0	163,0±9,0	168,5±7,5	173±6,0
Peso (kg)	77,9±11,1	58,7±9,2	71,6±13,9	76,9±10,76	63,0±5,6	70,0±8,2	77,0±10,0
Gordura (%)	11,97±6,6	20,1±8,7	14,6±8,5	11,43±6,01	23,6±5,9	17,5±6,0	7,8±5,6
PAS (mm Hg)	122,9±6,9	114,0±5,0	120,0±7,6	122,9±7,9	112,5±6,8	117,7±7,3	122,0±6,0
PAD (mm Hg)	82,3±8,0	79,3±2,5	81,3±6,8	78,41±4,31	75,1±7,2	76,8±5,7	71±7,3
Dc _B (mm)	2,8±1,6	9,4±6,7	4,9±5,1	2,50±1,67	8,0±3,5	5,2±2,6	1,9±0,9
Dc _T (mm)	7,0±4,6	13,8±8,3	9,2±6,8	7,03±4,21	18,1±6,2	12,6±5,2	5,2±2,4
Circ _{BD} (cm)	32,9±3,9	27,0±3,6	30,9±4,7	33,59±2,64	29,36±2,23	29,4±2,2	32,7±2,8
Ci _{CBE} (cm)	32,8±3,8	27,0±3,7	30,9±4,6	33,71±2,56	29,40±2,24	29,4±2,2	32,6±2,9

Nenhuma diferença significativa foi encontrada entre as comparações dos grupos com os respectivos grupos relacionados. PAS (mmHg): pressão arterial sistólica; PAD (mmHg): pressão arterial diastólica; Dc_B (mm): dobra cutânea do bíceps; Dc_T (mm): dobra cutânea tricipital; Circ_{BD}: circunferência do braço direito; Ci_{CBE}: circunferência do braço esquerdo. Os dados são em médias ± DP.

Medidas Antropométricas

A massa corporal e a estatura foram medidas por meio de balança médica com estadiômetro (*Health-O-Meter®*, modelo 402EXP, *Badger Scale Inc.*, *Milwaukee*, Estados Unidos). A massa corporal foi avaliada com os sujeitos vestindo apenas calções de banho (sexo masculino). Para o sexo feminino foi adotado a utilização de top e short. Os sujeitos foram instruídos a realizar uma inspiração profunda antes da medição da altura. O percentual de gordura corporal (%) foi estimado pelo método de dobras cutâneas em três locais (JACKSON; POLLOCK, 1978). A circunferência do braço relaxado e contraído foi medida com fita métrica considerando-se o ponto médio entre o acrômio escapular e o cotovelo.

Medições de Pressão Arterial, Frequência Cardíaca e Duplo-Produto

Antes (15 min) e imediatamente após cada exercício e pós-treino (5, 10 e 15 min) a pressão arterial (sistólica (PAS) e diastólica e (PAD)) foram mensuradas com um esfigmomanômetro automático (BP 3AC, *Microlife, Widnau, Suíça*), colocado na região proximal do braço. A frequência cardíaca (FC) foi medida continuamente durante o protocolo experimental usando um monitor de frequência cardíaca (V800 Polar *Electro, Kempele, Finlândia*), sendo utilizado para análise os momentos de 15 minutos antes, imediatamente após cada exercício e pós-treino (5, 10 e 15 min). O duplo-produto foi obtido pela multiplicação $FC \times PAS$ e a pressão arterial média (PAM) pela equação $(PAS + 2DPP) / 3$. Para análise da DP e da PAM, foram usados os mesmos momentos citados anteriormente.

Procedimentos de restrição do fluxo sanguíneo

A restrição do fluxo sanguíneo foi realizada por meio de dois instrumentos diferentes, ambos aplicados na porção proximal do braço: um torniquete pneumático de 7,0 cm x 57,0 cm (*komprimeter Riester®, Jungingen, Alemanha*), aplicado com pressão de 150 mmHg (BRANDNER; KIDGELL; WARMINGTON, 2015; DANKELE et al., 2017; LOENNEKE et al., 2016; TAKANO et al., 2005), e uma faixa não elástica personalizada (5,0 cm x 47,0 cm). Embora as faixas usadas tenham 5,0 cm de largura, esta é a largura exata apresentada pela câmara de ar do torniquete em contato com o braço, quando colocada e inflada no mesmo. Assim, a largura da faixa foi determinada após várias medidas do torniquete, em diferentes sujeitos, utilizando a pressão aplicada de 150 mmHg predeterminada. Este procedimento objetivou a equalização da área de contato de ambos os aparelhos e promoveu pressões de oclusão iguais (LAURENTINO et al., 2016; LOENNEKE et al., 2016). Além disso, uma faixa elástica já foi utilizada em outros experimentos semelhantes (ABE et al., 2019). Veja detalhes na figura 1.

Um doppler vascular portátil (Df7001 vn *Medpej, Ribeirão Preto, São Paulo*) foi aplicado na artéria radial para verificar o fluxo sanguíneo durante todas as intervenções, para garantir que o fluxo arterial sanguíneo não fosse ocluído.

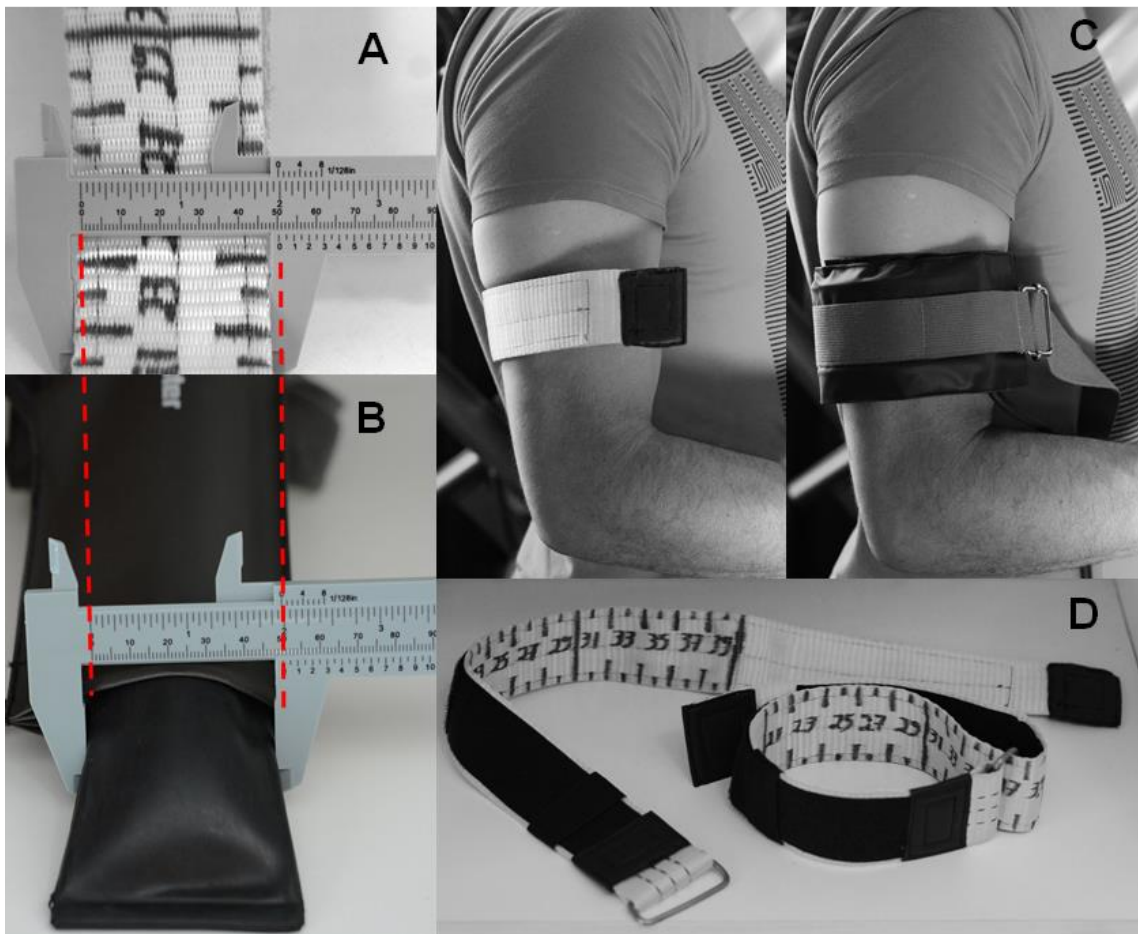


Figura 1. Detalhes das faixas não elásticas personalizadas e tamanhos de equalização com o torniquete. A, largura da faixa não elástica (5 cm); B, câmara de ar de largura do torniquete pneumático (5 cm); C, posição figurativa do torniquete e faixa no braço do avaliado; D, graduação numérica e estrutura de faixa não elástica.

Teste de Uma Repetição Máxima

O teste de força foi composto por cinco exercícios, realizados na seguinte ordem: 1º, supino reto no *smith* (SR), 2º, puxada frontal (PF), 3º, desenvolvimento no *smith* (DS), 4º, tríceps no *crossover* (T), 5º, rosca bíceps na barra (B). Primeiro, os sujeitos realizaram um aquecimento geral (3-5 minutos de atividade leve, ou seja, caminhada, movimentos articulares sem carga e leve alongamento estático envolvendo o grupo muscular avaliado (MAROCOLO et al., 2016b), seguido por um aquecimento específico (1 série de 10-12 repetições com 30% da carga corporal) com cadência de movimento de 1 segundo para fase concêntrica e 2 segundos para fase excêntrica. Intervalos de descanso de 5 minutos foram estabelecidos entre cada tentativa de 1RM. Não foram necessárias mais de 5 tentativas para encontrar uma

carga de 1RM. O 1RM foi estabelecido quando o sujeito foi capaz de realizar uma repetição completa do movimento (fase concêntrica e excêntrica na cadência predeterminada), mas foi incapaz de realizar uma segunda repetição sem assistência. O procedimento do teste de 1RM está de acordo com a recomendação da *National Strength and Conditioning Association* (BAECHLE; EARLE, 2008) e as seguintes estratégias foram adotadas: a) instruções padronizadas sobre os procedimentos do teste foram dadas aos sujeitos antes do teste; b) os sujeitos receberam instruções padronizadas referentes à técnica do exercício; c) encorajamento verbal semelhante foi fornecido durante os testes; d) *feedback* sobre a concordância com a cadência do movimento. O reteste de 1RM foi realizado em um dia separado, 48 horas após o primeiro teste. O coeficiente de correlação intraclasse (CCI) foi calculado para teste de 1RM e reteste para todos os exercícios (valores médios; IC): supino reto no *smith* (0,978; 0,955-0,984), puxada frontal (0,968; 0,949-0,979), desenvolvimento no *smith* (0,975; 0,970-0,988), tríceps no *crossover* (0,988; 0,972-0,991) e rosca bíceps na barra (0,990; 0,980-0,997).

Sessões Experimentais

Foram realizadas duas sessões experimentais para membros superiores compostas pelos mesmos exercícios citados anteriormente. Os voluntários completaram de forma randomizada duas sessões experimentais de treino: EF a 20% de 1 RM com a RFS pelo torniquete pneumático (EF-CB + RFS-T) e EF a 20% de 1 RM com a RFS pela faixa não elástica (EF-CB + RFS-F) (PATTERSON et al., 2019). Antes de iniciar os exercícios de força, os avaliados realizaram um aquecimento de 5 minutos em um ciclo ergômetro, com carga moderada.

As sessões de EF com RFS foram realizadas com pelo menos três e não mais do que cinco dias de intervalo. Durante as sessões, o fluxo sanguíneo foi restabelecido (isto é, o torniquete ou a faixa foram liberados) entre os exercícios, mas não entre as séries. Para cada exercício os voluntários realizaram uma série de 30, mais três séries de 15 repetições com 20% de 1RM. Foi utilizado um intervalo de descanso de 30 segundos entre todas as séries e 1 minuto entre os exercícios. Um metrônomo (DM50, *Seiko*®, Tóquio, Japão) foi usado para garantir a cadência correta do movimento (1,5 segundo para cada fase concêntrica ou excêntrica).

Percepção do Estado de Recuperação, Escala de Dor e Esforço Percebido

A percepção do estado de recuperação (PER) foi avaliado (LAURENT et al., 2011) antes de cada sessão de EF com RFS. O valor mais baixo significa um indivíduo mal recuperado com expectativa de desempenho prejudicado, enquanto o valor mais alto significa um indivíduo muito bem recuperado, esperando um bom desempenho.

A percepção da dor também foi avaliada por meio de uma escala numérica de avaliação (ANEXO F). A escala de classificação numérica consiste em uma escala de pontuação de 0-10 (FERREIRA-VALENTE; PAIS-RIBEIRO; JENSEN, 2011), em que o valor mais baixo significa “sem dor” e o valor mais alto significa “dor insuportável”. As seguintes instruções foram usadas: “Selecione um único número que melhor represente a intensidade da dor sentida durante esta intervenção”.

O esforço percebido foi avaliado por meio da escala de OMNI-RES (ANEXO E) (ROBERTSON et al., 2003) ao final de cada série de repetições até a falha momentânea (valores de 0 a 10). As instruções a seguir foram utilizadas para o esforço percebido, semelhante ao descrito anteriormente (MAROCOLO et al., 2016a): “Depois de cada série, queremos que você preste muita atenção em quão difícil é a taxa de trabalho definida. Esse sentimento deve refletir sua quantidade total de esforço e fadiga, combinando todas as sensações e sentimentos de estresse físico e fadiga. Não se preocupe com nenhum fator como dor nas pernas, falta de ar ou intensidade do exercício, mas tente se concentrar na sua sensação de esforço total e interior. Tente não subestimar ou superestimar seus sentimentos de esforço e seja o mais preciso possível”.

Análise Estatística

O teste de Shapiro-Wilk foi aplicado para verificar a distribuição de normalidade dos dados. Da mesma forma, usamos o teste de Levene para verificar a homocedasticidade dos dados. O coeficiente de correlação intraclasse (CCI) foi utilizado para verificar a confiabilidade das medidas de teste e comprimento de reteste na primeira e segunda fases. Os dados das características antropométricas dos voluntários de todas as fases foram expressos como média \pm desvio padrão e os ajustes da faixa de restrição foram expressos em mediana (intervalo interquartil). O

teste sinal ranqueado de Wilcoxon ou ANOVA não paramétrico (teste de Friedman), seguido do teste de *post hoc* de *Dunn*, foi aplicado para comparação entre medidas de redução de comprimento e escalas de dor em ambas as fases. Um teste *t* pareado foi realizado para hemodinâmica e comparação das escalas de percepção entre as sessões de treinamento com o torniquete e a faixa. O nível de significância adotado foi de 0,05 e o software utilizado para análise dos dados foi o Graph Pad® (Prism 6.0, San Diego, CA, EUA).

Resultados

Os valores de percepção de dor obtidos com o torniquete aplicado a 150 mmHg na região proximal do braço não foram diferentes dos obtidos com a faixa não elástica (Tabela 2). A redução do comprimento para atingir os mesmos valores de dor também são relatados na tabela 2.

Tabela 2: Ajustes da faixa não elástica com base na percepção de dor do torniquete, com uma pressão de 150 mmHg.

Variável	Dor Torniquete		Dor faixa		P	Redução do comprimento da faixa (%)	
	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo		Direito	Esquerdo
Masculino (n=31)	5,0(2,0)	5,0(2,0)	5,0(2,0)	5,0(2,0)	0,39	8,8±2,5	8,6±2,4
Feminino (n=15)	5,0(2,0)	4,0(2,0)	5,0(2,0)	5,0(2,0)	0,3	6,1±2,2	6,6±2,6
Total (n=46)	5,0(2,0)	5,0(2,0)	5,0(2,0)	5,0(2,0)	0,97	8,0±2,6	7,9±2,5

Os valores de dor são expressos como mediana (intervalo interquartil: percentil 75-25); os valores de redução são expressos como média ± desvio padrão.

A redução do comprimento da faixa obtida na fase 1 (tabela 2) foi aplicada na faixa não elástica e os valores de dor entre a faixa e o torniquete (com 150 mmHg) não diferiram na fase 2 (tabela 3).

Tabela 3: Valores antropométricos e ajustes dos resultados da Fase 2 com base na redução do comprimento obtida na Fase 1 (tabela 2).

Variável	Dor faixa		Dor torniquete		P
	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo	
Masculino (n=17)	6,0(3,0)	5,5(2,0)	6,0(3,0)	6,0(2,0)	>0,99
Feminino (n=8)	6,0(2,0)	6,0(0,0)	5,5(1,0)	5,5(1,0)	>0,99
Total (n=25)	6,0(1,0)	6,0(1,0)	6,0(1,0)	6,0(1,0)	>0,99

Os valores de dor são expressos como mediana (intervalo interquartil: percentil: 75-25);

Os valores de percepção de dor da faixa ajustada ao comprimento não apresentaram diferença significativa em relação aos valores de percepção da dor do torniquete ($p > 0,99$).

O Doppler portátil mostrou que não ocorria oclusão arterial do fluxo sanguíneo em todas as fases do estudo, utilizando a pressão do torniquete de 150 mmHg ou a pressão exercida pela redução do comprimento da faixa não elástica.

Os parâmetros hemodinâmicos não foram diferentes ($p > 0,05$) após uma sessão de EF com RFS utilizando torniquete ou a faixa não elástica (fig. 2).

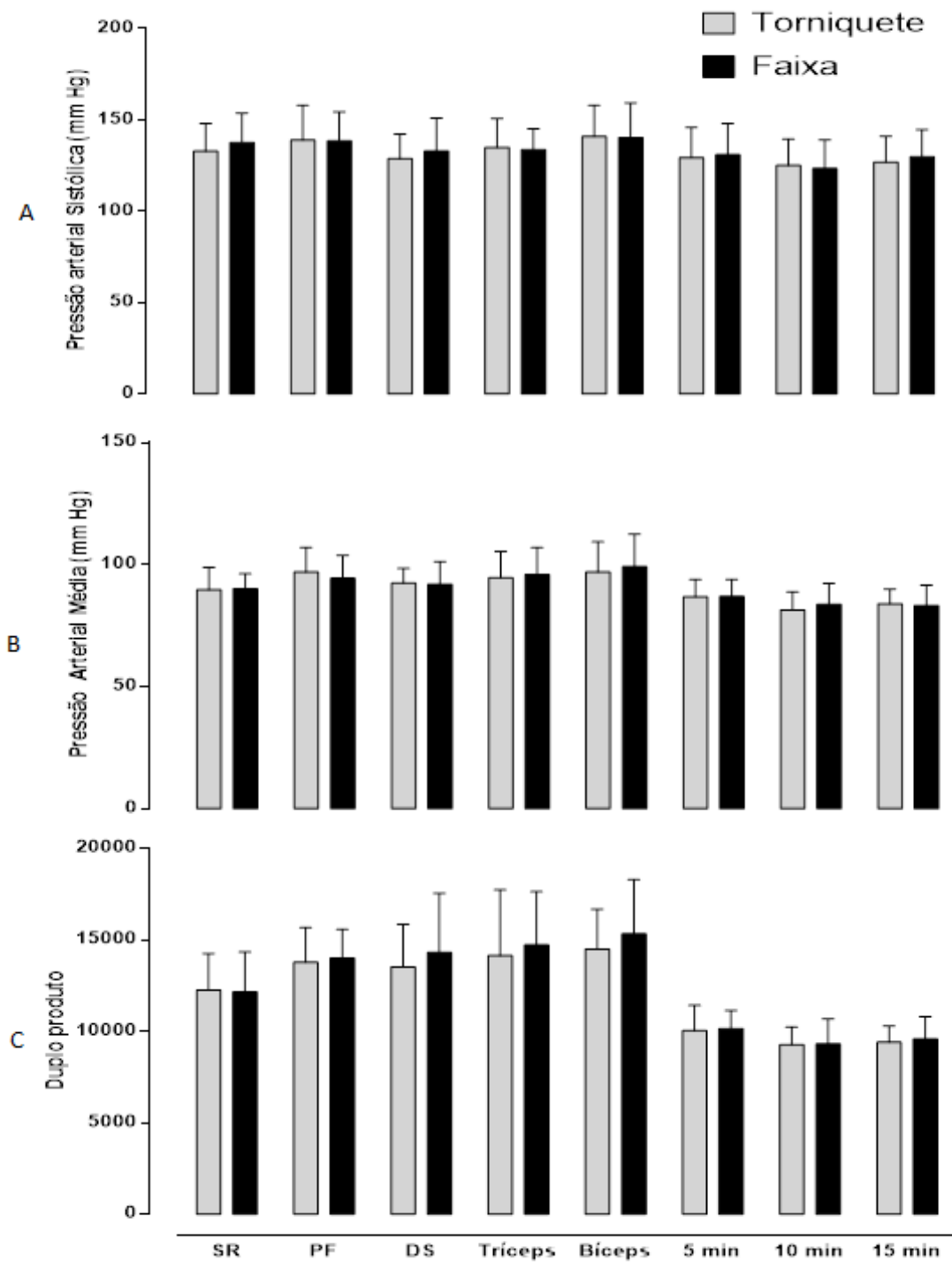


Figura 2: Nenhuma diferença significativa foi encontrada entre as comparações dos grupos com os respectivos grupos relacionados ($p > 0,05$). Variáveis hemodinâmicas durante e após o EF com RFS com torniquete (150 mm Hg) ou faixa não elástica personalizada e equalizada baseada na dor após cada exercício, A, pressão arterial sistólica, B, pressão arterial média C duplo produto. SR: supino reto no *smith*, PF: puxada frontal; DS: desenvolvimento no *smith*; Tríceps: tríceps no *crossover*; bíceps: rosca bíceps na barra.

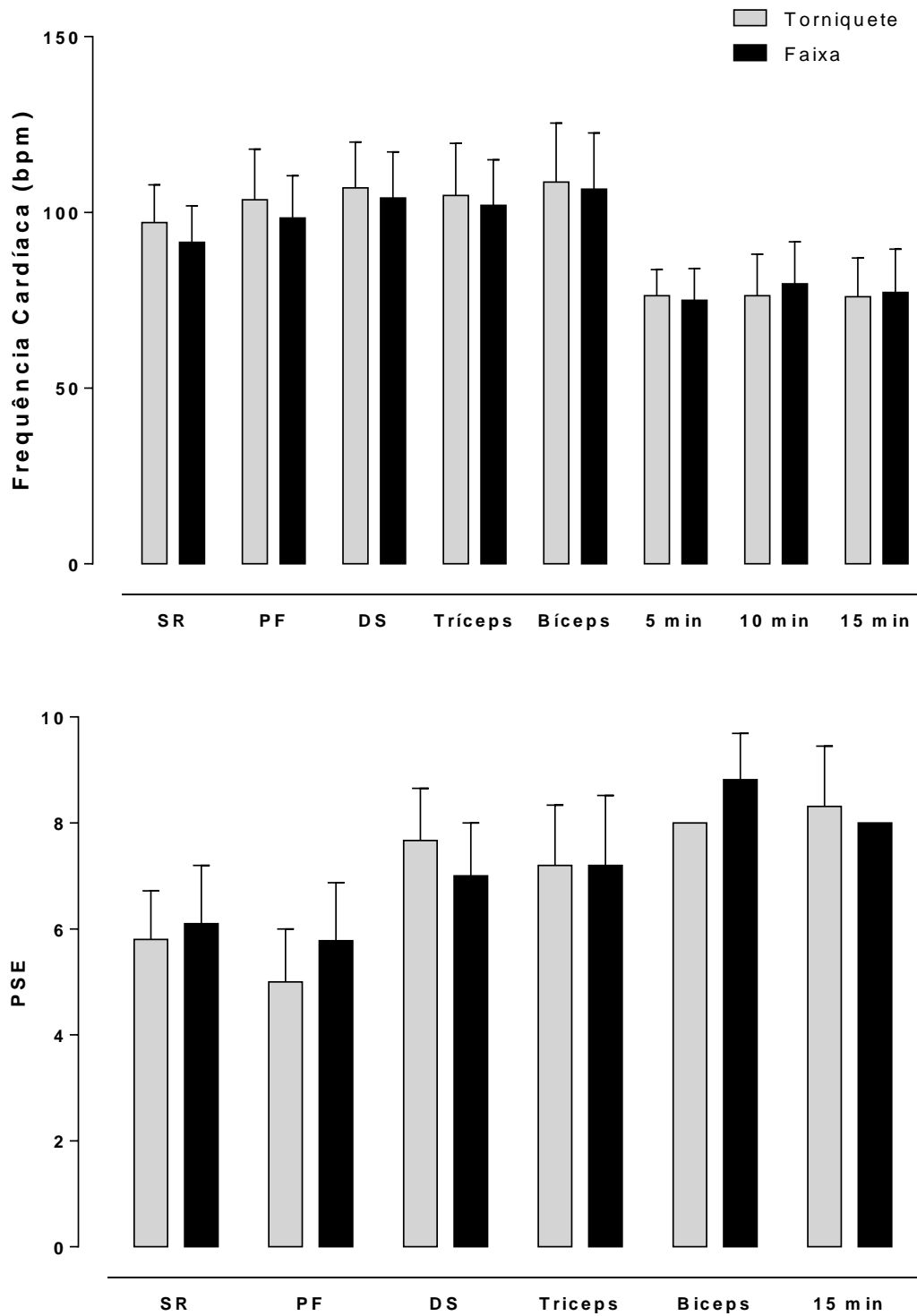


Figura 3: Nenhuma diferença significativa foi encontrada entre as comparações dos grupos com os respectivos grupos relacionados ($p > 0,05$). Frequência cardíaca e respostas de percepção do esforço durante e após a sessão de EF com RFS com torniquete e a faixa. SR: supino reto no *smith*, PF: puxada frontal; DS: desenvolvimento no *smith*; Tríceps: tríceps no *crossover*, bíceps: rosca bíceps na barra.

Discussão

O objetivo deste estudo foi verificar a aplicabilidade do treinamento de restrição do fluxo sanguíneo utilizando uma faixa não elástica baseada na percepção da dor do torniquete pneumático. Nosso principal achado foi que a percepção da dor foi idêntica usando ambos os instrumentos de restrição, induzindo repostas hemodinâmicas e perceptivas semelhantes durante uma sessão de exercício de força.

O EF com RFS mostrou promover ganhos de hipertrofia muscular (LAURENTINO et al., 2012) e força (LIBARDI et al., 2015; VECHIN et al., 2015) em diferentes populações, no entanto, isso requer o uso de torniquetes pneumáticos, que são caros e muito difíceis de usar sem ajuda. O uso de uma faixa adequada para o EF com RFS fornece uma ferramenta de baixo custo e acessível para a maioria dos praticantes.

Existem diferentes tipos de torniquetes, bem como diferentes volumes, intensidades e pressão de oclusão aplicada no treinamento com RFS (LIXANDRÃO et al., 2018; LOENNEKE et al., 2012a; TAKARADA; SATO; ISHII, 2002; YASUDA et al., 2011a), o que torna difícil a comparação dos resultados entre os estudos. Alguns autores sugerem que pressões mais elevadas promovem uma resposta ótima (COUNTS et al., 2016; LOENNEKE et al., 2012b; SUGAYA et al., 2011; YASUDA et al., 2009). Em nosso estudo, uma pressão de 150 mmHg foi aplicada de acordo com experimentos anteriores (BRANDNER; KIDGELL; WARMINGTON, 2015; LAURENTINO et al., 2016; SUGA et al., 2010). Essa pressão não promove oclusão do fluxo arterial sanguíneo, não apresenta altos riscos hemodinâmicos e está relacionada com uma dor moderada, durante o EF com RFS. Também foi descrito que o EF com RFS até 150 mmHg resultou em melhores resultados para hipertrofia, potência e adaptações neuromusculares (LADLOW et al., 2018; NETO et al., 2017; VECHIN et al., 2015; YASUDA et al., 2011a), apresentando também menor risco quanto aos efeitos hemodinâmicos (BRANDNER; KIDGELL; WARMINGTON, 2015).

Buckner et al. (2017) mostraram que torniquete pneumático de diferentes materiais (nylon ou elástico) exigiu diferentes pressões para promover a oclusão do fluxo arterial sanguíneo. No entanto, aplicando-se 40% da pressão de oclusão específica para cada torniquete durante o exercício, não foram encontradas diferenças no torque e ativação muscular. Nesse contexto, outro estudo

(LOENNEKE et al., 2012b) demonstrou que a largura do torniquete é inversamente proporcional à pressão de oclusão, ou seja, quanto maior o torniquete, menor a pressão necessária para a oclusão. Assim, em nosso estudo, o torniquete e a largura da faixa foram iguais, para promover a mesma magnitude de restrição do fluxo sanguíneo durante o treinamento.

É importante considerar que durante o EF com RFS, aplicando a mesma pressão absoluta para todos os aparelhos de oclusão, as características (tamanho e material) poderiam resultar em estímulos diferentes de restrição. Sendo assim, a propriedade elástica do torniquete pode interferir no processo de oclusão e, embora o uso de torniquetes elásticos tenha aumentado entre a população em geral, não é possível saber a quantidade de pressão aplicada e a conseqüentemente a restrição real do fluxo sanguíneo. A aplicação de faixas elásticas durante o exercício pode permitir a dilatação muscular durante a fase concêntrica, mantendo uma pressão mais constante e menos difícil de realizar o exercício. Em vez disso, uma faixa não elástica aumenta a pressão durante a ação concêntrica e prejudica a dilatação muscular nessa fase do exercício. No entanto, a faixa não elástica tem as mesmas propriedades físicas do torniquete, o que permite um melhor padrão dos métodos investigados e uma melhor comparação entre os protocolos.

Além disso, foi descrito (ROSSOW et al., 2012) que as respostas cardiovasculares e as percepções subjetivas de esforço são influenciadas por diferentes tipos de torniquetes. Um estudo anterior (WERNBOM et al., 2009) descreveu níveis elevados de dor utilizando faixas não elásticas de maior largura (13,5 cm), enquanto outro estudo (YASUDA et al., 2011b) mostrou um nível baixo de percepção de dor aplicando uma faixa de largura mais estreita (3,3 cm). Uma vez que foi claramente descrito (WERNBOM et al., 2009) que torniquetes ou faixas maiores promoviam alto nível de percepção de dor, nossos resultados corroboram o uso de uma faixa estreita para treinamento com RFS em membros superiores, que resultou em baixo nível de dor (YASUDA et al., 2011b). Além disso, o torniquete maior promove respostas cardiovasculares mais altas e maiores relatos de dor e percepção de esforço (ROSSOW et al., 2012) em comparação a um torniquete estreito.

Como a pressão é dependente da área (no nosso caso, torniquete ou largura da faixa) e também está relacionada à percepção da dor, hipotetizamos que o uso da faixa com a largura equalizada, baseado na pressão do torniquete com 150

mmHg poderia resultar em uma diferença não significativa nos aspectos hemodinâmicos e na percepção subjetiva de esforço ($p > 0,99$). Sendo assim, Wilson et al. (2013) sugeriram que a percepção da dor durante o EF com RFS entre 7 e 10 (em uma escala de 0 a 10) resultou uma restrição sanguínea, mas sem ocluir o fluxo arterial. Seus dados corroboram os nossos, uma vez que não encontramos oclusão arterial durante os experimentos.

Em relação à percepção da dor, um estudo prévio (LOENNEKE et al., 2010) propôs a aplicação de faixas elásticas para o EF com RFS, nos membros inferiores. Eles recomendam uma percepção moderada da dor, em torno de 7 (em uma escala de 0 a 10), promovendo uma restrição suficiente do fluxo sanguíneo. Embora tenhamos encontrado uma menor percepção de dor (cerca de 5 em uma escala de 0-10), existem vários estudos mostrando aumentos na força (LAURENTINO et al., 2012; SOUSA et al., 2017; VECHIN et al., 2015) e massa muscular (SOUSA et al., 2017; VECHIN et al., 2015) com não mais do que 5, em uma escala percepção de 0-10.

Embora nenhum estudo tenha comparado as respostas hemodinâmicas e perceptivas entre os instrumentos utilizados em nosso estudo, nossos achados podem ser corroborados por Neto et al. (2016), os quais comparam o EF de carga alta (80% de 1 RM), com o EF com RFS, onde os valores hemodinâmicos apresentam valores semelhantes com os nossos. Porém, os resultados de Poton e Polito (2014) divergem do nosso estudo. Os valores mais elevados de PAS e FC podem ter acontecido em função de um protocolo diferente do utilizado por nós. Os autores utilizaram uma pressão de 200 mmHg, com 3 séries de 15 repetições com 20 % de 1 RM.

Como limitação deste estudo, é importante notar que não medimos as propriedades de estiramento do torniquete, embora ele seja comercializado como um material não elástico. Estudos anteriores descreveram essas propriedades usando um torniquete elástico (ABE et al., 2019). No entanto, a pressão de 150 mmHg usada no estudo atual não é suficiente para induzir deformações do material do manguito, devido à grande espessura do manguito. Cabe ressaltar que protocolo e equalização dos instrumentos, foi realizada apenas para o exercício de força nos membros superiores.

CONCLUSÃO

Nossos resultados fornecem fortes evidências para recomendar o uso das faixas não elásticas ajustada pela pressão equalizada do torniquete, para o exercício de força com restrição do fluxo sanguíneo em indivíduos saudáveis e treinados recreacionalmente. Como a faixa não elástica não fornece valores de pressão, durante o treinamento seria interessante verificar os valores da percepção de dor.

Aplicações Práticas

Considerando todos os efeitos benéficos do EF com RFS na hipertrofia e força muscular, justifica-se o uso de torniquetes pneumáticos para melhorar os efeitos do EF. No entanto, devido aos valores caros dos torniquetes pneumáticos e também à dificuldade de utilizá-los sozinhos durante o treinamento, a faixa de restrição não elástica parece ser uma alternativa relevante nessa situação. Uma vez que elas são tipicamente mais acessíveis e práticas, o uso da faixa não elástica pode ajudar a população durante o EF com BFR.

REFERÊNCIAS

ABE, T. et al. A method to standardize the blood flow restriction pressure by an elastic cuff. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 29, n. 3, p. 329–335, mar. 2019.

BAECHLE, T. R.; EARLE, R. W.; NATIONAL STRENGTH & CONDITIONING ASSOCIATION (U.S.). **Essentials of strength training and conditioning**. Champaign, IL: Human Kinetics, 2008.

BRANDNER, C. R.; KIDGELL, D. J.; WARMINGTON, S. A. Unilateral bicep curl hemodynamics: Low-pressure continuous vs high-pressure intermittent blood flow restriction. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 25, n. 6, p. 770–777, dez. 2015.

BUCKNER, S. L. et al. Influence of cuff material on blood flow restriction stimulus in the upper body. **The journal of physiological sciences: JPS**, v. 67, n. 1, p. 207–215, jan. 2017.

CENTNER, C. et al. Effects of Blood Flow Restriction Training on Muscular Strength and Hypertrophy in Older Individuals: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 49, n. 1, p. 95–108, jan. 2019.

COUNTS, B. R. et al. Influence of relative blood flow restriction pressure on muscle activation and muscle adaptation. **Muscle & Nerve**, v. 53, n. 3, p. 438–445, mar. 2016.

DANKEL, S. J. et al. The acute muscular response to two distinct blood flow restriction protocols. **Physiology International**, v. 104, n. 1, p. 64–76, 1 mar. 2017.

FERREIRA-VALENTE, M. A.; PAIS-RIBEIRO, J. L.; JENSEN, M. P. Validity of four pain intensity rating scales. **Pain**, v. 152, n. 10, p. 2399–2404, out. 2011.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. **The British Journal of Nutrition**, v. 40, n. 3, p. 497–504, nov. 1978.

LADLOW, P. et al. Low-Load Resistance Training With Blood Flow Restriction Improves Clinical Outcomes in Musculoskeletal Rehabilitation: A Single-Blind Randomized Controlled Trial. **Frontiers in Physiology**, v. 9, p. 1269, 2018.

LAURENT, C. M. et al. A practical approach to monitoring recovery: development of a perceived recovery status scale. **Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association**, v. 25, n. 3, p. 620–628, mar. 2011.

LAURENTINO, G. C. et al. Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 44, n. 3, p. 406–412, mar. 2012.

LAURENTINO, G. C. et al. The Effect of Cuff Width on Muscle Adaptations after Blood Flow Restriction Training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 48, n. 5, p. 920–925, maio 2016.

LIBARDI, C. A. et al. Effect of concurrent training with blood flow restriction in the elderly. **International Journal of Sports Medicine**, v. 36, n. 5, p. 395–399, maio 2015.

LIXANDRÃO, M. 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 (Auckland, N.Z.)**, v. 48, n. 2, p. 361–378, fev. 2018.

LOENNEKE, J. P. et al. The acute response of practical occlusion in the knee extensors. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 10, p. 2831–2834, out. 2010.

LOENNEKE, J. P. et al. Low intensity blood flow restriction training: a meta-analysis. **European Journal of Applied Physiology**, v. 112, n. 5, p. 1849–1859, maio 2012a.

LOENNEKE, J. 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, ago. 2012b.

LOENNEKE, J. P. et al. Are there perceptual differences to varying levels of blood flow restriction? **Physiology & Behavior**, v. 157, p. 277–280, 1 abr. 2016.

MAROCOLO, M. et al. Ischemic Preconditioning and Placebo Intervention Improves Resistance Exercise Performance. **Journal of Strength and Conditioning**

Research / National Strength & Conditioning Association, v. 30, n. 5, p. 1462–1469, maio 2016a.

MAROCOLO, M. et al. Beneficial Effects of Ischemic Preconditioning in Resistance Exercise Fade Over Time. **International Journal of Sports Medicine**, v. 37, n. 10, p. 819–824, set. 2016b.

NETO, G. R. et al. Acute resistance exercise with blood flow restriction effects on heart rate, double product, oxygen saturation and perceived exertion. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 36, n. 1, p. 53–59, jan. 2016.

NETO, G. R. et al. Acute Effects of Resistance Exercise With Continuous and Intermittent Blood Flow Restriction on Hemodynamic Measurements and Perceived Exertion. **Perceptual and Motor Skills**, v. 124, n. 1, p. 277–292, fev. 2017.

PEARSON, S. J.; HUSSAIN, S. R. A review on the mechanisms of blood-flow restriction resistance training-induced muscle hypertrophy. **Sports Medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 45, n. 2, p. 187–200, fev. 2015.

POTON, R; POLITO, MD. Respostas cardiovasculares durante exercício resistido com restrição de fluxo sanguíneo. **Revista Brasileira Cardiologia**, v. 27, n 2, p.104–110, abr. 2014.

ROBERTSON, R. J. et al. Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 35, n. 2, p. 333–341, fev. 2003.

ROSSOW, L. 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, set. 2012.

SOUSA, J. et al. Effects of strength training with blood flow restriction on torque, muscle activation and local muscular endurance in healthy subjects. **Biology of Sport**, v. 34, n. 1, p. 83–90, mar. 2017.

SUGA, T. et al. Dose effect on intramuscular metabolic stress during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction. **Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)**, v. 108, n. 6, p. 1563–1567, jun. 2010.

SUGAYA, M. et al. Change in intramuscular inorganic phosphate during multiple sets of blood flow-restricted low-intensity exercise. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 31, n. 5, p. 411–413, set. 2011.

TAKANO, H. 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, set. 2005.

TAKARADA, Y.; SATO, Y.; ISHII, N. Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes. **European Journal of Applied Physiology**, v. 86, n. 4, p. 308–314, fev. 2002.

VECHIN, F. C. et al. Comparisons between low-intensity resistance training with blood flow restriction and high-intensity resistance training on quadriceps muscle mass and strength in elderly. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 4, p. 1071–1076, abr. 2015.

WERNBOM, M. et al. Acute effects of blood flow restriction on muscle activity and endurance during fatiguing dynamic knee extensions at low load. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 8, p. 2389–2395, nov. 2009.

WERNBOM, M.; AUGUSTSSON, J.; RAASTAD, T. Ischemic strength training: a low-load alternative to heavy resistance exercise? **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 18, n. 4, p. 401–416, ago. 2008.

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

YASUDA, T. et al. Muscle activation during low-intensity muscle contractions with restricted blood flow. **Journal of Sports Sciences**, v. 27, n. 5, p. 479–489, mar. 2009.

YASUDA, T. et al. Relationship between limb and trunk muscle hypertrophy following high-intensity resistance training and blood flow-restricted low-intensity resistance training. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 31, n. 5, p. 347–351, set. 2011a.

YASUDA, T. et al. Combined effects of low-intensity blood flow restriction training and high-intensity resistance training on muscle strength and size. **European Journal of Applied Physiology**, v. 111, n. 10, p. 2525–2533, out. 2011b.

ARTIGO 2

Treinamento de restrição de fluxo sanguíneo com o torniquete pneumático ou com a faixa de restrição não elástica promovem as mesmas respostas no lactato, GH e IGF-1?

RESUMO

A restrição de fluxo sanguíneo (RFS) durante a execução do exercício de força (EF) é obtida por meio da aplicação da pressão, que pode ser realizada por torniquetes pneumáticos ou faixas de restrição, entretanto, não se tem uma compreensão sobre quais seriam as diferenças entre os torniquetes padrões e faixas não elásticas nas respostas metabólicas, hormonais e perceptivas. O objetivo deste estudo foi equalizar a pressão exercida pela faixa não elástica e o torniquete pneumático com base na percepção de dor e comparar as respostas metabólicas, hormonais e perceptivas em uma sessão de EF com RFS. Dezesseis homens saudáveis e recreacionalmente treinados em força se voluntariaram para o estudo. Os participantes completaram de forma randomizada duas sessões experimentais de treino: EF a 20% de 1 RM com a RFS pelo torniquete pneumático (EF-CB + RFS-T) e EF a 20% de 1 RM com a RFS pela faixa não elástica (EF-CB + RFS-F). Foram realizados os seguintes exercícios nas sessões experimentais: supino reto no *smith*, puxada frontal, desenvolvimento no *smith*, tríceps no *crossover*, rosca bíceps na barra. A redução (média e desvio padrão) da faixa de restrição não elástica foi de $7,46 \pm 1,44$ no braço direito e $7,44 \pm 1,56\%$ no braço esquerdo, sendo utilizado o valor de redução de 8% da faixa de restrição não elástica na execução das sessões experimentais. As sessões experimentais com restrição sanguínea promoveram aumentos significativos de GH e Lactato, mas não de IGF-1 (Torniquete, pré/10'pós [$p = 0,999$; TE = 0,13] e pré/15'pós [$p = 0,999$; TE = 0,14]; Faixa, pré/10'pós [$p = 0,999$; TE = 0,008] e pré/15'pós [$p = 0,999$; TE = 0,02]). Não houve diferenças significativas entre as sessões nas respostas metabólicas, hormonais e perceptivas ($p > 0,05$). Conclui-se que as duas formas de aplicação da RFS (torniquete e faixa) podem ser utilizadas para realizar as intervenções com o exercício de força nas respostas metabólicas, hormonais e perceptivas.

Palavras chave: exercício de força, kaatsu training, lactato, hormônios.

ABSTRACT

The blood flow restriction (BFR) during the execution of the resistance training (RT) is obtained through the application of pressure, which can be performed by pneumatic tourniquets or restriction bands, however, we do not have an understanding of what would be the differences between standard tourniquets and non-elastic bands in the metabolic, hormonal and perceptive responses. The objective of this study was to equalize the pressure exerted by the non-elastic band and the pneumatic tourniquet based on the perception of pain and to compare the metabolic, hormonal and perceptive responses in an RT session with BFR. Sixteen healthy, recreationally trained men volunteered for study. The participants have randomly completed two experimental training sessions: RT at 20% of 1 RM with BFR by pneumatic tourniquet (RT-LL + BFR-T) and 20% RT of 1 RM with non-elastic band (RT-LL + BFR-B). The following exercises were performed in the experimental sessions: smith machine bench press, front pull, smith machine push press, triceps curl with pulley, biceps curl with bar. The reduction (mean and standard deviation) of the non-elastic restriction band was 7.46 ± 1.44 in the right arm and $7.44 \pm 1.56\%$ in the left arm, being used the 8% reduction value of the non-elastic restriction band in the execution of the experimental sessions. The experimental sessions with blood restriction promoted significant increases of GH and Lactate, but not of IGF-1 (Tourniquet, pre / 10' post [$p = 0.999$, ES = 0.13] and pre / 15' post [$p = 0.999$; (P = 0.999, TE = 0.008) and pre / 15' post ($p = 0.999$, ES = 0.02)). There were no significant differences between the sessions in the metabolic, hormonal and perceptive responses ($p > 0.05$). It is concluded that the two forms of BFR (tourniquet and band) can be used to perform the interventions with the resistance training in the metabolic, hormonal and perceptive responses.

Keywords: resistance training, kaatsu training, lactate, hormones.

Introdução

O método de *Kaatsu Training* é uma intervenção originária dos japoneses criada em meados da década 60 (SATO, 2005). Este método tornou-se uma alternativa ao exercício de força (EF) com carga alta. Também conhecido como método de EF com restrição de fluxo sanguíneo (RFS) de carga baixa (20-40% 1RM), pode induzir a hipertrofia muscular e ter efeitos semelhantes ao treinamento tradicional de força de carga alta (ABE et al., 2012; LIXANDRÃO et al., 2018; PATTERSON et al., 2019).

Os possíveis mecanismos primários para as adaptações neuromusculares ao método de EF com RFS de carga baixa (20-40% 1RM) são o estresse metabólico e a tensão mecânica (PEARSON; HUSSAIN, 2015). O ambiente de pH baixo induzido pelas acumulações metabólicas é conhecido por estimular secreção do hormônio de crescimento (GH) que exerce um possível efeito interativo na síntese de proteína muscular. Por sua vez, estudos demonstram que a elevação de GH pode elevar as taxas do hormônio peptídico IGF-1 (LOENNEKE et al., 2012c). Este é reputado como um fator de crescimento que pode ser produzido localmente dentro do tecido muscular periférico, bem como sistematicamente pelo fígado em resposta ao GH (LOENNEKE et al., 2012a; PEARSON; HUSSAIN, 2015).

A RFS durante a execução do EF é obtida por meio da aplicação da pressão nas extremidades proximais dos membros superiores (como a inserção distal do músculo deltoide) ou inferiores (prega inguinal) (SATO, 2005). Para ocasionar a restrição do fluxo sanguíneo são utilizados os torniquetes pneumáticos de elástico ou de nylon, os quais fazem o controle da pressão na RFS (DANKEL et al., 2017; FAHS et al., 2015; KIM et al., 2017; ROSSOW et al., 2011). Entretanto, o torniquete pneumático é um instrumento caro, não sendo acessível a maioria de praticantes de EF. Faixas de restrição elásticas (LOENNEKE et al., 2011; LUEBBERS et al., 2014; YAMANAKA; FARLEY; CAPUTO, 2012) também são utilizados no EF com o objetivo de restringir o fluxo sanguíneo, porém são instrumentos que não controlam a pressão do membro durante exercício.

Sendo assim, até o presente momento não foi encontrado nenhum estudo na literatura que avaliasse a pressão aplicada com dois instrumentos (torniquete e faixas) nas respostas metabólicas, hormonais e perceptivas. Portanto, o objetivo deste estudo foi equalizar a pressão exercida pela faixa não elástica e o torniquete

pneumático com base na percepção de dor e comparar as respostas metabólicas, hormonais e perceptivas em uma sessão de EF com RFS.

Materiais e Métodos

Sujeitos

Dezesseis homens saudáveis e recreacionalmente treinados em força se voluntariaram para o estudo ($27,06 \pm 5,00$ anos; $77,71 \pm 10,60$ kg; $1,73 \pm 0,06$ m; $25,8 \pm 3,364$ m² kg⁻¹; $7,76 \pm 5,58$ % de gordura). Os critérios de exclusão adotados foram: 1) história de tabagismo nos últimos três meses, 2) presença de alguma doença cardiovascular ou metabólica, 3) hipertensão arterial sistêmica ($\geq 140/90$ mmHg ou uso de medicação anti-hipertensiva), 4) uso de suplementação de creatina, 5) uso de esteroides anabolizantes, drogas ou medicamentos com potencial impacto no desempenho físico (auto-relatado) e 6) presença recente de lesão musculoesquelética. O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas, envolvendo seres humanos da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) sob o parecer número 1.455.444 / 2016 (ANEXO A) e realizado de acordo com a declaração de Helsinque. Além disso, todos os indivíduos assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (ANEXO B) antes da coleta de dados. O consumo de café, chá, álcool, tabaco e exercício foi proibido durante 24 horas antes dos procedimentos experimentais.

Desenho do Estudo

O estudo foi dividido em quatro visitas separadas entre um período de 72-96 horas. Durante a primeira e segunda visita ao laboratório foram feitas avaliações antropométricas, ajuste da pressão do torniquete pneumático com a faixa não elástica e testes de força de 1RM (teste e re-teste). Nas duas últimas visitas os participantes completaram de forma randomizada e alternada as duas sessões experimentais de treino: (1) exercício de força a 20% de 1 RM com a RFS pelo torniquete pneumático (EF + RFS-T), (2) exercício de força a 20% de 1 RM com a RFS pela faixa de restrição não elástica (EF + RFS-F). Todas as visitas ao laboratório foram realizadas no mesmo horário do dia para controlar a variação

diurna das medidas hormonais. O consumo de café, chá, álcool e tabaco foi proibido durante 24 horas antes das sessões experimentais.

A coleta de lactato sanguíneo foi feita antes do início da sessão experimental e um minuto após a realização do último exercício. As medidas hormonais foram realizadas antes do início da sessão experimental, dez e quinze minutos após a realização do último exercício.

Procedimentos

Avaliação Antropométrica

A massa corporal e a estatura foram medidas por meio de balança médica com estadiômetro (Health-O-Meter®, modelo 402EXP, Badger Scale Inc., Milwaukee, Estados Unidos). A massa corporal foi avaliada com os sujeitos vestindo apenas calções de banho. Os sujeitos foram instruídos a realizar uma inspiração profunda antes da medição da altura. O percentual de gordura corporal (%) foi estimado pelo método de dobras cutâneas em três locais (JACKSON; POLLOCK, 1978). A circunferência do braço relaxado foi medida com fita métrica considerando-se o ponto médio entre o acrômio escapular e o cotovelo.

Amostra de Sangue

Amostras de sangue venoso (10 ml em média para cada ponto de medida) foram obtidas dos sujeitos sentados em uma posição ligeiramente reclinada através de uma cânula permanente em uma veia superficial do braço. Toda a amostragem de sangue foi realizada no mesmo período do dia para reduzir os efeitos de qualquer variação diurna nas concentrações hormonais. A amostra de sangue em repouso foi obtida após um período de equilíbrio de 20 minutos.

A sessão experimental teve início 10 minutos após a retirada da amostra de sangue em repouso. Após as sessões experimentais, sem o instrumento de restrição, as amostras de sangue foram obtidas em até 1 minuto (imediatamente após o exercício), 10 e 15 minutos. Todas as amostras de sangue foram processadas e armazenadas a - 20° C até a análise.

Análise Bioquímica

As concentrações plasmáticas de Lactato foram mensuradas pelo kit de Lactato Bioclion (ref K084 – Teste UV enzimático, somente para uso *in vitro*). O Kit manipula a metodologia UV enzimático utilizando a Lactato desidrogenase. As concentrações hormonais foram determinadas pelo método de quimioluminescência, através da linha LumiQuest®. Esta linha foi desenvolvida utilizando os princípios de imunoensaios em fase sólida compostos por imunotubos em que a detecção e quantificação de hormônios ou marcadores tumorais presentes na amostra do paciente ocorre por meio de reações mediadas por anticorpos específicos e conjugados ultrasensíveis. A reação quimioluminescente detectada pelo instrumento é desencadeada pela adição de Peróxido e Luminol.

Todo processo de coleta sanguínea foi realizado pelo Laboratório 18 de Julho de Patologia Clínica LTDA/ Laboratório Dr. Lacyr (CNPJ: 09257605/0001-37) e enviado para análise ao Laboratório de apoio DB – Medicina Diagnóstica LTDA/ Laboratório do Brasil (CNPJ: 09.257.605/0001-37).

Determinação e Equalização da Restrição de Fluxo Sanguíneo entre os instrumentos

A RFS foi realizada utilizando dois instrumentos: um torniquete pneumático de 7,0 cm x 57,0 cm (komprimeter Riester®, Jungingen, Alemanha) e uma faixa de restrição não elástica de 5,0 cm x 47,0 cm, ambos colocados na porção proximal do braço, abaixo do deltoide. A área de contato dos instrumentos (câmara de ar do torniquete pneumático e faixa de restrição não elástica) é de 5,0 cm.

Uma pressão predeterminada de 150 mmHg foi utilizada para ajustar e equalizar a pressão do torniquete pneumático com a faixa não elástica. A pressão estabelecida no manguito está de acordo com estudos anteriores (BRANDNER; KIDGELL; WARMINGTON, 2015; DANKEL et al., 2017; LOENNEKE et al., 2016b; TAKANO et al., 2005). Neste momento, o estudo objetivou verificar o percentual da redução do comprimento da faixa não elástica, com base na pressão do torniquete, utilizando a percepção da dor (0-10 escala) como um parâmetro de controle. Os sujeitos relataram a percepção de dor de um braço (torniquete pneumático – 150mmHg), com a redução em cm da faixa no outro braço (faixa não elástica). A

circunferência do braço e a redução do comprimento para alcançar a mesma percepção de dor no braço com a faixa não elástica foram medidas. A utilização dos instrumentos nos braços para restrição foi realizada de forma randomizada e alternada (Tabela 1).

Este procedimento objetou promover pressões iguais de RFS entre os dois instrumentos (LAURENTINO et al., 2016; LOENNEKE et al., 2016b). Um doppler vascular portátil (Df7001 vn Medpej, Ribeirão Preto, São Paulo) foi aplicado na artéria radial para verificar o fluxo sanguíneo durante todas as intervenções, garantindo assim, que o fluxo arterial sanguíneo não fosse ocluído.

Tabela 1. Equalização da pressão da RFS entre o torniquete pneumático com a faixa de restrição não elástica.

Circ _{BD} cm	Circ _{BE} cm	Red. % cm BD	Red. % cm BE	Dor T BD	Dor T BE	Dor F BD	Dor F BE
34,5±3,34	34,41±3,36	7,46±1,44	7,44±1,56	5,38±1,15	5,31±1,14	5,38±1,15	5,11±1,14

Nota: Valores expressos como média ± desvio padrão; Circ_{BD} cm = circunferência do braço direito em centímetros; Circ_{BE} cm = circunferência do braço esquerdo em centímetros; Red. % cm BD = percentual de redução em centímetros do braço direito; Red. % cm BE = percentual de redução em centímetros do braço esquerdo; Dor T BD = dor torniquete, braço direito; Dor T BE = dor torniquete, braço esquerdo; Dor F BD = dor faixa, braço direito; Dor F BE = dor faixa, braço esquerdo;

Teste de Uma Repetição Máxima

O teste e reteste de 1RM foram realizados nos seguintes exercícios resistidos: supino reto no *smith*, puxada frontal, desenvolvimento no *smith*, tríceps no *crossover*, rosca bíceps na barra. Primeiro, os sujeitos realizaram um aquecimento geral (3-5 minutos de atividade leve, ou seja, caminhada, movimentos articulares sem carga e leve alongamento estático envolvendo o grupo muscular testado (MAROCOLO et al., 2016), seguido por um aquecimento específico (1 série de 10-12 repetições com 30% da carga corporal) com a cadência de movimento concêntrico de 1 segundo e 2 segundos para fase excêntrica. O reteste de 1RM foi realizado em um dia separado, 48 horas após o primeiro teste.

Intervalos de descanso de 5 minutos foram estabelecidos entre cada tentativa de 1RM. Não foram necessárias mais de 5 tentativas para encontrar uma

carga de 1RM. O 1RM foi estabelecido quando o sujeito foi capaz de realizar uma repetição completa do movimento (fase concêntrica e excêntrica na cadência predeterminada), mas foi incapaz de realizar uma segunda repetição sem assistência. O procedimento do teste de 1RM está de acordo com a recomendação da *National Strength and Conditioning Association* (BAECHLE; EARLE, 2008) e as seguintes estratégias foram adotadas: a) instruções padronizadas sobre os procedimentos de teste foram dadas aos sujeitos antes do teste; b) os sujeitos receberam instruções padronizadas referentes à técnica do exercício; c) encorajamento verbal semelhante foi fornecido durante os testes; d) *feedback* sobre a concordância com a cadência do movimento.

Sessões Experimentais

Foram realizadas duas sessões experimentais para membros superiores compostas por cinco exercícios de força com execução bilateral: supino reto no *smith*, puxada frontal, desenvolvimento no *smith*, tríceps no *crossover*, rosca bíceps na barra. Os voluntários completaram de forma randomizada e alternada duas sessões experimentais de treino: EF a 20% de 1 RM com a RFS pelo torniquete pneumático (EF + RFS-T) e EF a 20% de 1 RM com a RFS pela faixa não elástica (EF + RFS-F) (PATTERSON et al., 2019). Antes de iniciar os exercícios de força, os avaliados realizaram um aquecimento de 5 minutos em um ciclo ergômetro, com carga moderada.

A sessão experimental foi realizada com a pressão mantida durante a execução do exercício e liberada no intervalo dos mesmos, (NETO et al., 2017, 2018). Os voluntários realizaram para cada exercício, uma série de 30 repetições, seguido de mais três séries de 15 repetições, com intervalo de descanso de 30 segundos entre todas as séries e 1 minuto entre os exercícios (LOENNEKE et al., 2016a; PATTERSON et al., 2019). A velocidade de execução foi estabelecida em três segundos (1,5 para ação muscular concêntrica e 1,5 para ação excêntrica) e controlada por um metrônomo (DM50, Seiko®, Tóquio, Japão).

Percepção Subjetiva de Esforço e Percepção de Dor

Nos dois primeiros encontros os voluntários participaram de duas sessões de familiarização com a escala de OMNI-RES (ANEXO E) (ROBERTSON et al., 2003). A percepção subjetiva de esforço (PSE) (0-10) foi aferida 15 minutos após o último exercício. Além disso, uma escala visual analógica (FERREIRA-VALENTE; PAIS-RIBEIRO; JENSEN, 2011) (ANEXO F) foi usada para avaliar a percepção de dor de ambas as sessões experimentais, torniquete e faixa, garantindo que a mesma pressão fosse estabelecida nos dois protocolos através da percepção subjetiva de dor e da redução do % da circunferência do braço dos voluntários. A escala variou de 0 a 10 com as seguintes marcações: 0, sem dor; 1-2, dor leve; 3-7, dor moderada; e 8-10 dor severa.

Volume total dos Exercícios

Multiplicou-se a carga total pelo número de séries e de repetições completas nos cinco exercícios (carga x séries x repetições) para obter o volume total (VT) de exercício. O volume de treino foi exatamente o mesmo entre as duas sessões experimentais, uma vez que todos os participantes completaram o mesmo número de repetições de todos os exercícios.

Análises Estatística

Para verificar a normalidade da distribuição dos dados e a homogeneidade das variâncias foram adotados os testes de *Shapiro-Wilk* e *Levene*, respectivamente. Aplicou-se o teste de *Wilcoxon* para comparar as respostas da percepção subjetiva de esforço e dor entre o protocolo EF + RFS-T e EF + RFS-F e o teste de *Friedman* seguido pelo teste *post hoc* de *Dunn*, para averiguar diferenças do GH no pré, 10 e 15 minutos pós sessão de treinamento, e entre os protocolos (EF + RFS-T vs EF + RFS-F). Uma análise de variância (ANOVA) *two way* seguido por um teste *post hoc* de *Bonferroni* foi usado para avaliar diferenças na concentração de lactato sanguíneo [Lac] [Fatores: Protocolo (EF + RFS-T vs EF + RFS-F) e momento (pré e 1 minuto pós sessão de treinamento)]. Para verificar as possíveis modificações do IGF-1, foi realizada uma ANOVA *two way* para medidas repetidas [Fatores:

Protocolo (EF + RFS-T vs EF + RFS-F) e momento (pré, 10 e 15 minutos pós sessão de treinamento)] seguido pelo teste *post hoc* de *Bonferroni*. O cálculo do tamanho do efeito (TE) foi realizado em conformidade com o teste (*d*) de *Cohen* e avaliado através dos seguintes critérios: < 0,35 trivial; 0,35-0,80 pequeno; 0,80-1,50 moderado; e >1,5 grande, de acordo com a classificação para indivíduos recreacionalmente treinados proposta por (RHEA, 2004). Como comprovação estatística adotou-se o valor de significância (α) de 5%, sendo o tratamento estatístico realizado no *software* Graph Pad® (Prism 6.0, San Diego, CA, EUA).

Resultados

O coeficiente de correlação intraclassa (CCI) foi calculado para teste de 1RM e reteste para todos os exercícios (valores médios; IC): supino reto *smith* (0,977; 0,955-0,984), puxada frontal (0,969; 0,949-0,979), desenvolvimento no *smith* (0,976; 0,971-0,989), tríceps no *crossover* (0,97; 0,972-0,991) e rosca bíceps na barra (0,991; 0,980-0,997).

As comparações das respostas hormonais e metabólicas entre o torniquete e a faixa não foram significativamente diferentes ($p > 0,05$; Figura 1). As sessões experimentais com restrição sanguínea promoveram aumentos significativos de GH e Lactato (Figura 1), mas não de IGF-1 (Torniquete, pré/10'pós [$p = 0,999$; TE = 0,13] e pré/15'pós [$p = 0,999$; TE = 0,14]; Faixa, pré/10'pós [$p = 0,999$; TE = 0,008] e pré/15'pós [$p = 0,999$; TE = 0,02]).

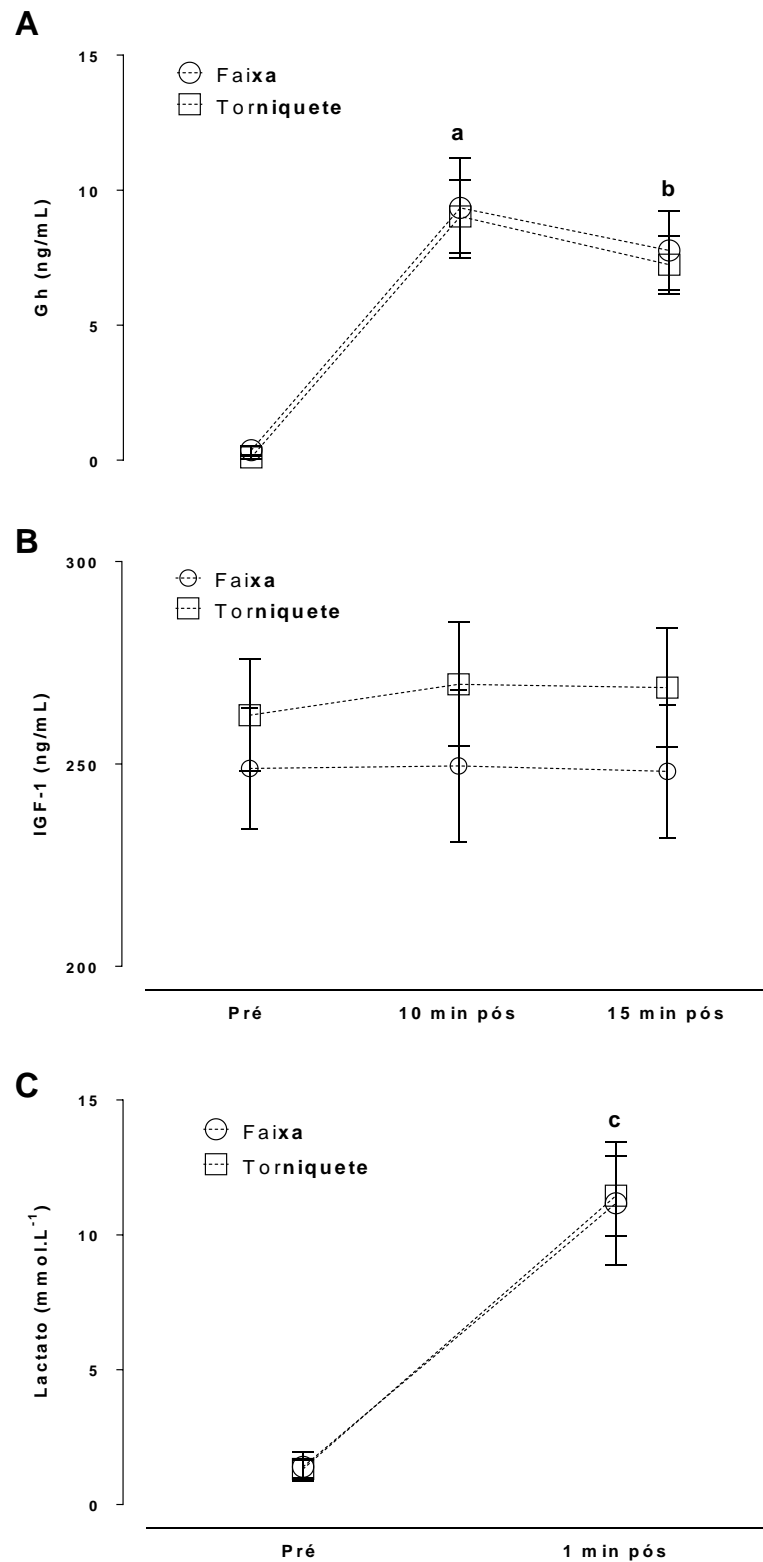


Figura 1. Nível de hormônio do crescimento (GH) (A) e hormônio peptídico IGF-1 (B) no momento pré, 10 min e 15 min pós, e nível de lactato sanguíneo (C) no momento pré e 1 min pós sessão de treinamento resistido utilizando torniquete ou faixa. TE = Tamanho do efeito. **a:** vs pré (torniquete, $p < 0,001$, TE = 3,2; faixa, $p < 0,001$ TE = 2,2); **b:** vs pré (torniquete, $p = 0,0016$, TE = 3,03; faixa, $p = 0,0035$ TE = 2,22); **c:** vs pré (torniquete, $p < 0,001$ TE = 11,0; faixa, $p < 0,001$ TE = 7,0).

A PSE não apresentou diferença significativa ($p=0,102$) entre o torniquete ($8,5 \pm 1,8$) e a faixa não elástica ($8,0 \pm 0,8$). A percepção de dor também não apresentou diferença significativa ($p=0,705$) entre o torniquete ($8,5 \pm 1,0$ scores) e a faixa não elástica ($9,0 \pm 1,0$ scores), porém tanto a PSE quanto a percepção de dor apresentaram valores elevados após as sessões experimentais.

Tabela 2. Valores da percepção subjetiva de esforço e percepção de dor após a sessão experimental.

Exercício	PSE (0-10)		p	DOR (0-10)		p
	Torniquete pneumático	Faixa não elástica		Torniquete pneumático	Faixa não elástica	
Sessão (15 min pós)	8,5 (1,8)	8,0 (0,8)	0,102	8,5 (1,0)	9,0 (1,0)	0,705

Nota: Valores expressos como mediana (intervalo interquartil).

Discussão

Até a presente data, este é o primeiro estudo a equalizar a pressão exercida pela faixa não elástica com base na percepção de dor da pressão do torniquete pneumático e comparar as respostas metabólicas, hormonais e perceptivas em uma sessão de EF com RFS com 20% de 1RM, entre estes dois instrumentos. E ainda, os protocolos de treino com o torniquete pneumático e a faixa de restrição não elásticas foram os mesmos, sem diferença com relação ao volume entre cada sessão experimental.

Nossos principais achados foram: (a) não houve diferença significativa no comportamento do lactato quando comparado os dois protocolos, existindo aumento significativo no pré e pós treino nas duas sessões experimentais, (b) não houve diferença significativa no comportamento do GH quando comparado os dois protocolos, existindo um aumento significativo do pré para 10 e 15 minutos nas duas sessões experimentais (c) não houve diferença significativa no comportamento do IGF-1 quando comparado os dois protocolos e também não houve diferença significativa do pré para 10 e 15 minutos nas duas sessões experimentais (d) não

houve diferença significativa na PSE e na percepção de dor quando comparado os dois protocolos, apesar de terem sido apresentados valores elevados das mesmas.

O comportamento do lactato foi o mesmo com a utilização do torniquete pneumático e da faixa de restrição não elástica. A concentração de lactato sanguíneo apresentou valores significativamente mais elevados nos pós treino. Estes achados são corroborados com outros estudos de EF com RFS (LOENNEKE et al., 2010; NETO et al., 2017; TAKARADA et al., 2000). As acumulações de metabólitos ao longo da sessão de treinamento com RFS podem contribuir para o aumento do recrutamento de unidades motoras de contração rápida ou limiar superior (PEARSON; HUSSAIN, 2015; SCHOENFELD, 2013; WERNBOM; AUGUSTSSON; RAASTAD, 2008). O ambiente intramuscular ácido tem demonstrado estimular a atividade do nervo simpático através do reflexo quimiorreceptivo mediado por metaborreceptores intramusculares e fibras aferentes do grupo III e IV (LOENNEKE et al., 2012b; PEARSON; HUSSAIN, 2015; VICTOR; SEALS, 1989), sendo este um dos possíveis mecanismos potenciais para hipertrofia muscular no EF com RFS (LOENNEKE; WILSON; WILSON, 2010; PEARSON; HUSSAIN, 2015). A mesma via de quimiorrecepção mostrou desempenhar um papel importante na regulação da secreção hipofisária de GH (GOSSELINK et al., 1998). Mecanismos parecidos podem ter atuado no EF com RFS durante o nosso estudo, uma vez que as mudanças nas concentrações de GH estavam elevadas, tal como as concentrações de lactato.

Em nosso estudo, pudemos constatar que o comportamento do GH foi o mesmo com a utilização do torniquete pneumático e da faixa de restrição não elástica. Também verificamos um aumento significativo do GH entre o pré, 10 e 15 minutos nas duas sessões experimentais. Diversas pesquisas corroboram estes achados. No estudo de Takarada et al. (2000) o treinamento com restrição de fluxo sanguíneo elevou os níveis de base do GH em aproximadamente 290 vezes, sugerindo que o EF com carga baixa combinado a RFS, estimula a secreção de GH sem prejuízo tecidual considerável.

Estudos como os de Pierce et al. (2006) e Sato; Yoshitomi; Abe (2005) demonstraram que as concentrações plasmáticas de GH podem ser elevadas com o EF associado a RFS, porém a intensidade de exercício utilizada é inferior ao EF visando a hipertrofia, 75% 1 RM (KRAEMER et al., 1990; SCHOENFELD et al., 2016). Pierce et al. (2006) observaram concentrações plasmáticas de GH elevadas,

aproximadamente nove vezes o valor da linha de base, no EF com RFS quando combinado com a carga baixa (20% 1 RM). Sato; Yoshitomi; Abe (2005) também encontraram aumentos significativos imediatamente pós e 15 minutos após o exercício para lactato e imediatamente após, 15 e 60 minutos após o exercício para GH no exercício de braços e pernas. A secreção do GH pode ser estimulada pelo ambiente de PH baixo, induzidos pelas acumulações metabólicas decorrentes dos exercícios com RFS. Assim, o GH pode ter um possível efeito interativo na síntese de proteínas muscular. Porém, há um debate contínuo sobre as ações hipertróficas diretas do GH para a síntese global de proteína muscular.

Constatamos que o comportamento do IGF-1 foi o mesmo com a utilização do torniquete pneumático e da faixa de restrição não elástica. Também verificamos que não houve aumento significativo do IGF-1 entre o pré, 10 e 15 minutos nas duas sessões experimentais. O IGF-1 é conhecido por ter efeitos mitogênicos e anabólicos no músculo esquelético (HADDAD; ADAMS, 2004). Este hormônio representa um fator de crescimento que pode ser produzido localmente dentro do tecido muscular periférico, bem como sistemicamente pelo fígado em resposta a GH (LOENNEKE et al., 2012a; SCHOENFELD, 2013). Kawada e Ishii (2005) não encontraram aumentos significativos no IGF-1 no EF com RFS. Entretanto, Takano et al. (2005), encontraram aumentos na atividade do IGF-1 em resposta ao EF com RFS de carga baixa. Estas divergências podem ter acontecido devido as diferenças dos níveis de intensidade ou da frequência do programa de treinamento, entre os estudos. Hwang; Willoughby (2017) afirmam que existem muitas descobertas conflitantes por trás dos protocolos de treinamento de RFS com carga baixa, induzindo níveis de efeito conflitantes de IGF-1 pós-exercício (ABE et al., 2005; DRUMMOND et al., 2008; KAWADA; ISHII, 2005, 2005).

Em relação a PSE e a percepção de dor, verificamos que não houve diferença significativa nos seus valores quando comparamos a utilização do torniquete pneumático e da faixa de restrição não elástica nas duas sessões experimentais, apesar de terem sido constatados valores elevados tanto da PSE quanto da percepção de dor, após o EF. Os altos valores de lactato sanguíneo encontrado por nós, pode ter contribuído para uma maior avaliação da PSE, pois o meio mais ácido pode contribuir para uma maior resposta da PSE (MANINI; CLARK, 2009). Nossos resultados são corroborados com os de Vieira et al. (2015), que em seu estudo, compararam o EF de carga alta versus o EF de carga baixa com RFS. Os resultados

indicaram um valor da PSE no EF de carga baixa com a RFS, semelhante ao encontrado no nosso estudo.

O estudo de Wernbom, Augustsson e Thomeé (2006), verificou a resistência durante a extensão dinâmica do joelho em cargas diferentes com e sem a RFS. Foram encontrados valores elevados na percepção de dor, valor próximo ao encontrados em nosso estudo. Cabe ressaltar que os estudos citados acima foram utilizados exercícios para membros inferiores, enquanto em nosso estudo, realizamos uma sessão de treino para membros superiores, contendo a execução de cinco exercícios. Parece que independentemente do segmento e do exercício utilizado, a percepção de dor é alta quando se faz um trabalho de EF com RFS.

Com o intuito de dar praticidade ao método com RFS, alguns estudos utilizaram uma pressão perceptiva de 7 (moderada), em uma escala de 0 a 10, na utilização da faixa de restrição (LUEBBERS et al., 2014; WILSON et al., 2013). A aplicação desse modelo de percepção em faixas de restrição, pode servir como uma alternativa mais acessível financeiramente e uma possibilidade de aplicação prática em populações treinadas em força. Cabe ressaltar os estudos citados acima envolveram a utilização de músculos da coxa, diferente da nossa pesquisa. Em nosso estudo utilizamos a escala de dor como parâmetro de controle entre os dois instrumentos restrição. Em repouso, encontramos um valor médio na equalização da pressão entre os dois instrumentos de 5,38 e 5,31 (braço direito e esquerdo, respectivamente). A sessão experimental foi classificada com 8,5 (torniquete) e 9,0 (faixa não elástica), sem diferença significativa, valores expressos em mediana.

Diferente dos estudos citados anteriormente, tivemos o cuidado em equalizar a pressão e a área de contato entre o torniquete pneumático e a faixa de restrição (5 cm). A constituição dos materiais de ambos os instrumentos de restrição, eram não elásticos, garantindo uma equalização entre a pressão absoluta nos dois instrumentos. Nossos dados confirmam uma boa comparação entre a pressão estabelecida nos dois instrumentos utilizados para restringir o fluxo sanguíneo na execução do EF. É importante ressaltar que os exercícios, sua ordem de execução, tempo de intervalo de descanso bem como a carga de trabalho foram as mesmas nas duas sessões experimentais.

Como limitação deste estudo, é importante notar que não medimos as propriedades de estiramento do torniquete pneumático, embora ele seja comercializado como um material não elástico. Estudos anteriores descreveram

essas propriedades usando um torniquete elástico (ABE et al., 2019). No entanto, a pressão de 150 mmHg usada no estudo atual não é suficiente para induzir deformações do material do manguito, devido à grande espessura do manguito. Destacamos ainda, que a equalização entre os dois instrumentos utilizados para realizar a RFS, foi realizada em pessoas recreacionalmente treinadas e foi utilizada para o EF em exercícios para membros superiores.

Conclusão

As duas formas de aplicação da RFS (torniquete e faixa) podem ser utilizadas para realizar as intervenções com o exercício de força nas respostas metabólicas, hormonais e perceptivas. E como a faixa de restrição não elástica representa um instrumento de baixo custo e de grande aplicabilidade prática, pode ser utilizada no exercício de força com RFS com carga baixa em academias, centros de treinamento esportivo, clínicas e outros locais de intervenção, sob a supervisão do profissional de Educação Física.

Aplicações Práticas

Considerando os efeitos benéficos do EF com RFS na hipertrofia e força muscular, justifica-se o uso de torniquetes pneumáticos para melhorar os efeitos do EF. No entanto, devido aos valores caros dos torniquetes pneumáticos e também à dificuldade de utilizá-los sozinhos durante o treinamento, a faixa de restrição não elástica parece ser uma alternativa relevante nessa situação. Uma vez que elas são tipicamente mais acessíveis e práticas, o uso da faixa não elástica pode ajudar a população durante o EF com BFR.

REFERÊNCIAS

ABE, T. et al. Skeletal muscle size and circulating IGF-1 are increased after two weeks of twice daily “KAATSU” resistance training. **International Journal of KAATSU Training Research**, v. 1, n. 1, p. 6–12, 2005.

ABE, T. et al. Exercise intensity and muscle hypertrophy in blood flow-restricted limbs and non-restricted muscles: a brief review. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 32, n. 4, p. 247–252, jul. 2012.

ABE, T. et al. A method to standardize the blood flow restriction pressure by an elastic cuff. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 29, n. 3, p. 329–335, mar. 2019.

BAECHLE, T. R.; EARLE, R. W.; NATIONAL STRENGTH & CONDITIONING ASSOCIATION (U.S.). **Essentials of strength training and conditioning**. Champaign, IL: Human Kinetics, 2008.

BRANDNER, C. R.; KIDGELL, D. J.; WARMINGTON, S. A. Unilateral bicep curl hemodynamics: Low-pressure continuous vs high-pressure intermittent blood flow restriction. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 25, n. 6, p. 770–777, dez. 2015.

DANKEL, S. J. et al. The acute muscular response to two distinct blood flow restriction protocols. **Physiology International**, v. 104, n. 1, p. 64–76, 1 mar. 2017.

DRUMMOND, M. J. et al. Human muscle gene expression following resistance exercise and blood flow restriction. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 40, n. 4, p. 691–698, abr. 2008.

FAHS, C. A. et al. Muscular adaptations to fatiguing exercise with and without blood flow restriction. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 35, n. 3, p. 167–176, maio 2015.

FERREIRA-VALENTE, M. A.; PAIS-RIBEIRO, J. L.; JENSEN, M. P. Validity of four pain intensity rating scales. **Pain**, v. 152, n. 10, p. 2399–2404, out. 2011.

GOSSELINK, K. L. et al. Skeletal muscle afferent regulation of bioassayable growth hormone in the rat pituitary. **Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)**, v. 84, n. 4, p. 1425–1430, abr. 1998.

HADDAD, F.; ADAMS, G. R. Inhibition of MAP/ERK kinase prevents IGF-I-induced hypertrophy in rat muscles. **Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)**, v. 96, n. 1, p. 203–210, jan. 2004.

HWANG, P.; WILLOUGHBY, D. S. Mechanisms Behind Blood Flow Restricted Training and its Effect Towards Muscle Growth. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 4 dez. 2017.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. **The British Journal of Nutrition**, v. 40, n. 3, p. 497–504, nov. 1978.

KAWADA, S.; ISHII, N. Skeletal muscle hypertrophy after chronic restriction of venous blood flow in rats. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 37, n. 7, p. 1144–1150, jul. 2005.

KIM, D. et al. Low-load resistance training with low relative pressure produces muscular changes similar to high-load resistance training. **Muscle & Nerve**, v. 56, n. 6, p. E126–E133, dez. 2017.

KRAEMER, W. J. et al. Hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise protocols. **Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)**, v. 69, n. 4, p. 1442–1450, out. 1990.

LAURENTINO, G. C. et al. The Effect of Cuff Width on Muscle Adaptations after Blood Flow Restriction Training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 48, n. 5, p. 920–925, maio 2016.

LIXANDRÃO, M. 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 (Auckland, N.Z.)**, v. 48, n. 2, p. 361–378, fev. 2018.

LOENNEKE, J. P. et al. The acute response of practical occlusion in the knee extensors. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 10, p. 2831–2834, out. 2010.

LOENNEKE, J. P. et al. The perceptual responses to occluded exercise. **International Journal of Sports Medicine**, v. 32, n. 3, p. 181–184, mar. 2011.

LOENNEKE, J. P. et al. Blood flow restriction: how does it work? **Frontiers in Physiology**, v. 3, p. 392, 2012a.

LOENNEKE, J. P. et al. The anabolic benefits of venous blood flow restriction training may be induced by muscle cell swelling. **Medical Hypotheses**, v. 78, n. 1, p. 151–154, jan. 2012b.

LOENNEKE, J. P. et al. Low intensity blood flow restriction training: a meta-analysis. **European Journal of Applied Physiology**, v. 112, n. 5, p. 1849–1859, maio 2012c.

LOENNEKE, J. P. et al. Arm circumference influences blood pressure even when applying the correct cuff size: Is a further correction needed? **International Journal of Cardiology**, v. 202, p. 743–744, 1 jan. 2016a.

LOENNEKE, J. P. et al. Are there perceptual differences to varying levels of blood flow restriction? **Physiology & Behavior**, v. 157, p. 277–280, 1 abr. 2016b.

LOENNEKE, J. P.; WILSON, G. J.; WILSON, J. M. A mechanistic approach to blood flow occlusion. **International Journal of Sports Medicine**, v. 31, n. 1, p. 1–4, jan. 2010.

LUEBBERS, P. E. et al. The effects of a 7-week practical blood flow restriction program on well-trained collegiate athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 8, p. 2270–2280, ago. 2014.

MANINI, T. M.; CLARK, B. C. Blood flow restricted exercise and skeletal muscle health. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 37, n. 2, p. 78–85, abr. 2009.

MAROCOLO, M. et al. Beneficial Effects of Ischemic Preconditioning in Resistance Exercise Fade Over Time. **International Journal of Sports Medicine**, v. 37, n. 10, p. 819–824, set. 2016.

NETO, G. R. et al. Acute Effects of Resistance Exercise With Continuous and Intermittent Blood Flow Restriction on Hemodynamic Measurements and Perceived Exertion. **Perceptual and Motor Skills**, v. 124, n. 1, p. 277–292, fev. 2017.

NETO, G. R. et al. Does a resistance exercise session with continuous or intermittent blood flow restriction promote muscle damage and increase oxidative stress? **Journal of Sports Sciences**, v. 36, n. 1, p. 104–110, jan. 2018.

PATTERSON, S. D. et al. BLOOD FLOW RESTRICTION EXERCISE POSITION STAND: Considerations of Methodology, Application and Safety. **Frontiers in Physiology**, v. 10, 2019.

PEARSON, S. J.; HUSSAIN, S. R. A review on the mechanisms of blood-flow restriction resistance training-induced muscle hypertrophy. **Sports Medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 45, n. 2, p. 187–200, fev. 2015.

PIERCE, J. R. et al. Growth hormone and muscle function responses to skeletal muscle ischemia. **Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)**, v. 101, n. 6, p. 1588–1595, dez. 2006.

RHEA, M. R. Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 18, n. 4, p. 918–920, nov. 2004.

ROBERTSON, R. J. et al. Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 35, n. 2, p. 333–341, fev. 2003.

ROSSOW, L. M. et al. The effect of acute blood-flow-restricted resistance exercise on postexercise blood pressure. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 31, n. 6, p. 429–434, nov. 2011.

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

SATO, Y.; YOSHITOMI, A.; ABE, T. Acute growth hormone response to low-intensity KAATSU resistance exercise: Comparison between arm and leg. **International Journal of KAATSU Training Research**, v. 1, n. 2, p. 45–50, 2005.

SCHOENFELD, B. J. Potential mechanisms for a role of metabolic stress in hypertrophic adaptations to resistance training. **Sports Medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 43, n. 3, p. 179–194, mar. 2013.

SCHOENFELD, B. J. et al. Muscular adaptations in low- versus high-load resistance training: A meta-analysis. **European Journal of Sport Science**, v. 16, n. 1, p. 1–10, 2016.

TAKANO, H. 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, set. 2005.

TAKARADA, Y. et al. Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. **Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)**, v. 88, n. 1, p. 61–65, jan. 2000.

VICTOR, R. G.; SEALS, D. R. Reflex stimulation of sympathetic outflow during rhythmic exercise in humans. **The American Journal of Physiology**, v. 257, n. 6 Pt 2, p. H2017–2024, dez. 1989.

VIEIRA, A. et al. Session rating of perceived exertion following resistance exercise with blood flow restriction. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 35, n. 5, p. 323–327, set. 2015.

WERNBOM, M.; AUGUSTSSON, J.; RAASTAD, T. Ischemic strength training: a low-load alternative to heavy resistance exercise? **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 18, n. 4, p. 401–416, ago. 2008.

WERNBOM, M.; AUGUSTSSON, J.; THOMEÉ, R. Effects of vascular occlusion on muscular endurance in dynamic knee extension exercise at different submaximal loads. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 20, n. 2, p. 372–377, maio 2006.

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

YAMANAKA, T.; FARLEY, R. S.; CAPUTO, J. L. Occlusion training increases muscular strength in division IA football players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 9, p. 2523–2529, set. 2012.

CAPÍTULO III

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a segurança do método e os efeitos benéficos do exercício de força com restrição do fluxo sanguíneo na hipertrofia e aumento de força muscular, justifica-se o uso de torniquetes pneumáticos na aplicação do método. Porém, o torniquete pneumático é um instrumento caro, não sendo acessível a maioria de praticantes de EF e de difícil aplicabilidade prática no ambiente de treinamento. Desta forma, a faixa de restrição não elástica, representa uma alternativa relevante e prática a este método.

Nossos resultados suportam nossa hipótese de que é possível uma equalização da pressão entre o torniquete pneumático (pressão de 150 mmHg) e a faixa de restrição não elástica no exercício de força com restrição do fluxo sanguíneo, para os membros superiores. Uma vez que encontramos o mesmo comportamento das respostas hemodinâmicas, metabólicas, hormonais e perceptivas em uma sessão de treino de força com 20% de 1 RM, utilizando o torniquete pneumático ou a faixa não elástica. Como a faixa não elástica não fornece valores de pressão, seria interessante durante o treinamento verificar os valores da percepção de dor.

Assim sendo, sugerimos a utilização da faixa de restrição não elástica no exercício de força com restrição de fluxo sanguíneo com carga baixa em exercícios para os membros superiores, para pessoas recreacionalmente treinadas em força. Ressaltamos ainda que a aplicação do método nas academias, centros de treinamento esportivo, clínicas e outros locais de intervenção, deve ser supervisionado pelo profissional de Educação Física.

REFERÊNCIAS

ACSM. American College of Sports Medicine position statement on the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining fitness i... - PubMed - NCBI. **Medicine and Science in Sports**, v. 10, n. 3, p. vii–x, 1978.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 3, p. 687–708, mar. 2009.

ARAÚJO, J. 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 (Dordrecht, Netherlands)**, v. 37, n. 6, p. 110, dez. 2015.

BUCKNER, S. L. et al. Influence of cuff material on blood flow restriction stimulus in the upper body. **The journal of physiological sciences: JPS**, v. 67, n. 1, p. 207–215, jan. 2017.

CASPERSEN, C. J.; POWELL, K. E.; CHRISTENSON, G. M. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. **Public Health Reports (Washington, D.C.: 1974)**, v. 100, n. 2, p. 126–131, abr. 1985.

COFFEY, V. G.; HAWLEY, J. A. The molecular bases of training adaptation. **Sports Medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 37, n. 9, p. 737–763, 2007.

COUNTS, B. R. et al. Influence of relative blood flow restriction pressure on muscle activation and muscle adaptation. **Muscle & Nerve**, v. 53, n. 3, p. 438–445, mar. 2016.

EGAN, B.; ZIERATH, J. R. Exercise metabolism and the molecular regulation of skeletal muscle adaptation. **Cell Metabolism**, v. 17, n. 2, p. 162–184, 5 fev. 2013.

FITSCHEN, P. J. et al. Perceptual effects and efficacy of intermittent or continuous blood flow restriction resistance training. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 34, n. 5, p. 356–363, set. 2014.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Fundamentos do exercício de força muscular**. [s.l.] ArtMed, 2006.

GARBER, C. E. et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 43, n. 7, p. 1334–1359, jul. 2011.

GIL, A. L. S. et al. Effect of strength training with blood flow restriction on muscle power and submaximal strength in eumenorrheic women. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 37, n. 2, p. 221–228, mar. 2017.

IDE, B. N.; LOPES, C. R.; SARRAIPA, M. F. **Fisiologia do treinamento esportivo: exercício de força, potência, velocidade e resistência, periodização e habilidades psicológicas no treinamento esportivo**. [s.l.] Phorte, 2010.

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, p. e231-241, dez. 2011.

KARABULUT, M. et al. Effects of KAATSU on muscular function during isometric exercise. **International Journal of KAATSU Training Research**, v. 2, n. 2, p. 19–28, 2006.

KIM, D. et al. Low-load resistance training with low relative pressure produces muscular changes similar to high-load resistance training. **Muscle & Nerve**, v. 56, n. 6, p. E126–E133, dez. 2017.

KRAEMER, W. J. et al. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 34, n. 2, p. 364–380, fev. 2002.

LAURENTINO, G. C. et al. Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 44, n. 3, p. 406–412, mar. 2012.

LOENNEKE, J. P. et al. Arm circumference influences blood pressure even when applying the correct cuff size: Is a further correction needed? **International Journal of Cardiology**, v. 202, p. 743–744, 1 jan. 2016a.

LOENNEKE, J. P. et al. Are there perceptual differences to varying levels of blood flow restriction? **Physiology & Behavior**, v. 157, p. 277–280, 1 abr. 2016b.

LOENNEKE, J. P.; PUJOL, T. J. The Use of Occlusion Training to Produce Muscle Hypertrophy. **Strength & Conditioning Journal**, v. 31, n. 3, p. 77, jun. 2009.

LOENNEKE, J. P.; WILSON, G. J.; WILSON, J. M. A mechanistic approach to blood flow occlusion. **International Journal of Sports Medicine**, v. 31, n. 1, p. 1–4, jan. 2010.

MANINI, T. M.; CLARK, B. C. Blood flow restricted exercise and skeletal muscle health. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 37, n. 2, p. 78–85, abr. 2009.

MIRANDA, R. E. E. P. C.; MELLO, M. T. D.; ANTUNES, H. K. M. Exercício Físico, Humor e Bem-Estar: Considerações sobre a Prescrição da Alta Intensidade de Exercício. **Revista Psicologia e Saúde**, v. 3, n. 2, 21 dez. 2011.

MOUSER, J. G. et al. A tale of three cuffs: the hemodynamics of blood flow restriction. **European Journal of Applied Physiology**, v. 117, n. 7, p. 1493–1499, jul. 2017.

NETO, G. R. et al. Acute Effects of Resistance Exercise With Continuous and Intermittent Blood Flow Restriction on Hemodynamic Measurements and Perceived Exertion. **Perceptual and Motor Skills**, v. 124, n. 1, p. 277–292, fev. 2017a.

NETO, G. 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, nov. 2017b.

NETO, G. R. et al. Does a resistance exercise session with continuous or intermittent blood flow restriction promote muscle damage and increase oxidative stress? **Journal of Sports Sciences**, v. 36, n. 1, p. 104–110, jan. 2018.

OZAKI, H. et al. Effects of high-intensity and blood flow-restricted low-intensity resistance training on carotid arterial compliance: role of blood pressure during training sessions. **European Journal of Applied Physiology**, v. 113, n. 1, p. 167–174, jan. 2013.

PATTERSON, S. D. et al. BLOOD FLOW RESTRICTION EXERCISE POSITION STAND: Considerations of Methodology, Application and Safety. **Frontiers in Physiology**, v. 10, 2019.

PATTERSON, S. D.; BRANDNER, C. 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, jan. 2018.

PEARSON, S. J.; HUSSAIN, S. R. A review on the mechanisms of blood-flow restriction resistance training-induced muscle hypertrophy. **Sports Medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 45, n. 2, p. 187–200, fev. 2015.

ROSSOW, L. 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, set. 2012.

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

SCHOENFELD, B. J. et al. Muscular adaptations in low- versus high-load resistance training: A meta-analysis. **European Journal of Sport Science**, v. 16, n. 1, p. 1–10, 2016.

SOUSA, J. et al. Effects of strength training with blood flow restriction on torque, muscle activation and local muscular endurance in healthy subjects. **Biology of Sport**, v. 34, n. 1, p. 83–90, mar. 2017.

TAKARADA, Y.; SATO, Y.; ISHII, N. Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes. **European Journal of Applied Physiology**, v. 86, n. 4, p. 308–314, fev. 2002.

VECHIN, F. C. et al. Comparisons between low-intensity resistance training with blood flow restriction and high-intensity resistance training on quadriceps muscle mass and strength in elderly. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 4, p. 1071–1076, abr. 2015.

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

WERNBOM, M. et al. Acute effects of blood flow restriction on muscle activity and endurance during fatiguing dynamic knee extensions at low load. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 8, p. 2389–2395, nov. 2009.

WILBORN, C. D. et al. Effects of different intensities of resistance exercise on regulators of myogenesis. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 8, p. 2179–2187, nov. 2009.

YASUDA, T. et al. Effects of Low-Load, Elastic Band Resistance Training Combined With Blood Flow Restriction on Muscle Size and Arterial Stiffness in Older Adults. **The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 70, n. 8, p. 950–958, ago. 2015.

YASUDA, T. et al. Thigh muscle size and vascular function after blood flow-restricted elastic band training in older women. **Oncotarget**, v. 7, n. 23, p. 33595–33607, 7 jun. 2016.

APÊNDICE A – ARTIGO FORMATADO AOS MOLDES DA REVISTA

The Journal of Strength and Condiciona Research

ISSN: 1064-8011

PERIÓDICOS QUALIS – Classificação: A1

Journal of Strength and Conditioning Research**A feasible approach for blood flow restriction training: adjusting a non-elastic band based on moderated cuff pressure**
--Manuscript Draft--

Manuscript Number:	JSCR-08-12745
Full Title:	A feasible approach for blood flow restriction training: adjusting a non-elastic band based on moderated cuff pressure
Short Title:	Band for blood flow restriction training
Article Type:	Original Research
Keywords:	resistance exercise; ischemia; occlusion training; hypertrophy; muscle
Corresponding Author:	Maroccolo Moacir, Ph.D Universidade Federal de Juiz de Fora Juiz de Fora, Minas Gerais BRAZIL
Corresponding Author Secondary Information:	
Corresponding Author's Institution:	Universidade Federal de Juiz de Fora
Corresponding Author's Secondary Institution:	
First Author:	Jorge Luiz Duarte de Oliveira, Msc
First Author Secondary Information:	
Order of Authors:	Jorge Luiz Duarte de Oliveira, Msc Carlos Alberto Mourão-Jr, Md Phd Rhal Arriel, msc Jeferson macedo Vianna, PhD Yuri Almeida Costa Campos, msc François Billaut, PhD Maroccolo Moacir, Ph.D
Order of Authors Secondary Information:	
Manuscript Region of Origin:	BRAZIL
Abstract:	Blood flow restriction training (BFRT) is a well-established method for muscle mass increase or rehabilitation processes. The traditional BFRT method generally requires a pair of expensive cuffs to perform the restriction. The aim of this study was to test a feasible noninvasive and inexpensive method for BFRT by applying a custom-made non-elastic band based on the common-cuff parameters reported in scientific literature. Eighty-one recreationally-trained males and females volunteered for this study. In the 1st phase, the length reduction of non-elastic band was obtained individually based on the pain perception when the cuff was set at 150 mm Hg. . In the 2nd phase, the length reduction of non-elastic band obtained from the 1st phase was applied and the pain perception (using the same 0-10 scale) was compared between arms. The 3rd phase was carried out to compare hemodynamic responses after a resistance training session with 5 exercises. The reduction length of non-elastic band was -9% in men, -7% in women and -8% in both groups. No differences in pain perception were found among groups applying the non-elastic reduction length obtained neither in the 1st phase nor in heart rate, arterial blood pressure, rate-pressure product, rate of perceived exertion, and in hemodynamic parameters. We therefore recommend using non-elastic bands adjusted from cuff validated pressure of 150 mmHg for blood flow restriction training in healthy and recreationally-trained subjects.
Suggested Reviewers:	Gustavo da Mota, PhD

	Associate Professor, Universidade Federal do Triangulo Mineiro gmmotta@gmail.com Professor da mota has many publications on vascular occlusion topic.
	Jeremy Loenneke, PhD Assistant Professor, University of Mississippi jloenne@olemiss.edu Dr Loenneke is one of the most experts on the topic of the manuscript
Opposed Reviewers:	

A feasible approach for blood flow restriction training: adjusting a non-elastic band based on moderated cuff pressure

Abstract

Blood flow restriction training (BFRT) is a well-established method for muscle mass increase or rehabilitation processes. The traditional BFRT method generally requires a pair of expensive cuffs to perform the restriction. The aim of this study was to test a feasible noninvasive and inexpensive method for BFRT by applying a custom-made non-elastic band based on the common-cuff parameters reported in scientific literature. Eighty-one recreationally-trained males and females volunteered for this study. In the 1st phase, the length reduction of non-elastic band was obtained individually based on the pain perception when the cuff was set at 150 mm Hg. . In the 2nd phase, the length reduction of non-elastic band obtained from the 1st phase was applied and the pain perception (using the same 0-10 scale) was compared between arms. The 3rd phase was carried out to compare hemodynamic responses after a resistance training session with 5 exercises. The reduction length of non-elastic band was ~9% in men, ~7% in women and ~8% in both groups. No differences in pain perception were found among groups applying the non-elastic reduction length obtained neither in the 1st phase nor in heart rate, arterial blood pressure, rate-pressure product, rate of perceived exertion, and in hemodynamic parameters. We therefore recommend using non-elastic bands adjusted from cuff validated pressure of 150 mmHg for blood flow restriction training in healthy and recreationally-trained subjects.

Key-words: resistance exercise; ischemia; occlusion training; hypertrophy; muscle

Introduction

Resistance exercise with blood-flow restriction (BFR) promotes muscle hypertrophy (13) and strength (14, 31) gains in different populations, such as in elderly (4) and athletes (19, 29). BFR training consists in applying a cuff or some sort of band on the proximal region of the arms or thighs, and requires low loads (i.e. 20-50% of 1RM) during the sessions (19). This type of training does not promote considerable risks for hemodynamic parameters (22, 23). Although the exact mechanisms behind the effects of BFR are not clear, it is suggested that metabolic, hormonal and neuromuscular stimulus could interact to promote the reported beneficial effects.

BFR typically requires the utilization of a specific cuff, which can be expensive and not promptly available to most practitioners and athletes. In fact, some studies have been testing the efficacy of varied elastic bands compared with the traditional tourniquet method (3, 16, 17, 25). The band represents a more practical tool, with lower cost compared to the specific industrialized cuffs, and could promote similar ergogenic physiological changes as a cuff.

Thus, the objective of this study was to propose a simple strategy to use a non-elastic band for BFR training, based on the traditional tourniquet pressure and size on superior limbs. The non-elastic band used in this study has the same size of the specific air-chamber tourniquet for BFR. We hypothesized that it is possible adjusting the band based on cuff pressure and pain perceived scale and, both devices will induce the same responses during and after a training session.

Materials and Methods

Experimental approach to the problem

To compare the responses of BFR training with the cuff and non-elastic band the primary objective of this study was to obtain an adjustment of the band based on the cuff pain with 150 mmHg pressure. The subjects performed two sessions of resistance exercise, with five exercises in each session, using the cuff and non-elastic band (prior adjusted based on cuff pain perception). The use of cuff or band was performed in a randomized, single-blinded (i.e., the tester was not informed

about the objectives of the study) trial designed to investigate the hemodynamic responses of a BFR session.

Procedures

This study was carried out in three parts: the 1st phase aimed to measure the length reduction of non-elastic band based on cuff pressure previously set at 150 mmHg (2, 6, 18, 29) using the pain perception (0-10 scale) as a control parameter. The subjects reported their pain perception from one arm, based on the pain from other arm, with the cuff placed at 150 mm Hg. The arm's circumference and the length reduction necessary to achieve the same pain perception in the arm with non-elastic band were measured. In the 2nd phase, the length reduction of non-elastic band obtained from first phase was applied and the pain perception (using the same 0-10 scale) was compared between arms, one with the non-elastic band and the other with the cuff, again placed on the arm with 150 mmHg. In the 3rd phase a randomized crossover assignment (cuff or custom-made band) was carried out to compare hemodynamics parameters during a resistance exercise session. In all phases the same experienced tester collected all data and a test and retest measurement was performed to reduce possible intra-subject differences. Volunteers were not informed about the objectives of the study and, participating in the 1st phase excluded the possibility to participate in the 2nd phase.

Subjects

Eighty one (58 male; 23 female) healthy and recreationally trained subjects volunteered for this study (Table 1). The adopted exclusion criteria were: 1) smoking history during the last three months, 2) presence of any cardiovascular or metabolic disease, 3) systemic hypertension ($\geq 140/90$ mmHg or use of antihypertensive medication), 4) use of creatine supplementation, 5) use of anabolic steroids, drugs or medications with potential impact in physical performance (self-reported), or 6) recent presence of musculoskeletal injury. The experimental protocol was approved by the local institutional Ethical Committee for Human Experiments (N.2250.458) and was performed in accordance with the Declaration of Helsinki. In addition, all subjects

signed an informed consent form prior to data collection. Coffee, tea, alcohol and tobacco consumption was prohibited for 24 hours before experimental procedures.

Table 1 near here

Anthropometric measurements

Body mass and height were measured using a medical beam scale with a stadiometer (Health-O-Meter®, model 402EXP, Badger Scale Inc., Milwaukee, United States). The body mass was assessed with the subjects dressing only swimsuit shorts. The subjects were instructed to perform a deep inspiration before height measurement. Body fat percentage (%) was estimated using the 3-site skinfold method (9). The relaxed and contracted arm circumference was measured using a tape-measure considering the mean point between scapular acromion and elbow.

Arterial blood pressure, heart rate and rate-pressure product measurements

Prior (15 min) and immediately after each exercise and post training session (5, 10 and 15 min) the arterial blood pressure (systolic; SBP and diastolic; DBP) was measured using an automatic sphygmomanometer (BP 3AC, Microlife, Widnau, Switzerland) placed at the proximal region of the arm. Heart rate was continuously measured during the experimental protocol using a heart rate monitor (V800 Polar Electro, Kempele, Finland). The rate-pressure product was obtained by multiply HR x SBP and mean BP from equation $(SBP+2DBP)/3$.

Blood flow restriction procedures

The blood flow restriction was carried out using two different apparatus, both applied on the proximal portion of the arm: a 9.0 cm x 57.0 cm pneumatic cuff (komprimeter Riester®, Jungingen, Germany), applied with 150 mmHg pressure for all moments (2, 6, 18, 29), or custom-made non-elastic band (a 5.0 cm x 47.0 cm). Although the used bands have 5.0 cm of width, this is the exact arm-contact width presented by air-chamber of cuff, when placed and inflated at the arm. Thus, the

band width was determined after several cuff measurements, in different subjects, using the predetermined 150 mmHg applied pressure. This procedure objected equalizing contact area of both apparatus and promoting equals occlusion pressures (12, 18). Also, an elastic-band has already been tested in others similar experiments (1). See details in figure 1.

A portable vascular portable (Df7001 vn Medpej, Ribeirão Preto, São Paulo) was applied on the radial artery to verify the blood flow during all interventions to guarantee that the blood-flow was not occluded.

Figure 1 near here

Resistance training sessions

The resistance training session was composed by five exercises, performed on the following order: 1st, horizontal bench press (BP), 2nd, wide-grip lat pulldown (LP), 3rd, push shoulder press with bar (SP), 4th, triceps pushdown on pulley (T) and 5th, biceps curl with bar (B). First, the subjects performed a general warm-up (3-5 minutes of light activity, i. e., walking, articular movements without loads, and mild static stretching involving the tested muscle group (20)), followed by a specific warm-up (1 set of 10-12 repetitions with 30% of body mass load) with a movement cadence of 1 second for concentric- and 2 seconds for eccentric-phase. Rest intervals of 5 minutes were established between each attempt to 1RM. No more than 5 attempts were necessary to find 1RM load. The 1RM was established when the subject was able to perform one completed repetition of the movement (concentric and eccentric phase in the predetermined cadence) but was unable to perform a second repetition without assistance. The 1RM test procedure is in accordance with National Strength and Conditioning Association recommendation (8) and the following strategies were adopted: a) standardized instructions about the testing procedures were given to subjects before test; b) subjects received standardized instructions concerning exercise technique; c) similar verbal encouragement was provided during tests; d) feedback about the concordance with the cadence of movement. The 1RM retest was performed on a separate day, 48 hours after the first trial. The intraclass correlation coefficient (CCI) was calculated for 1RM test and retest for all exercises (mean values; CI): Bench press (0.978; 0.955-0.984), Pulley (0.968; 0.949-0.979),

Shoulder press 90.977; 0.971-0.989), Triceps (0.988; 0.972-0.991) and Biceps curl (0.990; 0.980-0.997).

The BFR training sessions were carried out with at least three and no more than five days of interval. During the sessions, the blood flow was reestablished (i.e., the cuff or band were released) between exercises but not between sets. For each exercise the volunteers performed one set of 30 and three sets of 15 repetitions with 20% of 1RM. A metronome (DM50, Seiko®, Tokyo, Japan) was used to ensure the correct cadence of the movement (1.5 seconds for each concentric or eccentric phase).

Perceived Recovery Status, Pain Scale and Perceived Exertion

Perceived recovery status (PRS) was evaluated (11) before each BFR training session. The lowest value means a poorly recovered individual with expectation of impaired performance while the highest value means a very well recovered individual expecting a good performance.

The pain perception was also evaluated through a numerical rating scale. The numerical rating scale consists of a 0-10 score scale (7), where the lowest value means “no pain” and the highest value means “unbearable pain”. The following instructions were used: “Select a single number that best represents the pain intensity felt during this intervention”.

The perceived exertion was assessed through the OMNI-RES (24) (values from 0 to 10) at the end of each repetition set until momentary failure. The following instructions were used for the perceived exertion, similar to previously described (21): “After each set, we want you to pay close attention to how hard you feel the set work rate was. This feeling should reflect your total amount of exertion and fatigue, combining all sensations and feelings of physical stress and fatigue. Do not concern yourself with any one factor such as leg pain, shortness of breath, or exercise intensity but try to concentrate on your total, inner feeling of exertion. Try not to underestimate or overestimate your feelings of exertion and be as accurate as you can”.

Statistical Analysis

The Shapiro-Wilk test was applied to verify the normal distribution of the data. Likewise we used Levene's test to check homoscedasticity of data. The intra-class correlation coefficient (CCI) was used to verify the reliability of the test and retest length measurements on both first and second phases. The data of demographic and anthropometric characteristics of volunteers from all phases were expressed as mean \pm standard deviation and the cuff-band adjustments were expressed as median (interquartile interval). The Wilcoxon signed-rank test or nonparametric ANOVA (Friedman test) followed by a post-hoc *Dunn's* test was applied for comparison between length reduction measurements and pain scales on both phases. A paired *t* test was carried out for hemodynamics and perceived scales comparison between cuff and band training sessions. The significance level was 0.05 and the software used for data analysis was Graph Pad[®] (Prism 6.0, San Diego, CA, USA).

Results

The pain values obtained with the cuff applied at 150 mmHg at the proximal region of the arm were not different from the ones obtained with the non-elastic band (Table 2). The length of reduction to achieve the same pain values are also reported in table 2.

Table 2 near here

The length reduction obtained from phase 1 (Table 2) were applied on non-elastic band and the pain values between band and cuff (with 150 mmHg) were not different on the Phase 2 (table 3)

The pain values of length adjusted band were non-significant different compared to cuff pain values ($p > 0.99$).

The portable Doppler showed that no arterial blood flow occlusion occurred on all phases of the study using the 150 mm Hg cuff pressure or proposed non-elastic band reduction.

The hemodynamics parameters were not different ($p > 0.05$) after a resistance exercise training session with BFR using the cuff or non-elastic band (Fig. 2).

Figure 2 near here

Figure 3 near here

Discussion

The objective of this study was to compare the ergogenicity of a practical and affordable method for blood flow restriction training using a non-elastic band based on pain perception with the traditional cuff method. Our main finding was that pain perception was identical using both occlusion methods, inducing similar hemodynamics and perceived exertion during a typical weight training session.

The use of BFR training with low absolute loads has been shown to promote metabolic and neuromuscular disturbances similar to those observed during high-intensity training conditions, however, this requires the use of pneumatic cuffs, which are expensive and quite difficult to use without help. The use of a band suitable to conduct BFR training provides an affordable and accessible tool for most people.

There are different types of cuff as well as different volume, intensity and occlusion pressure applied in BFR training (15, 19, 30, 35), which makes it difficult to compare the studies' results. Some authors suggest that higher pressures promote a great response (5, 16, 28, 34). In our study a pressure of 150 mm Hg was applied according previous experiments (2, 12, 27). This pressure promotes no blood flow occlusion, no high hemodynamic risks and moderate pain during BFR training. It was also described that BFR training with no more than 150 mmHg resulted in better results for hypertrophy and power, neuromuscular adaptations (10, 22, 31, 35), and presented lower risk regarding hemodynamics effects (2).

Buckner et al.,(3) showed that cuff from different materials (nylon or elastic) required different pressures do promote blood flow occlusion while with 40% of specific cuff occlusion pressure during exercise no differences were found for torque, muscular thickness or activation comparing these types of cuff. In this context, another study (16) found that the width of cuff is inversely proportional to the occluding pressure, i.e., the larger the cuff the smaller the pressure required for occlusion. So, in our study the cuff and band width was equal in order to promote the same magnitude of blood flow occlusion during the training.

It is important considering that during BFR training, applying the same absolute pressure for all occluding apparatus, these characteristics could result in different restriction stimulus. Also, the elastic property of the cuff may interfere with the occluding process and, although the use of elastic cuffs has increased among the general population, it is not possible to know the amount of pressure applied and the subsequent actual blood-flow restriction. Applying elastic cuffs during exercise may allow muscle dilatation during concentric phase, which maintain a more constant pressure and less difficult to perform exercise. Instead, a non-elastic band increases the pressure during concentric action and impairs the muscle dilation in this phase of exercise. However, a non-elastic cuff has the same physics properties as the cuff, which allows a better comparison with the BFR training methods and patterns already investigated.

In addition, it was described (25) that cardiovascular responses and perceived scales are influenced by different cuff types. A previous study (32) described high levels of pain using large width (13.5 cm) non-elastic bands while, another study (36) showed low level of perceived pain applying a narrower width band (3.3 cm). Since it was clearly described (32) that larger cuffs/band promoted high level of perceived pain, our results corroborate the using of a narrow band for upper limbs BFR training which resulted in low pain level (36). Also, larger cuff promotes a higher cardiovascular responses and higher pain and perceived exertion reports (25) compared to a narrow cuff.

Since the pressure is dependent to area (in our case to cuff or band width) and is also related to pain perception, we hypothesized that using an equalized width cuff-band based on cuff pressure of 150 mm Hg could result in non-difference in hemodynamics and perceived scales results ($p > 0.99$). In this hand, Wilson et al (33) suggested that a pain perception during BFR training between 7 and 10 (in a scale from 0 to 10) resulted in vein, but not in arterial occlusion. Their data corroborate ours, since we have not found arterial occlusion during experiments.

Regarding pain perception, a prior study (17) proposed applying elastic bands for BFR lower limbs training. They recommend as moderate pain perception about 7 (in a 0-10 scale), promoting enough blood flow occlusion. Although we found a lower pain perception (about 5 in a 0-10 scale), there are several studies showing increases in strength (9, 23) and muscle mass (26, 31) with no more than 5 in a 0-10 pain perception scale.

As a limitation of this study, it is important to note that we have not measured the stretch properties of the cuff, although it is marketed as a non-elastic material. Previous studies have described these properties using an elastic cuff (1). However, the pressure of 150 mmHg used in the current study is not likely enough to induce deformations of the cuff material, due to a large cuff thickness.

Our results provide strong evidence for recommending the use of non-elastic band adjusted from cuff validated pressure, for blood flow restriction training in healthy and recreationally trained subjects. Since the non-elastic band provides no pressure values, during the training would be interesting checking the pain values.

Practical applications

Considering all beneficial effects of BFR training on muscle hypertrophy, it is justified to use cuffs to enhance the effects of resistance training. However, due to the expensive values of specialized cuffs and also the difficulty to use them alone during the training, a non-pneumatic cuff appears to be a relevant alternative in this situation. Since they are typically more affordable and practical, the use of non-elastic cuff could help the population during the BFR training.

References

1. Abe T, Mouser JG, Dankel SJ, Bell ZW, Buckner SL, Mattocks KT, Jessee MB, and Loenneke JP. A method to standardize the blood flow restriction pressure by an elastic cuff. *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 29: 329-335, 2019.
2. Brandner CR, Kidgell DJ, and Warmington SA. Unilateral bicep curl hemodynamics: Low-pressure continuous vs high-pressure intermittent blood flow restriction. *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 25: 770-777, 2015.
3. Buckner SL, Dankel SJ, Counts BR, Jessee MB, Mouser JG, Mattocks KT, Laurentino GC, Abe T, and Loenneke JP. Influence of cuff material on blood flow restriction stimulus in the upper body. *The journal of physiological sciences : JPS* 67: 207-215, 2017.

4. Centner C, Wiegel P, Gollhofer A, and Konig D. Effects of Blood Flow Restriction Training on Muscular Strength and Hypertrophy in Older Individuals: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*, 2018.
5. Counts BR, Dankel SJ, Barnett BE, Kim D, Mouser JG, Allen KM, Thiebaud RS, Abe T, Bemben MG, and Loenneke JP. Influence of relative blood flow restriction pressure on muscle activation and muscle adaptation. *Muscle & nerve* 53: 438-445, 2016.
6. Dankel SJ, Buckner SL, Counts BR, Jessee MB, Mouser JG, Mattocks KT, Laurentino GC, Abe T, and Loenneke JP. The acute muscular response to two distinct blood flow restriction protocols. *Physiology international* 104: 64-76, 2017.
7. Ferreira-Valente MA, Pais-Ribeiro JL, and Jensen MP. Validity of four pain intensity rating scales. *Pain* 152: 2399-2404, 2011.
8. Harman E and Garhammer J. Administration, Scoring, and Interpretation of Selected Tests, in: *Essentials of strength training and conditioning*. TR Baechle, RW Earle, eds.: Human Kinetics, 2008, pp 249-292.
9. Jackson AS and Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *The British journal of nutrition* 40: 497-504, 1978.
10. Ladlow P, Coppack RJ, Dharm-Datta S, Conway D, Sellon E, Patterson SD, and Bennett AN. Low-Load Resistance Training With Blood Flow Restriction Improves Clinical Outcomes in Musculoskeletal Rehabilitation: A Single-Blind Randomized Controlled Trial. *Frontiers in physiology* 9: 1269, 2018.
11. Laurent CM, Green JM, Bishop PA, Sjokvist J, Schumacker RE, Richardson MT, and Curtner-Smith M. A practical approach to monitoring recovery: development of a perceived recovery status scale. *J Strength Cond Res* 25: 620-628, 2011.
12. Laurentino GC, Loenneke JP, Teixeira EL, Nakajima E, Iared W, and Tricoli V. The Effect of Cuff Width on Muscle Adaptations after Blood Flow Restriction Training. *Medicine and science in sports and exercise* 48: 920-925, 2016.
13. Laurentino GC, Ugrinowitsch C, Roschel H, Aoki MS, Soares AG, Neves M, Jr., Aihara AY, Fernandes Ada R, and Tricoli V. Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. *Medicine and science in sports and exercise* 44: 406-412, 2012.

14. Libardi CA, Chacon-Mikahil MP, Cavaglieri CR, Tricoli V, Roschel H, Vechin FC, Conceicao MS, and Ugrinowitsch C. Effect of concurrent training with blood flow restriction in the elderly. *International journal of sports medicine* 36: 395-399, 2015.
15. Lixandrao ME, Ugrinowitsch C, Berton R, Vechin FC, Conceicao MS, Damas F, Libardi CA, and Roschel H. 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 Med* 48: 361-378, 2018.
16. Loenneke JP, Fahs CA, Rossow LM, Sherk VD, Thiebaud RS, Abe T, Bembem DA, and Bembem MG. Effects of cuff width on arterial occlusion: implications for blood flow restricted exercise. *European journal of applied physiology* 112: 2903-2912, 2012.
17. Loenneke JP, Kearney ML, Thrower AD, Collins S, and Pujol TJ. The acute response of practical occlusion in the knee extensors. *Journal of strength and conditioning research* 24: 2831-2834, 2010.
18. Loenneke JP, Kim D, Mouser JG, Allen KM, Thiebaud RS, Abe T, and Bembem MG. Are there perceptual differences to varying levels of blood flow restriction? *Physiology & behavior* 157: 277-280, 2016.
19. Loenneke JP, Wilson JM, Marin PJ, Zourdos MC, and Bembem MG. Low intensity blood flow restriction training: a meta-analysis. *European journal of applied physiology* 112: 1849-1859, 2012.
20. Marocolo M, Marocolo IC, da Mota GR, Simao R, Maior AS, and Coriolano HJ. Beneficial Effects of Ischemic Preconditioning in Resistance Exercise Fade Over Time. *International journal of sports medicine* 37: 819-824, 2016.
21. Marocolo M, Willardson JM, Marocolo IC, Ribeiro da Mota G, Simao R, and Maior AS. Ischemic Preconditioning and Placebo Intervention Improves Resistance Exercise Performance. *J Strength Cond Res* 30: 1462-1469, 2016.
22. Neto GR, Novaes JS, Salerno VP, Goncalves MM, Piazero BKL, Rodrigues-Rodrigues T, and Cirilo-Sousa MS. Acute Effects of Resistance Exercise With Continuous and Intermittent Blood Flow Restriction on Hemodynamic Measurements and Perceived Exertion. *Perceptual and motor skills* 124: 277-292, 2017.

23. Neto GR, Sousa MS, Costa e Silva GV, Gil AL, Salles BF, and Novaes JS. Acute resistance exercise with blood flow restriction effects on heart rate, double product, oxygen saturation and perceived exertion. *Clinical physiology and functional imaging* 36: 53-59, 2016.
24. Robertson RJ, Goss FL, Rutkowski J, Lenz B, Dixon C, Timmer J, Frazee K, Dube J, and Andreacci J. Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc* 35: 333-341, 2003.
25. Rossow LM, Fahs CA, Loenneke JP, Thiebaud RS, Sherk VD, Abe T, and Bemben MG. Cardiovascular and perceptual responses to blood-flow-restricted resistance exercise with differing restrictive cuffs. *Clinical physiology and functional imaging* 32: 331-337, 2012.
26. Sousa J, Neto GR, Santos HH, Araujo JP, Silva HG, and Cirilo-Sousa MS. Effects of strength training with blood flow restriction on torque, muscle activation and local muscular endurance in healthy subjects. *Biology of sport* 34: 83-90, 2017.
27. Suga T, Okita K, Morita N, Yokota T, Hirabayashi K, Horiuchi M, Takada S, Omokawa M, Kinugawa S, and Tsutsui H. Dose effect on intramuscular metabolic stress during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction. *J Appl Physiol (1985)* 108: 1563-1567, 2010.
28. Sugaya M, Yasuda T, Suga T, Okita K, and Abe T. Change in intramuscular inorganic phosphate during multiple sets of blood flow-restricted low-intensity exercise. *Clinical physiology and functional imaging* 31: 411-413, 2011.
29. Takano H, Morita T, Iida H, Asada K, Kato M, Uno K, Hirose K, Matsumoto A, Takenaka K, Hirata Y, Eto F, Nagai R, Sato Y, and Nakajima T. Hemodynamic and hormonal responses to a short-term low-intensity resistance exercise with the reduction of muscle blood flow. *European journal of applied physiology* 95: 65-73, 2005.
30. Takarada Y, Takazawa H, Sato Y, Takebayashi S, Tanaka Y, and Ishii N. Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *J Appl Physiol (1985)* 88: 2097-2106, 2000.
31. Vechin FC, Libardi CA, Conceicao MS, Damas FR, Lixandrao ME, Berton RP, Tricoli VA, Roschel HA, Cavaglieri CR, Chacon-Mikahil MP, and Ugrinowitsch C. Comparisons between low-intensity resistance training with blood flow

- restriction and high-intensity resistance training on quadriceps muscle mass and strength in elderly. *Journal of strength and conditioning research* 29: 1071-1076, 2015.
32. Wernbom M, Jarrebring R, Andreasson MA, and Augustsson J. Acute effects of blood flow restriction on muscle activity and endurance during fatiguing dynamic knee extensions at low load. *Journal of strength and conditioning research* 23: 2389-2395, 2009.
 33. Wilson JM, Lowery RP, Joy JM, Loenneke JP, and Naimo MA. Practical blood flow restriction training increases acute determinants of hypertrophy without increasing indices of muscle damage. *Journal of strength and conditioning research* 27: 3068-3075, 2013.
 34. Yasuda T, Brechue WF, Fujita T, Shirakawa J, Sato Y, and Abe T. Muscle activation during low-intensity muscle contractions with restricted blood flow. *Journal of sports sciences* 27: 479-489, 2009.
 35. Yasuda T, Ogasawara R, Sakamaki M, Bemben MG, and Abe T. Relationship between limb and trunk muscle hypertrophy following high-intensity resistance training and blood flow-restricted low-intensity resistance training. *Clinical physiology and functional imaging* 31: 347-351, 2011.
 36. Yasuda T, Ogasawara R, Sakamaki M, Ozaki H, Sato Y, and Abe T. Combined effects of low-intensity blood flow restriction training and high-intensity resistance training on muscle strength and size. *European journal of applied physiology* 111: 2525-2533, 2011.

Tables

Table 1. Demographic and anthropometric characteristics of volunteers from Phases 1 and 2

Characteristics	Phase 1			Phase 2			Phase 3
	Male (n=31)	Female (n=15)	Total (n=46)	Male (n=17)	Female (n=8)	Total (n=25)	Male (n=10)
Age (years)	26.0±7.2	22.0±3.8	25.0±6.6	26.8±4.9	33.0±5.8	30.0±5.4	28.0±4.1
Height (cm)	177±8.0	163.0±7.0	172.0±7.5	174±6.0	163.0±9.0	168.5±7.5	173±6.0
Body mass (kg)	77.9±11.1	58.7±9.2	71.6±13.9	76.9±10.76	63.0±5.6	70.0±8.2	77.0±10.0
Body fat (%)	11.97±6.6	20.1±8.7	14.6±8.5	11.43±6.01	23.6±5.9	17.5±6.0	7.8±5.6
SBP (mm Hg)	122.9±6.9	114.0±5.0	120.0±7.6	122.9±7.9	112.5±6.8	117.7±7.3	122.0±6.0
DBP (mm Hg)	82.3±8.0	79.3±2.5	81.3±6.8	78.41±4.31	75.1±7.2	76.8±5.7	71±7.3
B _{SF} (mm)	2.8±1.6	9.4±6.7	4.9±5.1	2.50±1.67	8.0±3.5	5.2±2.6	1.9±0.9
T _{SF} (mm)	7.0±4.6	13.8±8.3	9.2±6.8	7.03±4.21	18.1±6.2	12.6±5.2	5.2±2.4
RA _{Circ} (cm)	32.9±3.9	27.0±3.6	30.9±4.7	33.59±2.64	29.36±2.23	29.4±2.2	32.7±2.8
LA _{Circ} (cm)	32.8±3.8	27.0±3.7	30.9±4.6	33.71±2.56	29.40±2.24	29.4±2.2	32.6±2.9

Non statistical difference was found between groups comparisons with their respective related group. B_{SF} (mm): biceps skin fold; T_{SF} (mm): triceps skinfold; RA_{Circ}: circumference of right arm; LA_{Circ}: circumference of left arm. Data are mean ± SD

Table 2: Adjustments of on-elastic band based on a cuff-pain placed with 150 mmHg pressure.

Variable	Cuff Pain		Band Pain		P	Band Length reduction (%)	
	Right	Left	Right	Left		Right	Left
Male (n=31)	5.0(2.0)	5.0(2.0)	5.0(2.0)	5.0(2.0)	0.39	8.8±2.5	8.6±2.4
Female (n=15)	5.0(2.0)	4.0(2.0)	5.0(2.0)	5.0(2.0)	0.3	6.1±2.2	6.6±2.6
Total (n=46)	5.0(2.0)	5.0(2.0)	5.0(2.0)	5.0(2.0)	0.97	8.0±2.6	7.9±2.5

Pain values are expressed as median (interquartile interval: percentile 75-25); reduction values are expressed as mean ± standard deviation.

Table 3: Anthropometric values and adjustments results of Phase 2 based on length reduction obtained in Phase 1 (table 2)

Variable	Band pain		Cuff Pain		P
Group	Right	Left	Right	Left	
Male (n=17)	6.0(3.0)	5.5(2.0)	6.0(3.0)	6.0(2.0)	>0.99
Female (n=8)	6.0(2.0)	6.0(0.0)	5.5(1.0)	5.5(1.0)	>0.99
Total (n=25)	6.0(1.0)	6.0(1.0)	6.0(1.0)	6.0(1.0)	>0.99

Pain values are expressed as median (interquartile interval: percentile 75-25); reduction values are expressed as mean \pm standard deviation.

Legends of Figures

Figure 1. Details of customized non-elastic band and equalizing sizes with cuff. A, non-elastic band width; B, width air-chamber of pneumatic cuff; C, representative position of cuff and band at arm's subject; D, numerical graduation and non-elastic band structure.

Figure 2: Hemodynamics parameters during and after from BFR training with cuff (150 mm Hg) or pain-based equalized custom non-elastic band after each exercise, A, systolic arterial blood pressure, B, mean arterial blood pressure and C rate-pressure product. BP: bench press, Pulley: pulley back exercise; SP: shoulder press; Triceps: triceps pulley exercise; biceps: biceps curl exercise.

Figure 3: Heart rate and perceived exertion responses during and after BFR training session with cuff and band. BP: bench press, Pulley: pulley back exercise; SP: shoulder press; Triceps: triceps pulley exercise; biceps: biceps curl exercise

Figures

Figure 1

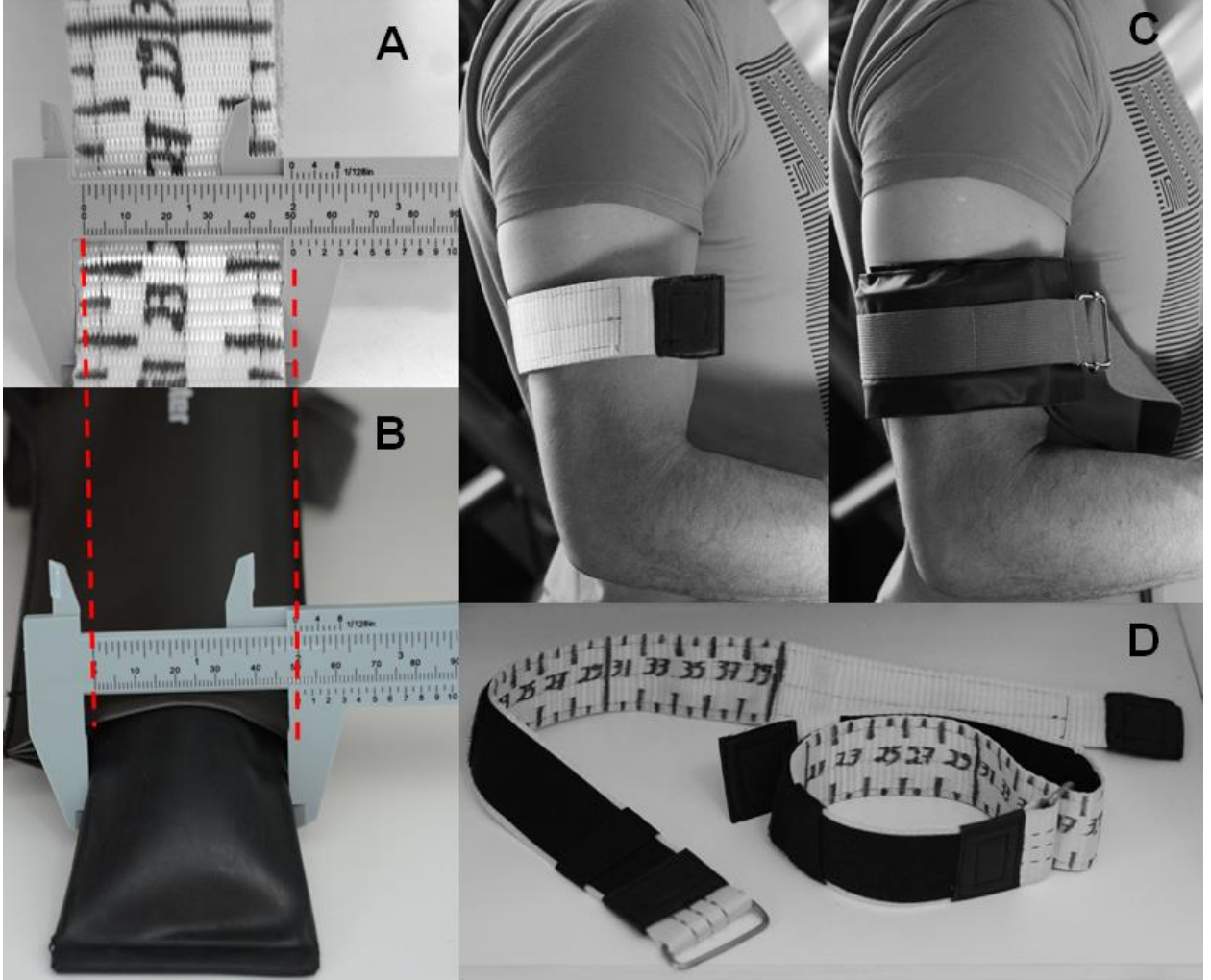


Figure 2

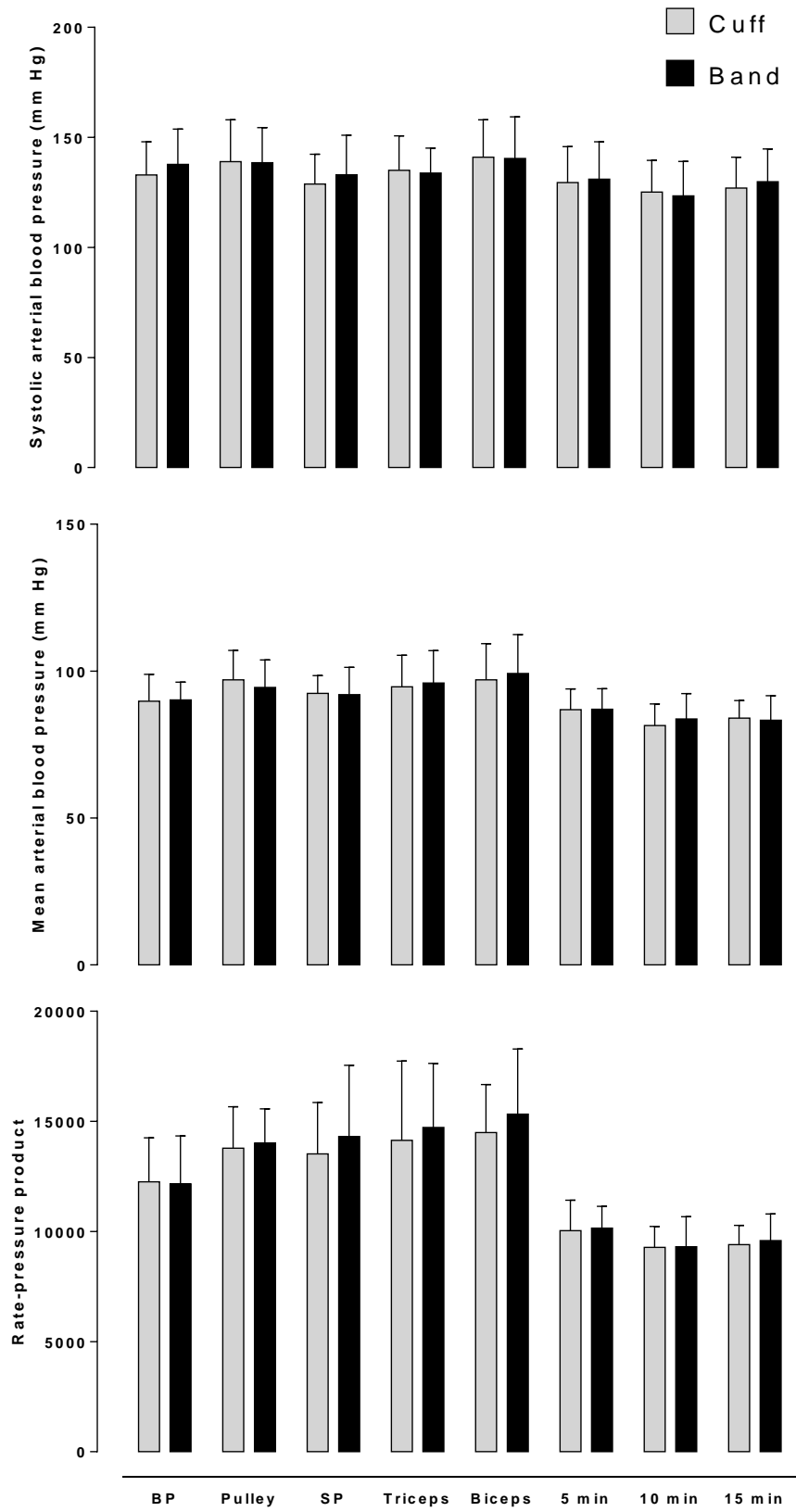
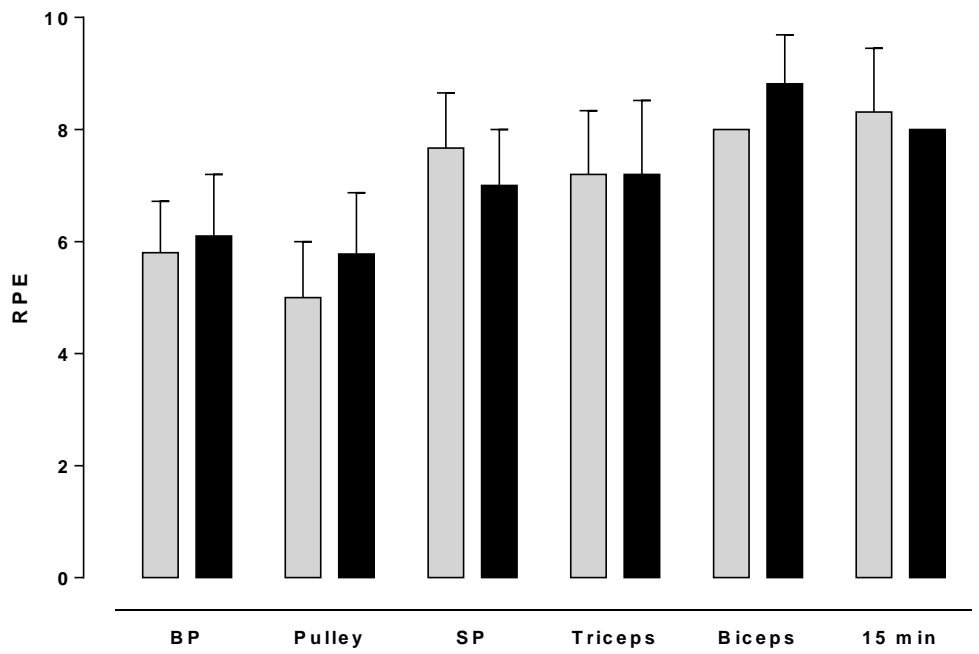
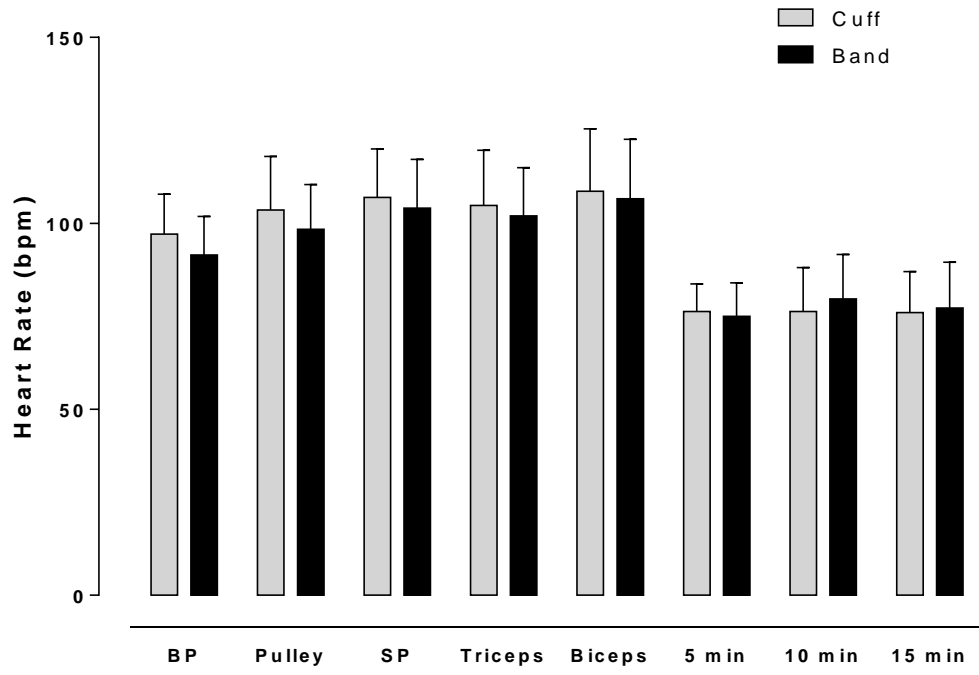


Figure 3



APÊNDICE B – ARTIGO FORMATADO AOS MOLDES DA REVISTA

European Journal of Sports Science

ISSN: 1746-1391

PERIÓDICOS QUALIS – Classificação: A1

Does blood flow restriction training with the pneumatic tourniquet or the non-elastic restriction band promote the same responses in lactate, GH, and IGF-1?**European Journal of Sport Science**

Corresponding Author: Luis Filipe Moutinho Leitão, Superior School of Education of Polytechnique Institute of Setubal, Portugal. E-mail: luis.leitao@ese.ips.pt

Jorge Luiz Duarte de Oliveira^{1,2}, Jefferson da Silva Novaes^{1,3}, Yuri de Almeida Costa Campos¹, Rhaí André Arriel¹, Gabriel Rodrigues Neto^{4,5}, Luis Filipe Moutinho Leitão⁶, Moacir Marocolo¹ & Jeferson Macedo Vianna¹

¹Federal University of Juiz de Fora, Brazil; ²Educational Foundation of Além Paraíba, Além Paraíba, Brazil; ³Federal University of Rio de Janeiro, Brazil; ⁴New Hope Faculty of Nursing and medicine of João Pessoa, Brazil, ⁵Center for Higher Education and Development of Campina Grande, Brazil; & ⁶Superior School of Education of Polytechnique Institute of Setubal, Portugal

Acknowledgements

The authors thank the participants for their effort and time commitment.

Abstract

The blood flow restriction (BFR) during resistance training (RT) is obtained through pressure application, which can be performed by pneumatic tourniquets (PT) or restriction bands. However, there is no knowledge about what would be the differences between standard tourniquets and non-elastic bands (NEB) in hormonal responses. The aim of this study was to equalize the pressure exercised by the NEB and the PT based on the perception of pain and to compare the metabolic, hormonal and perceptive responses in a RT session with BFR. Sixteen healthy and

recreationally trained men have volunteered for the study. The participants have randomly and alternately completed two experimental training sessions: RT at 20% of 1-RM with BFR-PT(RT+BFR-PT) and RT at 20% of 1-RM with BFR with NEB (RT+BFR-NEB). The following exercises were performed in the experimental sessions: bench press and shoulder press in the Smith, lat pulldowns, triceps pushdowns and bicep curls in the bar. The reduction of the NEB was $7.46\pm 1.44\%$ in the right arm and $7.44\pm 1.56\%$ in the left arm. The experimental sessions with BFR promoted significant increases of GH and Lactate, but not of IGF-1 (PT, pre/post 10' [$p=0.999$; ES=0.13] and pre/post 15' [$p=0.999$; ES=0.14]; NEB, pre/post 10' [$p=0.999$; ES=0.008] and pre/post 15' [$p=0.999$; ES=0.02]). There were no significant differences between the sessions in the metabolic, hormonal and perceptive responses ($p > 0.05$). Both forms of BFR can be used with RT to analyze metabolic, hormonal and perceptive responses.

Key words: *BFR, resistance training, kaatsu training, lactate, hormones.*

Introduction

The method of Kaatsu Training, an intervention created in the mid-'60s by the Japanese (Sato, 2005) and known as low load (20-40% 1RM) blood flow restriction (BFR) resistance training (RT) is a method that can induce muscle hypertrophy and have similar effects compared to traditional high load RT (Abe et al., 2012; Lixandrão et al., 2018; Patterson et al., 2019).

The possible primary mechanisms for neuromuscular adaptations to the low-load BFR method are metabolic stress and mechanical stress (Pearson & Hussain, 2015). The low PH environment induced by metabolic accumulations is known to stimulate growth hormone (GH) secretion, which exerts a possible interactive effect on muscle protein synthesis. In turn, studies have demonstrated that elevation of GH may raise the rates of peptide hormone IGF-1 (Loenneke et al., 2012c), that is a growth factor that can be locally produced within peripheral muscle tissue as well as systematically by the liver in response to GH (Loenneke et al., 2012a; Pearson & Hussain, 2015).

The BFR during RT is obtained by applying pressure to the proximal extremities of the upper limbs (such as the distal insertion of the deltoid muscle) or

lower limbs (inguinal fold) (Sato, 2005) with pneumatic tourniquets (PT) of elastic or nylon (Dankel et al., 2017; Fahs et al., 2015; Kim et al., 2017). However, a pneumatic tourniquet is an expensive instrument, which is not accessible to most RT practitioners. Elastic restriction bands (Luebbbers et al., 2014; Yamanaka, Farley & Caputo, 2012) are also used in the RT to restrict blood flow but they are instruments that do not control the limb pressure during exercise.

To date, however, no study has been done in evaluation of the pressure applied with two instruments (tourniquet and bands) on metabolic, hormonal and perceptive responses. Therefore, the objective of this study was to equalize the pressure exerted by the non-elastic band (NEB) and the PT based on the perception of pain, and to compare the metabolic, hormonal and perceptive responses in a RT session with BFR.

Materials and Methods

Subjects

Sixteen healthy and recreationally trained men have volunteered for the study (27.06 ± 5.00 years, 77.71 ± 10.60 kg, 1.73 ± 0.06 m, 25.8 ± 3.364 m² kg⁻¹, $7.76 \pm 5.58\%$ fat). Exclusion criteria included: 1) smoking history in the last 3 months, 2) presence of cardiovascular or metabolic disease, 3) systemic arterial hypertension ($\geq 140/90$ mmHg or use of antihypertensive medication), 4) use of creatine supplementation, 5) use of anabolic steroids, drugs or medications with potential impact on physical performance (self-reported), and 6) recent presence of musculoskeletal injury. The research project was approved by Local Ethics Committee involving human research (number 1,455,444 / 2016) and carried out according to the Helsinki Declaration. In addition, all subjects have signed an informed consent form prior to data collection. The consumption of coffee, tea, alcohol, tobacco, and exercise was prohibited for 24 hours before the experimental procedures.

Study Design

The study was divided into four evaluation days, separated by a period of 72-96 hours. In the first and second evaluation, anthropometric measures, PT pressure

adjustment with NEB and 1RM tests (test and re-test) were performed. During the last two evaluations, the participants have randomly and alternately completed the two experimental training sessions: (1) RT-BFR at 20% of 1RM with PT (RT-BFR-PT) and (2), RT-BFR at 20% of 1RM with NEB (RT+BFR-NEB). All evaluations were performed at the same time of the day to control the daytime variation of hormonal measurements. The consumption of coffee, tea, alcohol, tobacco, and exercise was prohibited for 24 hours before the experimental procedures.

Blood lactate was obtained before the beginning of the experimental session and one minute after the last exercise. The hormonal measurements were performed before the beginning of the experimental session, ten and fifteen minutes after the last exercise.

Procedures

Anthropometric evaluations

Body mass and height were measured using a medical balance with a stadiometer (Health-O-Meter®, model 402EXP, Badger Scale Inc., Milwaukee, United States), with subjects wearing only swimwear. The body fat percentage (%) was estimated by the skin folds method at three locations (Jackson & Pollock, 1978) and the circumference of the relaxed arm was measured with a measuring tape considering the midpoint between the scapular acromion and the elbow.

Blood Sample

Venous blood samples (10 ml averaged for each measurement point) were obtained with the subjects sitting in a slightly reclined position. All blood sampling was performed at the same time of day to reduce the effects of any diurnal variation in hormone concentrations. The resting blood sample was obtained after a 20 minute equilibration period.

The experimental session started 10 minutes after the withdrawal of the resting blood sample. After the experimental sessions, without the restriction instrument, the blood samples were obtained within 1 minute (immediately after exercise), 10 and 15 minutes. All blood samples were processed and stored at -20 °C until analysis.

Biochemical Analysis

Plasma lactate concentrations were measured with the Lactate Bioclion kit (ref K084-Enzymatic UV Test, for in vitro use only). The kit manipulates the enzymatic UV methodology using Lactate dehydrogenase. The hormone concentrations were determined by the chemiluminescence method through the LumiQuest® line. This line was developed using the principles of immunoassays in solid-phase, composed of immunotubes in which the detection and quantification of tumor hormones or markers present in the patient sample occur through reactions mediated by ultrasensible specific and mixed antibodies. The chemiluminescent reaction detected by the instrument is triggered by the addition of Peroxide and Luminol.

All blood collection process was carried out by the Laboratório 18 de Julho de Patologia Clínica (July 18 Clinical Pathology Lab) LTDA / Dr. Lacyr Lab (CNPJ: 09257605 / 0001-37) and sent to the support lab DB - Medicina Diagnóstica (Diagnostic Medicine) LTDA / Laboratório do Brazil (Brazil's Lab), (CNPJ: 09.257.605 / 0001-37).

Determination and Equalization of Blood Flow Restriction Between Instruments

The BFR was performed using two instruments: a 9.0 cm x 57.0 cm PT (komprimeter Riester®, Jungingen, Germany) and a NEB of 5.0 cm x 47.0 cm, both placed in the proximal portion of the arm, below deltoid. The contact area of the instruments (air tube of the PT and NEB) is 5.0 cm.

A predetermined pressure of 150 mm Hg was used to adjust and equalize the pressure of the PT with NEB. The pressure established in the cuff is in agreement with previous studies (Brandner, Kidgell & Warmington, 2015; Dankel et al., 2017; Loenneke et al., 2016b; Takano et al., 2005). At this moment, the study aimed to verify the percentage of NEB length reduction, based on tourniquet pressure, using pain perception (0-10 scale) as a control parameter. The subjects reported the perception of pain in one arm (PT - 150mmHg), with the band reduction in cm on the other arm (NEB). It was measured the arm circumference and the length reduction to achieve the same perception of arm pain with the NEB. The use of the instruments in the arms for the restriction was performed in a randomized and alternated manner (Table 1).

This procedure aimed to promote equal BFR pressures between the two

instruments (Laurentino et al., 2016; Loenneke et al., 2016b). A portable vascular Doppler (Df7001 vn Medpej, Ribeirão Preto, São Paulo) was applied in the radial artery to verify blood flow during all the interventions, thus ensuring that blood flow was not occluded.

“INSERT HERE TABLE 1”

One Repetition Maximum Test

The 1RM test and retest were performed on the following resisted exercises: bench press and shoulder press in the Smith, lat pulldowns, triceps pushdowns and biceps curls in the bar. First, the subjects performed a general warm up (3-5 minutes of light activity, such as walking, unloaded joint movements and light static stretching involving the muscle group tested (Marocolo et al., 2016)), followed by a specific warm up (1 set of 10-12 repetitions with 30% of body weight) with eccentric/concentric ratio of 2:1. The 1RM retest was performed on a separate day, 48 hours after the first test.

Rest intervals of 5 minutes were established between each 1RM attempt. It took no more than 5 attempts to find the 1RM load. 1RM was established when the subject was able to perform a complete repetition of the movement (concentric and eccentric phase at the predetermined rate) but was unable to perform a second repetition without assistance. The 1RM test protocol is in accordance with the recommendation of the National Strength and Conditioning Association (Baechle & Earle, 2008) and during the test strategies were adopted: a) standard instructions on the test procedures were given to the subjects before the test; b) subjects received standardized instructions regarding exercise technique; c) similar verbal encouragement was provided during the tests; d) feedback on the agreement with the cadence of the movement.

Experimental Sessions

Two experimental sessions were performed for upper limbs, consisting of five strength exercises with bilateral execution: bench press in the Smith, lat pulldown, shoulder press in the Smith, triceps pushdown and biceps curl in the bar. The volunteers have randomly and alternately completed two experimental training sessions: RT+BFR-PT and RT+BFR-NEB (Patterson et al., 2019). Before starting the strength exercises, the subjects performed a 5 minute warm-up on an ergometric

cycle with a moderate load.

The experimental session was performed with the same pressure during the execution of the exercise and released in the interval of the exercises (Neto et al., 2017, 2018). The volunteers performed a set of 30 repetitions for each exercise, followed by three sets of 15 repetitions, with a rest interval of 30 seconds between all sets and 1 minute between the exercises (Loenneke et al., 2016a; Patterson et al., 2019). The speed of movement was established in three seconds (1.5s for concentric muscle action and 1.5s for eccentric action) and controlled by a metronome (DM50, Seiko®, Tokyo, Japan).

Rating of perceived exertion and Pain Perception

In the first two meetings, the volunteers participated in two familiarization sessions with the OMNI-RES scale (ANNEX E) (Robertson et al., 2003). The ratings of perceived exertion (RPE) (0-10) was measured 15 minutes after the last exercise. In addition, a visual analog scale (Ferreira-Valente, Pais-Ribeiro & Jensen, 2011) was used to evaluate the pain perception of both experimental sessions, PT and NEB, ensuring that the same pressure was established in both protocols through the subjective perception of pain and the arm circumference reduction % of the volunteers. The scale ranged from 0 to 10 with the following markings: 0, no pain; 1-2, light pain; 3-7, moderate pain; and 8-10 severe pain.

Total Volume of Exercises

The total load was multiplied by the number of sets and repetitions completed in the five exercises (load x sets x repetitions) to obtain the total volume (TV) of exercise. The training volume was exactly the same between the two experimental sessions since all participants completed the same number of repetitions of all exercises.

Statistical Analysis

The statistical analysis was performed using the Graph Pad software (Prism 6.0, San Diego, CA, USA). To verify the normality of the data distribution and the homogeneity of the variances, the Shapiro-Wilk and Levene tests, respectively, were adopted. The Wilcoxon test was applied to compare the responses of the subjective perception of effort and pain between the RT+BFR-PT and RT+BFR-NEB protocol,

and the Friedman test followed by the Dum post hoc test to verify differences in GH 10 and 15 minutes post training session and between the protocols (RT+BFR-PT vs. RT+BFR-NEB). A two-way ANOVA followed by a Bonferroni post hoc test was used to assess differences in blood lactate concentration [Lac] and IGF-1 [Factors: Protocol (RT+BFR-PT vs. RT+BFR-NEB) and timing (pre and 1-minute post-training session)]. Effect size (ES) was calculated according to Cohen's test (d) and evaluated using the following criteria: < 0.35 trivial; 0.35-0.80 small; 0.80-1.50 moderate; and > 1.5 large, according to the classification for recreationally trained individuals proposed by Rhea (2004). A *p* value <0.05 was considered significant.

Results

The intraclass correlation coefficient (CCI) was calculated for the 1RM test and retest for all exercises (mean values: IC): bench press in the Smith (0.977, 0.955-0.984), Lat Pulldowns (0.969, 0.949-0.979), shoulder press in the Smith (0.976, 0.971-0.989), triceps pulldowns (0.97, 0.972-0.991) and biceps curls (0.991, 0.980-0.997) in the bar.

Comparisons of the hormonal and metabolic responses between PT and NEB were not significantly different ($p > 0.05$; Figure 1). The experimental sessions with BFR promoted significant increases of GH and Lactate (Figure 1), but not of IGF-1 (PT, pre / post 10' [$p = 0,999$; ES = 0,13] and pre / post 15' [$p = 0.999$, ES = 0.14]; NEB, pre / post 10' [$p = 0,999$; ES = 0,008], and pre / post 15' [$p = 0.999$; ES = 0.02]).

“INSERT FIGURE 1”

RPE presented no significant difference ($p = 0.102$) between the PT (8.5 ± 1.8 scores) and the NEB (8.0 ± 0.8 scores). The pain perception also did not present a significant difference ($p = 0.705$) between the PT (8.5 ± 1.0 scores) and the NEB (9.0 ± 1.0 scores), but both RPE and pain perception presented high values after the experimental sessions.

Discussion

To date, this is the first study to equalize the pressure exerted by NEB based on the perceived pain of the PT pressure and to compare the metabolic, hormonal and perceptive responses in a RT session with BFR at 20% of 1RM, between these

two instruments. Also, the training protocols with the PT and NEB were the same, with no difference in volume between each experimental session.

Our main findings were: (a) there was no significant difference in lactate behavior when comparing the two protocols, there was a significant increase in pre and post-training in the two experimental sessions; (b) there was no significant difference in GH behavior when compared to the two protocols, but there is a significant increase in the pre for 10 and 15 minutes in both experimental sessions; (c) there was no significant difference in the IGF-1 behavior when compared to the two protocols and there was also no significant difference in pre for 10 and 15 minutes in both experimental sessions; (d) there was no significant difference in the RPE and in the pain perception when compared to the two protocols, although high values were presented.

The lactate behavior was the same in the use of PT and NEB. The blood lactate concentration showed significantly higher values in post workout. These findings are corroborated by other studies of RT with BFR (Neto et al., 2017; Takarada et al., 2000). Metabolic accumulations throughout the training session with BFR may contribute to increased recruitment of fast-twitch motor units or upper threshold (Pearson & Hussain, 2015; Schoenfeld, 2013). The intramuscular acidic environment has been shown to stimulate sympathetic nerve activity through chemoreceptive reflex mediated by intramuscular metaboreceptors and afferent fibers of group III and IV (Loenneke et al., 2012b; Pearson et al., 1990), this is one of the possible potential mechanisms for muscle hypertrophy in RT with BFR (Pearson & Hussain, 2015). The same pathway of chemoreception has been shown to play an important role in the regulation of pituitary GH secretion (Gosselink et al., 1998). Similar mechanisms may have been present in RT with BFR during our study, since changes in GH concentrations were elevated, such as lactate concentrations.

In our study, we could verify that the behavior of the GH was the same using both PT and NEB. We also observed a significant GH increase between the pre, 10, and 15 minutes in both experimental sessions. Several studies have corroborated these findings. In the study by Takarada et al. (2000), BFR training elevated GH baseline levels about 290 times, suggesting that low-load RT combined with BFR stimulates GH secretion without considerable tissue damage.

Studies such as Pierce et al. (2006) and Sato, Yoshitomi and Abe (2005), have demonstrated that plasma concentrations of GH may be higher with the RT

associated with BFR, but the intensity used in exercise is lower than RT aiming the hypertrophy, 75% 1 RM (Schoenfeld et al., 2016). Pierce et al. (2006) observed high GH plasma concentrations, approximately nine times the baseline value, in RT with BFR when combined with low-load (20% 1 MR). Sato, Yoshitomi and Abe (2005) also found significant increases immediately after and 15 minutes after exercise for lactate, and immediately after, 15 and 60 minutes after exercise for GH in arms and legs exercise. Secretion of GH can be stimulated by the low pH environment, induced by the metabolic accumulations resulting from the exercises with BFR. Thus, GH may have a possible interactive effect on muscle protein synthesis. However, there is a continuing debate about the direct hypertrophic actions of GH for the overall synthesis of muscle protein.

We noticed that the behavior of IGF-1 was the same using PT and NEB. We also verified that there was no significant increase in IGF-1 between pre, 10, and 15 minutes in both experimental sessions. The IGF-1 is known to have mitogenic and anabolic effects on skeletal muscle (Haddad & Adams, 2004). This hormone represents a growth factor that can be produced locally within peripheral muscle tissue, as well as systemically by the liver in response to GH (Loenneke et al., 2012a; Schoenfeld, 2013). Kawada and Ishii (2005) found no significant increases in IGF-1 for RT with BFR. However, Takano et al. (2005) found increases in IGF-1 activity in response to RT with low-load BFR. These divergences may have occurred due to differences in intensity levels or frequency of training program between studies. Hwang and Willoughby (2017) affirms that there are many conflicting findings behind the low-load BFR training protocols, inducing conflicting effect levels of IGF-1 after exercise (Abe et al., 2005; Kawada & Ishii, 2005).

Regarding the RPE and the pain perception, we verified that there was no significant difference in their values when comparing the use of PT and NEB in the experimental sessions, despite the high values of both RPE and pain perception after RT. The high values of blood lactate found by us may have contributed to a greater evaluation of RPE, since the more acid medium may contribute to a greater response of RPE (Manini & Clark, 2009). Our results are corroborated with those of Vieira et al. (2015), who in their study compared high-load RT to low-load RT with BFR. The results indicated a RPE value, in the low-load RT with the BFR, similar to that found in our study.

The study of Wernbom, Augustsson and Thomeé (2006) have verified the

resistance during the dynamic extension of the knee in different loads with and without the BFR. High values were found in pain perception, close to that found in our study. Worth to emphasize that in the studies mentioned above were used exercises for lower limbs, while in our study, we performed a training session for upper limbs, which contains the execution of five exercises. It seems that regardless of the segment and the exercise used, the pain perception is high when performing a RT work with BFR.

In order to give practicality to the BFR method, some studies have used a perceptive pressure of 7 (moderate), on a scale of 0 to 10, in the use of the restriction band (Luesbers et al., 2014; Wilson et al. 2013). The application of this perception model in restriction bands can function as a more financially accessible alternative and a possibility to practical application in populations trained in strength. It is important to point out that the studies cited above involved the use of thigh muscles, differently from our research. In our study, the pain scale was used as a control parameter between the two restriction instruments. At rest, we found a mean value in the pressure equalization between the two instruments of 5.38 and 5.31 (right and left arm, respectively). The experimental session was classified with 8.5 (PT) and 9.0 (NEB), with no significant difference, values expressed as median.

Different from the studies cited above, we equalize the pressure and the contact area between the PT and the NEB (5 cm), both made from non-elastic materials, guaranteeing an equalization between the absolute pressure in the two instruments. Our data confirm a good comparison between the pressure established in the two instruments used to restrict blood flow in the execution of RT. It is important to emphasize that the exercises, their order of execution, time of rest pause as well as the workload were the same in the two experimental sessions.

As a limitation of this study, it is important to note that we did not measure the stretching properties of the PT, although it is marketed as a non-elastic material. Previous studies have described these properties using an elastic tourniquet (ABE et al., 2019). However, the 150 mmHg pressure used in the current study is not sufficient to induce deformation of the cuff material due to the large thickness of the cuff. We also point out that the equalization between the two instruments used to perform the BFR was held in recreationally trained people and was used for RT in exercises for upper limbs.

The two forms of BFR applications (PT and NEB) can be used to perform RT

on metabolic, hormonal, and perceptive responses. Also, because the NEB represents a low-cost and highly practical instrument, it can be used in RT with low-load BFR in gyms, sports training centers, clinics and other intervention places under the supervision of the Physical Education professional.

Declaration of interest statement

No potential conflict of interest was reported by the authors.

References

- Abe, T., Yasuda, T., Midorikawa, T., Sato, Y., Kearns, C., Inoue, K., Koizumi, K., & Ishii, N. (2005). Skeletal muscle size and circulating IGF-1 are increased after two weeks of twice daily “KAATSU” resistance training. *International Journal of KAATSU Training Research*, 1(1), 6–12.
- Abe, T., Loenneke, J., Fahs, C., Rossow, L., Thiebaud, R., & Bembien, M. (2012). Exercise intensity and muscle hypertrophy in blood flow-restricted limbs and non-restricted muscles: a brief review. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 32(4), 247–252, doi: 10.1111/j.1475-097X.2012.01126.x.
- Abe, T., Mouser, J., Dankel, S., Bell, Z., Buckner, S., Mattocks, K., ... Loenneke, J. (2019). A method to standardize the blood flow restriction pressure by an elastic cuff. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 29(3), 329–335, doi: 10.1111/sms.13340.
- Baechle, T., & Earle, R. (2008) *National Strength & Conditioning association (U.S.): Essentials of strength training and conditioning*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Brandner, C., Kidgell, D. & Warmington, S. (2015). Unilateral bicep curl hemodynamics: Low-pressure continuous vs high-pressure intermittent blood flow restriction. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 25 (6), 770–777.
- Dankel, S., Buckner, S., Counts, B., Jessee, M., Mouser, J., Mattocks, K., ... Loenneke, J. (2017). The acute muscular response to two distinct blood flow restriction protocols. *Physiology International*, 104(1), 64–76, doi: 10.1556/2060.104.2017.1.1.
- Fahs, C., Loenneke, J., Thiebaud, R., Rossow, L., Kim, D., Abe, T., ... Bembien,

- M.(2015). Muscular adaptations to fatiguing exercise with and without blood flow restriction. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 35 (3), 167–176, doi: 10.1111/cpf.12141.
- Ferreira-Valente, M., Pais-Ribeiro, J. & Jensen, M. (2011). Validity of four pain intensity rating scales. *Pain*, 152 (10), 2399–2404, doi: 10.1016/j.pain.2011.07.005.
- Gosselink, K., Grindeland, R., Roy, R., Zhong, H., Bigbee, A, ... Edgerton, V. (1998). Skeletal muscle afferent regulation of bioassayable growth hormone in the rat pituitary. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 84(4), 1425–1430.
- Haddad, F., & Adams, G. R. (2004). Inhibition of MAP/ERK kinase prevents IGF-I-induced hypertrophy in rat muscles. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 96 (1), 203–210.
- Hwang, P. & Willoughby, D. S. (2017). Mechanisms Behind Blood Flow Restricted Training and its Effect Towards Muscle Growth. *Journal of Strength and Conditioning Research*, doi: 10.1519/JSC.0000000000002384. (Epub ahead of print).
- Jackson, A. S. & Pollock, M. L.(1978). Generalized equations for predicting body density of men. *The British Journal of Nutrition*, 40 (3), 497–504.
- Kawada, S. & Ishii, N. (2005). Skeletal muscle hypertrophy after chronic restriction of venous blood flow in rats. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(7), 1144–1150.
- Laurentino, G. C., Loenneke, J.P., Teixeira, E.L., Nakajima, E., Iared, W., & Tricoli V. (2016). The Effect of Cuff Width on Muscle Adaptations after Blood Flow Restriction Training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(5), 920–925, doi:10.1249/MSS.0000000000000833.
- Lixandrão, M. E., Ugrinowitsch, C., Berton, R., Vechin, F.C., Conceição, M.S., Damas, F., ... Roschel, H. (2018). 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 (Auckland, N.Z.)*, 48, (2), 361–378, doi: 10.1007/s40279-017-0795-y.
- Loenneke, J.P., Abe, T., Wilson, J.M., Ugrinowitsch, C., & Bemben, M.G. (2012a). Blood flow restriction: how does it work? *Frontiers in Physiology*, 3, 392, doi: 10.3389/fphys.2012.00392.

- Loenneke, J. P., Fahs, C.A., Rossow, L.M., Abe, T., & Bemben, M.G. (2012b). The anabolic benefits of venous blood flow restriction training may be induced by muscle cell swelling. *Medical Hypotheses*, *78* (1), 151–154. doi: 10.1016/j.mehy.2011.10.014.
- Loenneke, J.P., Wilson, J.M., Marín, P.J., Zourdos, M.C., & Bemben, M.G. (2012c). 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.P., Loprinzi, P.D., Abe, T., Thiebaud, R.S., Allen, K.M., Grant Mouser J., & Bemben, M.G. (2016a). Arm circumference influences blood pressure even when applying the correct cuff size: Is a further correction needed? *International Journal of Cardiology*, *202*, 743–744, doi: 10.1016/j.ijcard.2015.10.009.
- Loenneke, J.P., Kim, D., Mouser, J.G., Allen, K.M., Thiebaud, R.S., Abe, T., & Bemben, M.G. (2016). Are there perceptual differences to varying levels of blood flow restriction? *Physiology & Behavior*, *157*, 277–280, doi: 10.1016/j.physbeh.2016.02.022.
- Luebbbers, P.E., Fry, A.C., Kriley, L.M., & Butler, M.S. (2014). The effects of a 7-week practical blood flow restriction program on well-trained collegiate athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *28* (8), 2270–2280, doi: 10.1519/JSC.0000000000000385.
- Manini, T. M. & Clak, B. B. (2009). Blood flow restricted exercise and skeletal muscle health. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, *37*(2), 78–85, doi: 10.1097/JES.0b013e31819c2e5c.
- Marocolo, M., Marocolo, I.C., da Mota, G.R., Simão, R., Maior, A. S., & Coriolano, H.J. (2016). Beneficial Effects of Ischemic Preconditioning in Resistance Exercise Fade Over Time. *International Journal of Sports Medicine*, *37* (10), 819–824, doi: 10.1055/s-0042-109066.
- Neto G.R., Novaes, J.S., Salerno, V.P., Gonçalves, M.M., Piazero, B.K.L., Rodrigues-Rodrigues, T., & Cirilo-Sousa, M.S. (2017). Acute Effects of Resistance Exercise With Continuous and Intermittent Blood Flow Restriction on Hemodynamic Measurements and Perceived Exertion. *Perceptual and Motor Skills*, *124* (1), 277–292, doi: 10.1177/0031512516677900.
- Neto, G.R., Novaes, J.S., Salerno, V.P., Gonçalves, M.M., Batista, G.R., Cirilo-Sousa, M.S. (2018). Does a resistance exercise session with continuous or intermittent blood flow restriction promote muscle damage and increase oxidative stress?

- Journal of Sports Sciences*, 36 (1), 104–110, doi: 10.1080/02640414.2017.1283430.
- Patterson, S. D., Hughes, L., Warmington, S., Burr, J., Scott, B.R., Owens, J., ... Loenneke, J. (2019). BLOOD FLOW RESTRICTION EXERCISE POSITION STAND: Considerations of Methodology, Application and Safety. *Frontiers in Physiology*, 10, 533, doi: 10.3389/fphys.2019.00533.
- Pearson, S. J. & HUSSAIN, S. R. (2015). A review on the mechanisms of blood-flow restriction resistance training-induced muscle hypertrophy. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 45 (2), 187–200, doi: 10.1007/s40279-014-0264-9.
- Pierce, J.R., Clark, B.C., Ploutz-Snyder, L.L., & Kanaley, J.A. (2006). Growth hormone and muscle function responses to skeletal muscle ischemia. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 101 (6), 1588–1595.
- Rhea, M. R. (2004). Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18 (4), 918–920.
- Robertson, R.J., Goss, F.L., Rutkowski, J., Lenz, B., Dixon, C., Timmer, J., ... Andreacci, J. (2003). Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35 (2), 333–341.
- Sato, Y. (2005). The history and future of KAATSU Training. *International Journal of KAATSU Training Research*, 1 (1), 1–5.
- SATO, Y.; YOSHITOMI, A.; ABE, T. Acute growth hormone response to low-intensity KAATSU resistance exercise: Comparison between arm and leg. *International Journal of KAATSU Training Research*, 1(2), 45–50.
- Schoenfeld, B. J. (2013). Potential mechanisms for a role of metabolic stress in hypertrophic adaptations to resistance training. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 43, (3), 179–194, doi: 10.1007/s40279-013-0017-1.
- Schoenfeld, B.J., Wilson, J.M., Lowery, R.P., & Krieger, J.W. (2016). Muscular adaptations in low- versus high-load resistance training: A meta-analysis. *European Journal of Sport Science*, 16 (1), 1–10, doi: 10.1080/17461391.2014.989922.
- Takano, H., Morita, T., Iida, H., Asada, K., Kato, M., Uno, K., ... Nakajima, T. (2005). Hemodynamic and hormonal responses to a short-term low-intensity resistance exercise with the reduction of muscle blood flow. *European Journal of Applied*

Physiology, 95 (1), 65–73.

- Takarada, Y., Nakamura, Y., Aruga, S., Onda, T., Miyazaki, S., & Ishii, N. (2010). Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 88 (1), 61–65.
- Vieira, A., Gadelha, A.B., Ferreira-Junior, J.B., Vieira, C.A., Soares, Ede. M., Cadore E.L., ... Bottaro, M. (2015). Session rating of perceived exertion following resistance exercise with blood flow restriction. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 35 (5), 323–327, doi: 10.1111/cpf.12128.
- Wernbom, M., Augustsson, J., & Thomeé, R. (2006). Effects of vascular occlusion on muscular endurance in dynamic knee extension exercise at different submaximal loads. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20 (2), 372–377.
- Wilson, J.M., Lowery, R.P., Joy, J.M., Loenneke, J.P., & Naimo, M.A. (2013). Practical blood flow restriction training increases acute determinants of hypertrophy without increasing indices of muscle damage. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27 (11), 3068–3075, doi: 10.1519/JSC.0b013e31828a1.
- Yamaka, T., Farley, R. S. & Caputo, J. L. (2012). Occlusion training increases muscular strength in division IA football players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26 (9), 2523–2529, doi: 10.1519/JSC.0b013e31823f2b0e.

Table 1. Equalization of the BFR pressure between the PT and the NEB.

RA Circ (cm)	LA Circ (cm)	RA %Red. (cm)	LA %Red. (cm)	RA PT Pain	LA PT Pain	RA NEB Pain	LA NEB Pain
34.5±3. 34	34.41±3. 36	7.46±1.44	7.44±1.5 6	5.38±1. 15	5.31±1. 14	5.38±1. 15	5.11±1. 14

Note: Values expressed as mean \pm standard deviation; RA Circ: right arm circumference; LA Circ = left arm circumference; RA %Red.: right arm percentage of reduction; LA %Red.: left arm percentage of reduction; RA PT Pain: right arm with pneumatic tourniquet, pain; LA PT Pain: left arm with pneumatic tourniquet, pain; RA NEB Pain: right arm with non-elastic band, pain; LA NEB Pain: left arm with non-elastic band, pain;

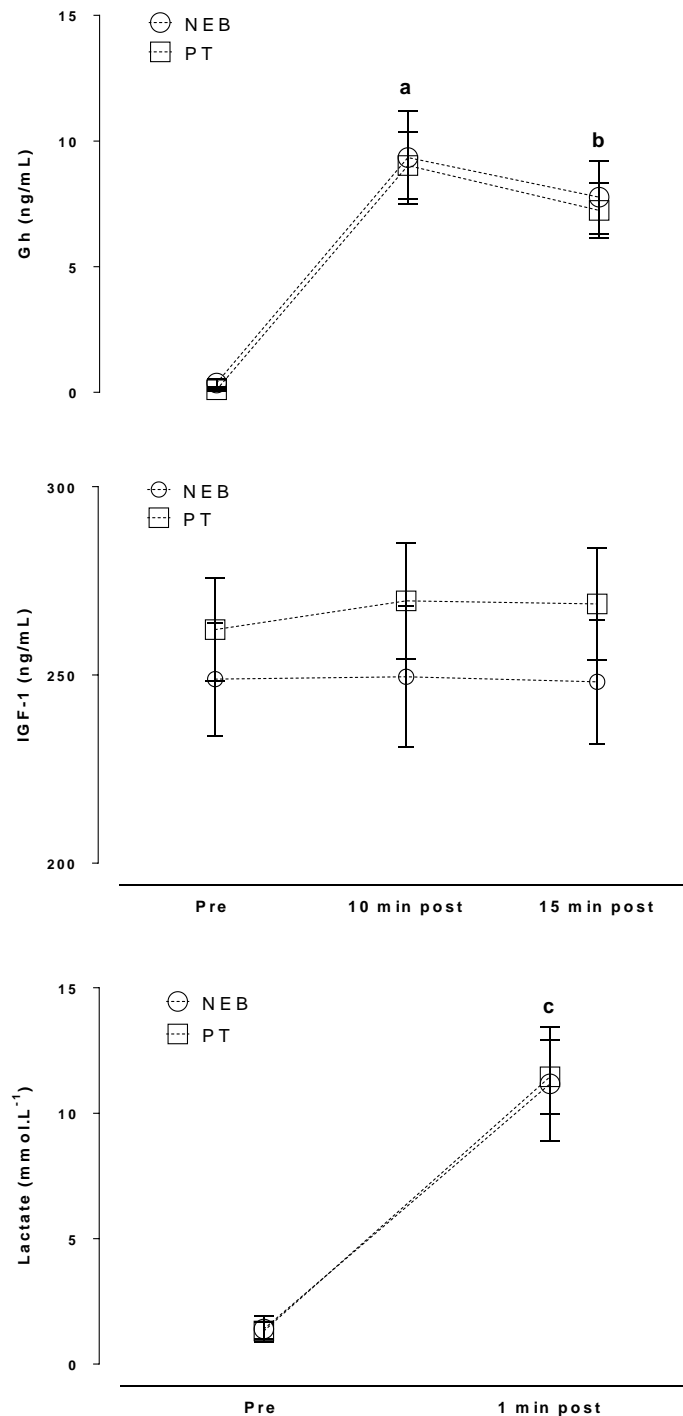
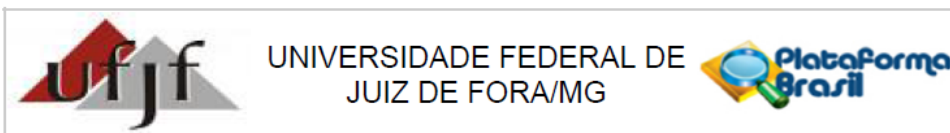


Figure 1. Growth hormone (GH) level (A) and peptide hormone IGF-1 (B) at the pre-time, 10 min and 15 min post, and blood lactate level (C) at the pre and 1 min post-session of resistance training using tourniquet or band. ES = Effect size. a: vs pre (PT, $p < 0.001$, ES = 3.2; band, $p < 0.001$, ES = 2.2); b: vs pre (PT, $p = 0.0016$, ES = 3.03; NEB, $p = 0.0035$, ES = 2.22); c: vs pre (PT, $p < 0.001$, ES = 11.0; range, $p < 0.001$, ES = 7.0).

ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Custo Energético e Respostas Autonômicas Cardíacas ao Exercício Resistido com Restrição de Fluxo Sanguíneo

Pesquisador: Élder Dutra de Sousa

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 47878115.7.0000.5147

Instituição Proponente: Faculdade de Educação Física

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.455.444

Apresentação do Projeto:

Apresentação do projeto esta clara e detalhada de forma objetiva. Descreve as bases científicas que justificam o estudo.

Objetivo da Pesquisa:

Apresenta clareza e compatibilidade com a proposta de estudo.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Identificação dos riscos e as possibilidades de desconfortos e benefícios esperados, estão adequadamente descritos.

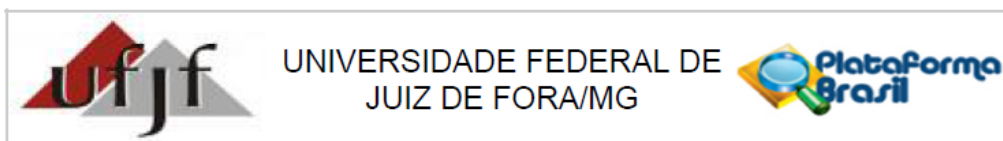
Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto está bem estruturado, delineado e fundamentado, sustenta os objetivos do estudo em sua metodologia de forma clara e objetiva, e se apresenta em consonância com os princípios éticos norteadores da ética na pesquisa científica envolvendo seres humanos elencados na resolução 466/12 do CNS e com a Norma Operacional Nº 001/2013 CNS.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O projeto está em configuração adequada e há apresentação de declaração de infraestrutura e de concordância com a realização da pesquisa, assinada pelo responsável da instituição onde será realizada a pesquisa. Apresentou de forma adequada o termo de Consentimento Livre e

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
 Bairro: SAO PEDRO CEP: 36.036-900
 UF: MG Município: JUIZ DE FORA
 Telefone: (32)2102-3788 Fax: (32)1102-3788 E-mail: cep.propesq@ufjf.edu.br



Continuação do Parecer: 1.455.444

Situação do Parecer:

Aprovado

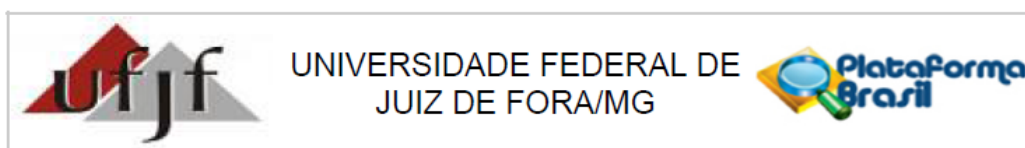
Necessita Apreciação da CONEP:

Não

JUIZ DE FORA, 17 de Março de 2016

Assinado por:

Lainer Augusta da Cunha Serrano
(Coordenador)



Continuação do Parecer: 1.455.444

Esclarecido. O Pesquisador apresenta titulação e experiência compatível com o projeto de pesquisa.

Recomendações:

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto, o projeto está aprovado, pois está de acordo com os princípios éticos norteadores da ética em pesquisa estabelecido na Res. 466/12 CNS e com a Norma Operacional Nº 001/2013 CNS. Data prevista para o término da pesquisa: Julho de 2016.

Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa CEP/UFJF, de acordo com as atribuições definidas na Res. CNS 466/12 e com a Norma Operacional Nº001/2013 CNS, manifesta-se pela APROVAÇÃO do protocolo de pesquisa proposto. Vale lembrar ao pesquisador responsável pelo projeto, o compromisso de envio ao CEP de relatórios parciais e/ou total de sua pesquisa informando o andamento da mesma, comunicando também eventos adversos e eventuais modificações no protocolo.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_499674.pdf	01/03/2016 16:54:50		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	01/03/2016 16:41:18	Élder Dutra de Sousa	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	16/12/2015 10:58:24	Élder Dutra de Sousa	Aceito
Outros	Declaração de infraestrutura pdf.pdf	27/07/2015 09:52:16		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto Detalhado - modelo UFJF.doc	27/07/2015 09:36:27		Aceito
Outros	Termo de Sigilo pdf.pdf	29/06/2015 11:08:15		Aceito
Outros	QIAF.pdf	29/06/2015 11:07:53		Aceito
Outros	parq.pdf	15/06/2015 10:37:19		Aceito

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
 Bairro: SAO PEDRO CEP: 36.036-900
 UF: MG Município: JUIZ DE FORA
 Telefone: (32)2102-3788 Fax: (32)1102-3788 E-mail: cep.propesq@ufjf.edu.br

ANEXO B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS - CEP/UFJF

36036-900 JUIZ DE FORA - MG - BRASIL

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O Sr. (a) está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa “DISPÊNDIO ENERGÉTICO, RESPOSTAS AUTONÔMICA CARDÍACA E HORMONAIS AO EXERCÍCIO RESISTIDO COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO”. Neste estudo pretendemos analisar o custo energético e as respostas autonômicas cardíacas em diferentes protocolos de exercício resistido, incluindo o método de restrição sanguínea. O motivo que nos leva a estudar esse método, é o relato de inúmeros benefícios do acréscimo do mesmo ao exercício resistido e também, ao exercício aeróbio. Entre esses benefícios, tem-se o aumento do condicionamento físico e do gasto calórico no exercício aeróbio, contudo, no exercício resistido, continuam incertas essas respostas.

Para esta pesquisa adotaremos os seguintes procedimentos: O protocolo experimental ocorrerá em seis dias não consecutivos de forma randomizada, no período da manhã, com intervalo mínimo de 72h entre sessões e no máximo 96h. Antes de qualquer procedimento, os indivíduos serão orientados a não realizarem exercício físico ou ingerirem bebidas alcoólicas e/ou cafeinadas nas 24h que antecederem o exercício.

Os voluntários responderão a um questionário investigativo sobre fatores de risco e prontidão para exercício físico (PAR-Q), o nível de atividade física será avaliado por meio do questionário internacional do nível de atividade física (QIAF) (Baecke et al., 1982) e realizarão medidas antropométricas (massa corporal total, estatura e percentual de gordura). Posteriormente serão submetidos ao teste de 1 Repetição Máxima (1RM) no exercício de Meio Agachamento Barra Livre (MAB).

Após 72 horas do teste de 1RM, os voluntários farão novamente o mesmo para verificar se houve adaptações fisiológicas significativas que comprometam a confiabilidade dos dados.

Os riscos envolvidos na pesquisa consistem em possível dormência do membro ocluído, dor muscular tardia e ademais riscos inerentes ao exercício físico. Entretanto, para minimizar estes riscos, utilizaremos pressão de oclusão abaixo da pressão de oclusão total (pressão de 80% da oclusão total), para que ocorra uma passagem parcial do fluxo sanguíneo, além de selecionar indivíduos com alto nível de treinamento no exercício MAB para que respostas negativas advindas desse exercício sejam mínimas. Em suma, os riscos envolvidos nessas coletas são mínimos, isto é, os mesmos riscos existentes em atividades rotineiras como conversar, tomar banho, ler, etc. Apesar disso, você tem assegurado o direito a ressarcimento ou indenização no caso de quaisquer danos eventualmente produzidos pela pesquisa.

A pesquisa contribuirá para adequada prescrição do treinamento de força, utilizando um novo método de treinamento, propiciando a realização do exercício de forma eficiente e segura para determinadas populações.

Para participar deste estudo o Sr (a) não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, o Sr.(a) tem assegurado o direito a indenização. O Sr. (a) terá o esclarecimento sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar.

Poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que o Sr. (a) é atendido (a) pelo pesquisador, que tratará a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão.

O (A) Sr (a) não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, no **Laboratório de Avaliação Motora (LAM)/UFJF** e a outra será fornecida ao Sr. (a). Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Eu, _____, portador do documento de Identidade _____ fui informado (a) dos objetivos da pesquisa “DISPÊNDIO ENERGÉTICO, RESPOSTAS AUTONÔMICA CARDÍACA E HORMONAIAS AO EXERCÍCIO RESISTIDO SOBRE RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO” de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar.

Declaro que concordo em participar. Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, _____ de _____ de 2015 .

Nome	Assinatura participante	Data
------	-------------------------	------

Nome	Assinatura pesquisador	Data
------	------------------------	------

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humano-UFJF

Campus Universitário da UFJF

Pró-Reitoria de Pesquisa

CEP: 36036-900

Fone: (32) 2102- 3788 / E-mail: cep.propesq@ufjf.edu.br

Nome do Pesquisador Responsável: Élder Dutra de Sousa

Endereço: Av. Barão do Rio Branco, 1509/402

CEP: 36035-000 / Juiz de Fora – MG

Fone: (32) 88218739

E-mail: elderdutra@hotmail.com

ANEXO C - ANAMNESE

Nome _____ N.º _____

Data de nascimento _____

Peso: _____ Altura: _____ % Gordura corporal: _____

1) Houve alterações de peso corporal significativas nos últimos 6 meses?Sim Não **2) Se houve de quanto? _____****3) Usa medicamentos usualmente? Sim Não** **4) Quais os tipos de medicamentos?**_____
_____**5) Fuma? Sim Não** **6) Realiza atividade Física? Sim Não** **7) Se respondeu afirmativamente à questão anterior, responda qual é a(s) atividade(s) física(s) praticadas, a frequência semanal que a(s) pratica e à quanto tempo pratica essa(s) atividade?**_____

Juiz de Fora, _____

Assinatura da Participante_____
Assinatura do Examinador

ANEXO D: QUESTIONÁRIO DE PRONTIDÃO PARA REALIZAR EXERCÍCIO FÍSICO - (PAR-Q) QUESTIONÁRIO

1. Algum médico já disse que você tem problemas de coração e que só deveria fazer atividades físicas com orientação médica?	[] sim	[] não
2. Você sente dores no peito quando pratica atividade física?	[] sim	[] não
3. No último mês, você teve dores no peito sem que estivesse fazendo atividade física?	[] sim	[] não
4. Você perde o equilíbrio quando sente tonturas ou alguma vez perdeu os sentidos (desmaiou)?	[] sim	[] não
5. Você tem algum problema nas articulações ou nos ossos que poderia piorar se praticar mais atividades físicas?	[] sim	[] não
6. Você toma algum remédio para pressão alta ou problemas cardíacos?	[] sim	[] não
7. Existe qualquer razão pela qual você deveria evitar atividades físicas?	[] sim	[] não

QUESTÕES 1; 3; 6 **SIM** = PRONTIDÃO COMPROMETIDA;

QUESTÕES 2; 4; 5 E 7 **SIM** = PRONTIDÃO LIMITADA;

QUESTÕES DE 1 A 7 **NÃO** = PRONTIDÃO PARA O EXERCÍCIO IMEDIATA

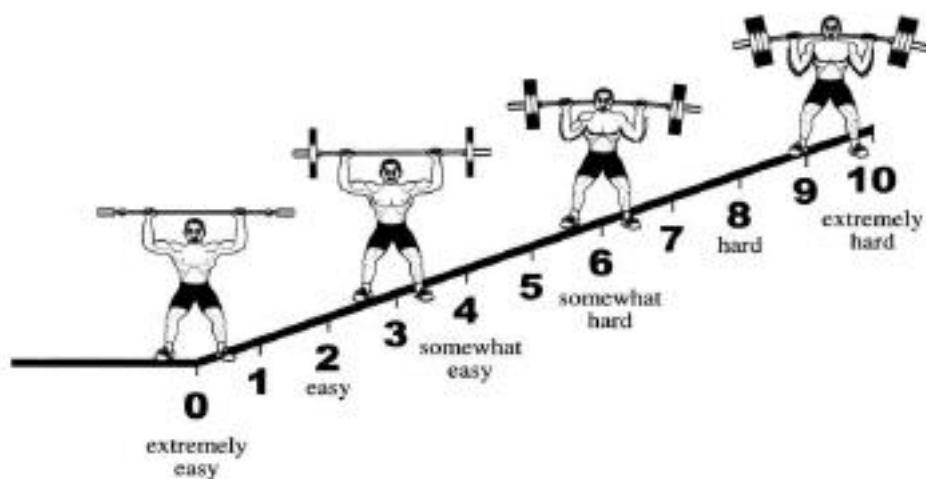
ANEXO E: PERCEÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO (PSE) OMNI-RES

Avalia, segundo a escala OMNI-RES, o esforço exercido durante toda a sessão que acabaste de concluir, em relação:

a) Aos músculos em utilização _____

b) Ao teu corpo em geral _____

ESCALA OMNI-RES



ANEXO F: ESCALA ANALÓGICA VISUAL