

Universidade Federal do Maranhão
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde
Doutorado

**ADAPTAÇÃO DE UM PROTOCOLO DE TREINAMENTO
DE FORÇA COM RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO
TRADICIONAL PARA UM PROTOCOLO MODIFICADO:
RESPOSTAS AGUDAS SOBRE O DESEMPENHO
MUSCULAR, REDUÇÃO DO DESCONFORTO E DA
FADIGA**

KASSIANA DE ARAUJO PESSÔA MATTE

São Luís

2023

KASSIANA DE ARAUJO PESSÔA MATTE

**ADAPTAÇÃO DE UM PROTOCOLO DE TREINAMENTO
DE FORÇA COM RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO
TRADICIONAL PARA UM PROTOCOLO MODIFICADO:
RESPOSTAS AGUDAS SOBRE O DESEMPENHO
MUSCULAR, REDUÇÃO DO DESCONFORTO E DA
FADIGA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal do Maranhão, como requisito para a obtenção do título de Doutorado em Ciências da Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Nelo Eidy Zanchi

Coorientador: Prof. Dr. Fabricio Eduardo Rossi

São Luís

2023

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

DE ARAUJO PESSÔA MATTE, KASSIANA.

ADAPTAÇÃO DE UM PROTOCOLO DE TREINAMENTO DE FORÇA COM RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO TRADICIONAL PARA UM PROTOCOLO MODIFICADO: RESPOSTAS AGUDAS SOBRE O DESEMPENHO MUSCULAR, REDUÇÃO DO DESCONFORTO E DA FADIGA / KASSIANA DE ARAUJO PESSÔA MATTE. - 2023.

87 p.

Orientador(a): NELO EIDY ZANCHI.

Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde/ccbs, Universidade Federal do Maranhão, SÃO LUÍS - MA, 2023.

1. Afetividade. 2. Desconforto. 3. Fadiga Muscular. 4. Restrição do Fluxo Sanguíneo. 5. Treinamento de Força. I. EIDY ZANCHI, NELO. II. Título.

KASSIANA DE ARAUJO PESSÔA MATTE

**ADAPTAÇÃO DE UM PROTOCOLO DE TREINAMENTO
DE FORÇA COM RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO
TRADICIONAL PARA UM PROTOCOLO MODIFICADO:
RESPOSTAS AGUDAS SOBRE O DESEMPENHO
MUSCULAR, REDUÇÃO DO DESCONFORTO E DA
FADIGA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal do Maranhão, como requisito para a obtenção do título de Doutorado em Ciências da Saúde.

Aprovada em: 23 / 08 / 2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Nelo Eidy Zanchi (Orientador)
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Paulo Vítor Soeiro Pereira
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Flávio de Oliveira Pires
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Mário Alves de Siqueira Filho
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Hércio Kanegusuku
Pesquisador Visitante do Hospital Israelita Albert Einstein

Dedico

Gostaria de dedicar esse lindo trabalho a minha família, em especial, aos meus pais. Obrigada por tudo, mãe e pai!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela oportunidade e a benção de poder estar aqui. Por Ele não me deixar desistir e seguir até o fim. Agradeço ao meu orientador Professor Dr. Nelo Eidy Zanchi, pelas aprendizagens, ensinamentos, pela confiança depositada em mim ao longo desses últimos anos de trabalho e parceria. Ao meu co-orientador, Fabrício Eduardo Rossi, pelo apoio, dedicação na construção e realização desta pesquisa.

A minha querida família, pelo cuidado, apoio e por sempre me motivar a buscar o meu melhor em tudo. A minha querida e inigualável irmã Tânia Regina Ribeiro, pelos conselhos, orações e por sempre me apoiar em todas as decisões da minha vida. Aos meus queridos e eternos amigos: Luciana Castro, Rayssa Sousa, Fernanda Lima, Camila Pena e Margarida Freitas, pela amizade, parceria e apoio durante toda essa jornada. Em especial, a minha querida esposa e companheira Juliana Matte Pessôa, que nunca mediu esforços para me ajudar, apoiar e por sempre segurar a minha mão nos momentos mais difíceis da minha vida. Sem ela, eu jamais teria conseguido.

Aos amigos do laboratório: Cristiane Silva, Cézar Augusto, Cézar Pinheiro, Isadora Laranjeira, João Paulo Pereira, Rafael Portela, Monyka Jansen, Débora Mendes, Eduardo Moscoso, Joyce Honorato, Gabriel Batalha, Paulo Victor Queiroz, Kaylon Costa e voluntários da pesquisa, que sem dúvida, foram as peças-chaves para a realização desse estudo.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal do Maranhão, pela grande oportunidade, aprendizagens, por se dedicarem, incentivarem a pesquisa e a ciência. A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio e incentivo na realização desta pesquisa. Agradeço a todos os meus professores da Pós-Graduação, a minha turma de doutorado pela união e parceria em todas as disciplinas concretizadas. Por fim, agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente na realização deste estudo, ao qual me dediquei ao máximo, a fim de concluir da melhor forma possível essa grande etapa da minha vida.

RESUMO

Introdução: O treinamento de força tradicional (TRAD), com intensidades de 70-85% de uma repetição máxima (1RM), era considerado o método padrão na indução de hipertrofia muscular. Entretanto, a partir do estudo de Takarada et al., (2000), demonstraram que o treinamento com baixa intensidade (40% de 1RM), usando manguitos pressurizados (Blood Flow Restriction - BFR), aumenta o estresse metabólico e a ativação muscular em níveis comparáveis ao TRAD. Apesar dos benefícios e da efetividade do método de treinamento BFR serem cientificamente comprovados, muitos indivíduos têm classificado esse modelo de treinamento como desconfortável, devido a alta produção de metabólitos musculares. Dessa forma, suas respostas de percepção ao esforço e desconforto, costumam ser comparáveis às de alta intensidade. A proposta da modificação de um protocolo BFR tradicional (BFR-Trad) em uma versão modificada (BFR-Clinical_c/cadenciado e ou BFR-Clinical_a/autorregulado), que mantenha a ativação muscular e reduza o desconforto, pode ser uma alternativa interessante na redução dessas respostas. **Objetivo:** Comparar intervenções de treinamento com restrição do fluxo sanguíneo nas respostas agudas ao exercício. **Materiais e Métodos:** Participaram 22 voluntários saudáveis do sexo feminino e masculino, destreinados, entre 18 e 30 anos de idade. Os voluntários realizaram 4 sessões de exercício de extensão de joelho unilateralmente (cadeira extensora), distribuídos aleatoriamente nos protocolos de exercício BFR-Trad x BFR-Clinical_c x BFR-Clinical_a. Foram avaliados quanto a antropometria, composição corporal, avaliação de escalas perceptuais, pressão arterial, frequência cardíaca e pressão de restrição. Além disso, foram submetidos ao teste de uma repetição máxima, velocidade muscular, lactacidemia e glicemia. **Resultados:** Foi demonstrado aumentos pressóricos arteriais significantes nas três condições de exercício agudo BFR-Trad, BFR-Clinical_c e BFR-Clinical_a ($F = 2,186$, $p < 0,05$), imediatamente após exercício, com maior aumento para a condição BFR-Trad ($133,91 \pm 18,789$ mmHg), comparado aos modelos BFR-Clinical. Além disso, foram demonstrados maiores aumentos da percepção subjetiva de esforço (PSE), desconforto, dor muscular de início tardio (DMIT) e lactacidemia na condição BFR-Trad, comparada as condições BFR-Clinical ($p < 0,05$). A velocidade muscular revelou maiores aumentos para a condição BFR-Clinical_a ($0,4968 \pm 0,06129$ m/s) ($p < 0,001$), bem como, maior afetividade a condição de exercício comparada com as condições BFR-Clinical_c e BFR-Trad ($p < 0,05$). Na glicemia, os modelos de exercício apresentaram menor resposta glicêmica imediatamente após exercício em relação ao basal, sem alteração em outros momentos ($F = 0,600$, $p = 0,810$). **Conclusão:** Concluímos que as condições de exercício BFR-Clinical foram capazes de ocasionar atenuações no desconforto, PSE e DMIT comparadas a condição BFR-Trad, além do BFR-Clinical_a promover maior afetividade ao exercício, o que pode aumentar sobremaneira a aderência ao treinamento BFR. Acreditamos que esse modelo seja de muita valia para indivíduos que buscam restaurar sua massa muscular dos membros inferiores, mas encontram-se fragilizados e intolerantes aos esforços de alta intensidade.

Palavras-Chave: Treinamento de Força, Restrição do Fluxo Sanguíneo, Afetividade, Desconforto, Fadiga Muscular.

ABSTRACT

Introduction: Traditional strength training (TRAD), with intensities of 70-85% of one repetition maximum (1RM), was considered the standard method for inducing muscle hypertrophy. However, from the study of Takarada et al., (2000), demonstrated that the training with low intensity (40% of 1RM), using pressurized cuffs (Blood Flow Restriction - BFR), increases the metabolic stress and the muscular activation in levels comparable to TRAD. Despite the benefits and effectiveness of the BFR training method being scientifically proven, many individuals have classified this training model as uncomfortable, due to the high production of muscle metabolites. Thus, their perceptual responses to exertion and discomfort are often comparable to high-intensity ones. The proposed modification of a traditional BFR protocol (BFR-Trad) into a modified version (BFR-Clinical_c/cadenced and/or BFR-Clinical_s/self-regulated), which maintains muscle activation and reduces discomfort, may be an interesting alternative in reducing of these answers. **Objective:** To compare training interventions with blood flow restriction in acute responses to exercise. **Materials and Methods:** 22 healthy female and male volunteers, untrained, between 18 and 30 years old, participated. The volunteers performed 4 sessions of unilateral knee extension exercise (extensor chair), randomly distributed in the BFR-Trad x BFR-Clinical_c x BFR-Clinical_s exercise protocols. They were evaluated for anthropometry, body composition, assessment of perceptual scales, blood pressure, heart rate and restriction pressure. In addition, they were submitted to the one repetition maximum test, muscle velocity, lactacidemia and glycemia. **Results:** Significant arterial pressure increases were demonstrated in the three acute exercise conditions BFR-Trad, BFR-Clinical_c and BFR-Clinical_s ($F = 2.186$, $p < 0.05$), immediately after exercise, with a greater increase for the BFR-Trad condition (133.91 ± 18.789 mmHg), compared to the BFR-Clinical models. In addition, greater increases in perceived exertion (RPE), discomfort, delayed onset muscle soreness (DOMS) and lactacidemia were demonstrated in the BFR-Trad condition compared to the BFR-Clinical conditions ($p < 0.05$). Muscle velocity revealed greater increases for the BFR-Clinical_s condition (0.4968 ± 0.06129 m/s) ($p < 0.001$), as well as greater affectivity for the exercise condition compared to the BFR-Clinical_c and BFR-Trad conditions ($p < 0.05$). Regarding glycemia, the exercise models showed a lower glycemic response immediately after exercise compared to baseline, with no change at other times ($F = 0.600$, $p = 0.810$). **Conclusion:** We conclude that the BFR-Clinical exercise conditions were able to cause attenuation in discomfort, RPE and DOMS compared to the BFR-Trad condition, in addition to the BFR-Clinical_s promoting greater affection for exercise, which can greatly increase adherence to BFR training. We believe that this model is very useful for individuals who seek to restore their lower limb muscle mass, but who are weakened and intolerant of high-intensity efforts.

Keywords: Resistance Training, Blood Flow Restriction, Affectivity, Discomfort, Muscle Fatigue.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ACSM	American College Sport Medicine
BFR	Blood Flow Restriction
TRAD	Tradicional
1 RM	Uma Repetição Máxima
POA	Pressão de Oclusão Arterial
TFT	Treinamento de Força Tradicional
AST	Área de Secção Transversa
GH	Growing Hormone (Hormônio do Crescimento)
TF	Treinamento de Força
LABFORCEH	Laboratório de Biologia Músculo Esquelética e Desempenho da Força em Seres Humanos
EROs	Espécies Reativas de Oxigênio
CS	Células Satélites
ON	Óxido Nítrico
HSPs	Heat Shock Proteins
pi	Fosfato inorgânico
k ⁺	Potássio
AMP	Monofosfato cíclico de adenosina
H ⁺	Íons de Hidrogênio
HIF-1 α	Fator-1 alfa induzível por hipóxia
IGF-1	Fator de crescimento semelhante a insulina tipo-1
mTOR	Proteína alvo da rapamicina de mamíferos
PI3K	Fosfatidilinositol 3 quinase
P70S6K	P70s6 quinase
FOXO3	Fatores de Transcrição Forkhead-3
MAFbx	Atrofia muscular Proteína F-box
Murf-1	Muscle Ring Finger Protein-1
LAC	Lactato
IRS-1	Substrato 1 do receptor de insulina
HIE	Hipoalgesia induzida pelo exercício

β	Beta
VEGF	Fator de crescimento endotelial vascular
BDNF	Fator de crescimento neurotrófico derivado do cérebro
TrkB	Tropomiosina quinase B
SNC	Sistema nervoso central
AVC	Acidente vascular cerebral
UFMA	Universidade Federal do Maranhão
TCLE	Termo de consentimento livre e esclarecido
IMC	Índice de massa corporal
kg	Quilograma
m ²	Metros quadrados
IPAQ	Questionário internacional de atividade física
PAR-Q	Questionário de prontidão para atividade física
PA	Pressão arterial
FC	Frequência cardíaca
VFC	Variabilidade de frequência cardíaca
PSE	Escala de percepção subjetiva de esforço
EVA	Escala visual analógica
DMIT	Dor muscular de início tardio
MA	Medidas antropométricas
CC	Composição corporal
PAS	Pressão arterial sistólica
PAD	Pressão arterial diastólica
mmHg	milímetros de mercúrio
CE	Cadeira extensora
reps	Repetições
min	Minutos
s	Segundos
RM	Repetições máximas
ISAK	Sociedade internacional para avaliação da cineantropometria
MHz	Mega-hertz
nº	Número
m/s	metros por segundos

cm	Centímetros
mg/dL	miligramas por decilitro
BFR-Clinical_c	Blood Flow Restriction Clinical cadenciado
BFR-Clinical_a	Blood Flow Restriction Clinical autorregulado
BFR-Trad	Blood Flow Restriction Tradicional
MCT-1	Transportador Monocarboxilato de Lactato 1
GLUT4	Transportador de glicose número 4

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Protocolo de exercício BFR-trad x BFR-Clinical_c x BFR-Clinical_a.....	42
Tabela 2. Características gerais da amostra.....	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Aplicação do manguito na região proximal do quadríceps (coxa).....	21
Figura 2.	Realização da POA com Doppler portátil na artéria tibial posterior.....	22
Figura 3.	Mecanismos envolvendo o aumento da força e massa muscular através do treinamento BFR.....	27
Figura 4.	Fluxograma do processo de seleção dos voluntários.....	35
Figura 5.	Desenho experimental.....	37
Figura 6.	Tempo das medidas e testes.....	38
Figura 7.	Esquema do protocolo de exercício com restrição do fluxo sanguíneo BFR-Trad x BFR-Clinical.....	43
Figura 8.	Pressão Arterial Sistólica (PAS).....	48
Figura 9.	Pressão Arterial Diastólica (PAD).....	49
Figura 10.	Frequência Cardíaca (FC).....	50
Figura 11.	Lactato Sanguíneo.....	51
Figura 12.	Glicemia Sanguínea.....	52
Figura 13.	Percepção Subjetiva de Esforço (PSE).....	53
Figura 14.	Desconforto Percebido.....	53
Figura 15.	Dor Muscular de Início Tardio (DMIT).....	55
Figura 16.	Afetividade Percebida.....	55
Figura 17.	Média de Velocidade.....	56

SUMÁRIO

1.	Introdução.....	17
2.	Referencial Teórico.....	20
2.1	Treinamento de Força com Restrição do Fluxo Sanguíneo- BFR.....	20
2.2	Mecanismo induzindo adaptações musculares do Treinamento de Força com Restrição do Fluxo Sanguíneo – BFR.....	24
2.3	Aspectos Clínicos do Treinamento BFR.....	28
2.4	Efeitos do Treinamento BFR e Parâmetros Hemodinâmicos....	29
2.5	Diferentes Protocolos de Treinamento BFR e Novas Perspectivas.....	31
3.	Objetivos.....	33
3.1	Objetivo geral.....	33
3.2	Objetivos específicos.....	33
4.	Materiais e métodos	33
4.1	Aspectos éticos.....	33
4.2	Amostra	34
4.3	Desenho experimental.....	35
4.4	Protocolo de medidas e testes.....	38
4.4.1	Avaliação da Pressão Arterial e Frequência Cardíaca.....	38
4.4.2	Medidas Antropométricas (MA).....	38
4.4.3	Avaliação da Composição Corporal (CC).....	38
4.4.4	Determinação da Pressão de Oclusão Arterial (POA) e Pressão de Restrição.....	39

4.4.5	Teste de Uma Repetição Máxima (1RM)	39
4.4.6	Protocolo de Treinamento com Restrição do Fluxo Sanguíneo Tradicional (BFR-Trad).....	40
4.4.7	Protocolo de Treinamento com Restrição do Fluxo Sanguíneo Modificado (BFR-Clinical).....	41
4.4.8	Avaliação da Percepção Subjetiva do Esforço (PSE).....	43
4.4.9	Avaliação do Desconforto Percebido.....	43
4.4.10	Avaliação da Dor Muscular de Início Tardio (DMIT).....	44
4.4.11	Avaliação da Afetividade Percebida.....	44
4.4.12	Avaliação da Glicemia Sanguínea.....	45
4.4.13	Avaliação do Lactato Sanguíneo (Lactacidemia).....	45
4.4.14	Determinação da Velocidade Média.....	45
5.	Análise Estatística.....	46
6.	Resultados	46
6.1	Pressão Arterial Sistólica (PAS).....	47
6.2	Pressão Arterial Diastólica (PAD).....	48
6.3	Frequência Cardíaca (FC).....	49
6.4	Lactato Sanguíneo.....	50
6.5	Glicemia Sanguínea.....	51
6.6	Percepção Subjetiva de Esforço (PSE).....	52
6.7	Desconforto Percebido.....	53
6.8	Dor Muscular de Início Tardio (DMIT).....	54
6.9	Afetividade Percebida.....	55
6.10	Média de Velocidade.....	56

7.	Discussão.....	57	
8.	Conclusão	62	
9.	Referências	62	
	APÊNDICE	73	
	APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)	73	
	APÊNDICE B – FICHA DE ANAMNESE	74	
	ANEXOS	76	
	ANEXO I – IPAQ	76	
	ANEXO II – PAR-Q	78	
	ANEXO III – ESCALA DE PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO - PSE	79	
	ANEXO IV – ESCALA DE DESCONFORTO – CR10	80	82
	ANEXO V – ESCALA VISUAL ANALÓGICA – EVA	81	
	ANEXO VI – ESCALA DE AFETIVIDADE	82	
	ANEXO VII – PARECER	83	
	ANEXO VIII – ARTIGO ORIGINAL PUBLICADO	85	
	ANEXO IX – ARTIGO ORIGINAL PUBLICADO	86	
	ANEXO X – ARTIGO ORIGINAL SUBMETIDO	87	

1. INTRODUÇÃO

O treinamento de força tem demonstrado através de diversas evidências científicas benefícios no âmbito do desempenho e da saúde em geral (WESTCOTT, 2012; STONE et al., 2002; GORDON et al., 2020; KRAEMER; RATAMESS, 2004; BELLICHA et al., 2021). Tais benefícios, relacionados a melhora do desempenho e da saúde, incluem o aumento da força, da massa muscular, da potência, bem como alterações positivas na capacidade aeróbica e anaeróbica, fortalecimento das estruturas osteoarticulares, melhora do sistema imunológico, cardiovascular, dentre outros (ACSM, 2009; GARBER et al., 2011; SCHOENFELD et al., 2017). Além disso, o treinamento de força é uma prática recomendada para as mais diversas populações, desde jovens a idosos, para indivíduos saudáveis, acometidos por doenças e limitações neuromotoras ou metabólicas (ACSM, 2009; GARBER et al., 2011; WESTCOTT et al., 2009; SCHROEDER et al., 2017).

O treinamento de força tradicional (TRAD), envolve intensidades de 70-85% da carga máxima para realização de apenas 1 repetição máxima (1 RM), sendo por muitos considerado o principal modelo de treinamento para induzir aumento da massa muscular (ACSM, 2009). Em contrapartida, estudos científicos mais recentes, incluindo o importante estudo de Takarada et al., (2000), mudaram esse paradigma e demonstraram que o treinamento de força com restrição do fluxo sanguíneo sob uso de manguitos pressurizados nas regiões proximais dos membros (*Blood Flow Restriction* – BFR) e baixa intensidade (carga de 30-40% de 1RM), é capaz de promover aumentos da força, ativação muscular, estresse metabólico e aumento da massa muscular em níveis comparáveis ao modelo de treinamento TRAD (ABE et al., 2006; FARUP et al., 2015).

Dentre os principais benefícios da prática do BFR com menor intensidade, ressalta-se seu uso na reabilitação osteomuscular (HUGHES et al., 2017). Neste sentido, um estudo de caso recente de Lima-Soares et al., (2019), realizado com um indivíduo idoso com histórico de osteoartrose e limitações na velocidade de marcha, demonstrou que 8 semanas de treinamento BFR, foram capazes de promover aumentos da força e massa muscular significativos, restaurando parte da atrofia muscular (provocada pela osteoartrose), melhorando a sua capacidade e

funcionalidade muscular a níveis semelhantes ao de sua perna contralateral não acometida pela doença (LIMA-SOARES et al., 2019).

Apesar dos benefícios e da efetividade do método de treinamento BFR serem cientificamente comprovados, muitos indivíduos têm classificado esse modelo de treinamento como desconfortável (WHEATHERHOLT et al., 2013). Isso pode ser explicado pelo aumento da hipóxia intramuscular gerada pelo uso dos manguitos restritores no músculo alvo, associado a realização de exercício com altas repetições e baixa intensidade sob restrição do fluxo sanguíneo, provocando níveis elevados na formação de subprodutos como os íons hidrogênio (H^+) e o lactato (LOENNEKE et al., 2010; SUGA et al., 2012; TEIXEIRA et al., 2018). Tais subprodutos estão ligados aos mecanismos de ação que permitem que um treino com baixa sobrecarga externa promova bons efeitos metabólicos e teciduais, entretanto, mesmo sendo considerado um exercício de baixa intensidade e de curta duração, as respostas declaradas de percepção de esforço e desconforto pelos praticantes, são classificadas como altas, além de apresentarem respostas reflexas autonômicas elevadas, como aumento da pressão arterial e frequência cardíaca (BELLI et al., 2011; PINTO et al., 2015; SPRANGER et al., 2015; WEATHERHOLT et al., 2013).

As respostas de desconforto muscular provocadas pelo treinamento BFR podem ser potencializadas em indivíduos sedentários, ou ainda, não tão adaptados a treinamento com maior exposição a acidose metabólica. Com isso, a associação dos sintomas dolorosos, percepção de desconforto e fadiga muscular evidenciadas, podem ser uma importante limitação na adesão à prática do treinamento BFR (Spranger et al., 2015), uma vez que a aderência ao programa de exercício físico, depende não somente da afetividade ao treinamento, como também das sensações de prazer ou dor (desconforto) provocadas pelo exercício (RHODES et al., 2009).

Nesta perspectiva, a importância do desenvolvimento de modelos de treinamento BFR que busquem a melhora dessas respostas, principalmente da adesão ao modelo de exercício, podem representar alternativas interessantes, a fim de tornar o modelo de treinamento mais suportável, em diferentes populações, incluindo indivíduos com limitações e/ou proibidos de realizarem exercícios com grande sobrecarga externa.

Por fim, com o objetivo de aprimorar o treinamento BFR e promover melhoras nas respostas de percepção de desconforto muscular, realizamos um estudo piloto, em uma pequena amostra de indivíduos jovens e saudáveis ($n = 3$), usando um modelo de treinamento BFR modificado, proposto como “BFR-Clinical”, baseado no estudo original de Lasevicius et al., (2019) (sem uso de manguitos restritores). Nessa proposta, comparamos o modelo de treinamento BFR tradicional (BFR-Trad) x BFR-Clinical. Os voluntários realizaram o exercício de extensão de joelho unilateralmente, utilizando a mesma intensidade (30% 1RM), pressão de restrição (50% da pressão de oclusão arterial) e intervalo de descanso, bem como, volume de treinamento. No protocolo BFR-Trad, realizaram 3 séries de exercício até a falha muscular e no modelo BFR-Clinical, realizaram 5 séries (de forma parcelada, sem falha), de acordo com o número total de repetições do modelo BFR-Trad. Os modelos de exercício foram realizados na mesma perna, com intervalos de descanso de três dias (72 horas) entre eles.

Em relação aos resultados desse estudo piloto, pudemos observar através da análise de ativação muscular, realizada pela eletromiografia de superfície, que o modelo BFR-Trad, atingiu máxima ativação muscular (pico), maior aumento da fadiga muscular localizada, além de maior esforço percebido comparado ao modelo BFR-Clinical. No modelo BFR-Clinical, demonstraram valores de ativação muscular de pico similares ao modelo BFR-Trad, menor percepção de esforço e fadiga muscular, além de maior afetividade, quando questionados em relação aos protocolos de exercício. Com esses achados preliminares, o modelo de treinamento BFR-Clinical, poderá trazer novas perspectivas sob o esforço, fadiga e afetividade ao exercício.

Portanto, a proposta do referido projeto foi comparar, em um número amostral maior de voluntários jovens e saudáveis, as respostas agudas de fadiga muscular localizada, percepção de esforço, desconforto, desempenho muscular e o julgamento da afetividade ao exercício, nos protocolos BFR-Trad, BFR-Clinical_c (cadenciado/realizado com uso de metrônomo) e BFR-Clinical_a (autorregulado/realizado sem uso de metrônomo). Caso confirmadas as respostas do presente projeto, acreditamos que esse modelo de exercício possa ser um forte candidato a ser testado futuramente em diversas populações, principalmente em grupos especiais, os quais necessitam de protocolos de exercício com baixa intensidade,

respostas reduzidas de percepção de esforço, desconforto, fadiga muscular localizada, sobretudo, com respostas musculares agudas favoráveis à adaptação muscular.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Treinamento de Força com Restrição do Fluxo Sanguíneo – BFR

O método de treinamento de força com restrição do fluxo sanguíneo (conhecido como *“Kaatsu Training”* ou *Blood Flow Restriction - BFR*), inventado pelo fisiculturista e médico japonês Yoshiaki Sato, por volta de 1960, é considerado como um treinamento metabólico (ABE et al., 2006; TAKARADA et al., 2002; SATO, 2005). Logo após os diversos estudos de Sato (2005), envolvendo o método de treinamento, outros pesquisadores puderam demonstrar também os efeitos positivos do BFR envolvendo ou não o exercício físico (FARUP et al., 2015; LOENNEKE et al., 2009; SATO, 2005). Para a realização da sua prática, é necessário a utilização de um manguito pneumático de pressurização automático ou manual (ou faixas elásticas), sendo aplicados na região proximal do membro que será treinado (membro inferior ou superior) (MADARAME et al., 2008; SHINOHARA et al., 1997). Este método de treinamento utiliza um protocolo de restrição do fluxo sanguíneo, reduzindo o fluxo sanguíneo arterial na região em que o manguito é aplicado, provocando oclusão apenas do retorno venoso (PATTERSON et al., 2019; LOENNEKE et al., 2010).

Diversas evidências científicas já demonstraram os potenciais efeitos benéficos do BFR, principalmente, no aumento da área de secção transversa do músculo esquelético (aproximadamente três semanas), bem como, induzindo efeitos positivos na força e qualidade funcional de membros inferiores (LOENNEKE et al., 2009; LIMA-SOARES et al., 2019). Logo abaixo, a Figura 1 demonstra exatamente o local da aplicação do manguito no membro inferior.



Figura 1. Aplicação do manguito na região proximal do quadríceps (coxa). Fonte: Arquivo pessoal do Labforceh.

Existem na literatura alguns protocolos envolvendo o método BFR, com diferentes pressões de restrições para o treinamento, além de diferentes manguitos (WILSON et al., 2013; LOENNEKE et al., 2015). Uma importante observação a ser feita sobre a realização do treinamento BFR, é que as diferenças individuais, as pressões de restrições aplicadas no membro que será treinado, protocolos de treinamento selecionados precisam ser considerados (YASUDA et al., 2014, BURGOMASTER et al., 2003; LOENNEKE et al., 2013; LAURENTINO et al., 2012; TAKADA et al., 2012). Caso contrário, quando não aplicado corretamente podem causar danos à saúde do praticante (VAN ROEKEL; THURSTON, 1985; TEJWANI et al., 2006). Assim, para a obtenção da medida do percentual de restrição do fluxo sanguíneo para o treinamento BFR, é necessário a realização da pressão de oclusão arterial (POA), caracterizada como a pressão de oclusão completa do pulso arterial, com a utilização de um doppler portátil (equipamento específico de identificação da pulsação arterial), a fim de auscultar o momento exato da interrupção da pulsação arterial no membro que será treinado.

Após a realização da avaliação da POA, um percentual da pressão total será utilizado para o treinamento BFR (LOENNEKE et al., 2012). Segundo dados da literatura científica, esse percentual de aplicação de pressão no manguito para o treinamento pode variar de 40% a 80% do total da POA (LIXANDRÃO et al., 2015; LOENNEKE et al., 2016). Abaixo, a Figura 2 mostra equipamento doppler portátil durante realização da POA na artéria tibial posterior.



Figura 2. Realização da POA com Doppler portátil na artéria tibial posterior. Fonte: Arquivo pessoal do Labforceh.

O protocolo de treinamento com BFR traz características de um alto volume de repetições e baixa intensidade (20% a 40% de 1RM) (YASUDA et al., 2010; FUJITA et al., 2007). Comparado ao método tradicional de treinamento de força, que utiliza altas intensidades (70-85% de 1RM) (ACSM, 2009), o BFR demonstrou através de uma série de estudos aumentos do músculo esquelético (Loenneke et al., 2014; Farup et al., 2015; Abe et al., 2006; Takarada et al., 2000; Lixandrão et al., 2018), mesmo com a utilização de intensidades menores e manguitos restritores. Assim, o método BFR despertou interesse em diversas populações, ganhando espaço devido a sua aplicabilidade prática e clínica (ISHII et al., 2005;

TAKARADA et al., 2000; GUALANO et al., 2010). De acordo com a literatura, o método de treinamento com BFR é considerado seguro e existem poucas evidências sugerindo maiores riscos à saúde (quando bem aplicados). Embora existam alguns casos de eventos adversos (o que pode ser esperado em outros modelos de exercício físico), como hiperemia, dano muscular e congestão venosa (LOENNEKE et al., 2011a; PATTERSON et al., 2019).

Estudos anteriores envolvendo o treinamento BFR demonstraram aumentos da força e massa muscular em diferentes populações, incluindo atletas e indivíduos em processo de reabilitação (LIXANDRÃO et al., 2015; MATTAR et al., 2014; HUGHES et al., 2017). Importaneamente, esses achados demonstraram os potenciais efeitos do BFR comparado ao modelo de treinamento de força tradicional, contrariando ao que era empregado antes na literatura como “padrão ouro”. Nesse sentido, outros estudos revelaram a superioridade do treinamento com BFR quando comparado ao modelo de treinamento de força de baixa intensidade sem BFR em aumentos da força e massa muscular (TAKARADA et al., 2000; SLYSZ et al., 2016). Além desses, outros estudos apontaram ganhos de força (CLARK et al., 2011; ELLEFSEN et al., 2015) e massa muscular semelhantes ao modelo tradicional de de treinamento de força (KUBO et al., 2006; YASUDA et al., 2011; VECHIN et al., 2015; KIM et al., 2017).

No estudo de Vechin et al., (2015), o objetivo principal foi comparar os efeitos do treinamento de força com BFR versus treinamento de força tradicional (sem BFR), em adaptações da força e massa muscular do quadríceps em idosos. Participaram deste estudo 23 idosos (14 homens e 9 mulheres), com média de idade de 64 anos. Os voluntários participaram de um programa de treinamento de 12 semanas e, foram selecionados aleatoriamente para 3 grupos distintos: grupo controle, grupo treinamento de força tradicional (TFT), a 70-80% de uma repetição máxima (1RM), realizando 4 séries de 10 repetições e grupo BFR baixa intensidade (20–30% de 1RM), realizando 4 séries (1 x 30 e 3 x 15 repetições) do exercício Leg press (nos membros inferiores), com 50% da POA durante toda a sessão de exercício. Os voluntários foram submetidos ao teste de um 1RM (força máxima), avaliação da área de secção transversa (AST) do quadríceps antes e após o treinamento.

Em relação aos resultados deste estudo, os dois modelos de treinamento (TFT) foram eficientes em demonstrar efeitos no aumento da força (TFT = 54% e BFR = 17%) e AST do quadríceps (TFT = 7,9% e BFR = 6,6%). No entanto, o treinamento de força tradicional demonstrou maiores aumentos na força do quadríceps, comparado ao BFR. Contudo, os autores ressaltaram que o BFR demonstrou ser um importante método de treinamento na indução da força e massa muscular de forma eficaz em idosos.

Em outro estudo, envolvendo nove mulheres destreinadas, realizaram também 12 semanas de treinamento de força tradicional (6 a 10 repetições máximas) e BFR (30% de 1RM) até a falha muscular, com sessões de treinos duas vezes por semana. As participantes realizaram o exercício de extensão unilateral de joelho e demonstraram resultados similares em relação a força e a massa muscular (AST da região distal do quadríceps). Os dois modelos de treinamento apontaram aumentos agudos semelhantes no músculo vasto lateral, em genes envolvidos na função da musculatura esquelética e no hormônio do crescimento (GH). Por outro lado, o BFR evidenciou menor aumento da hipertrofia na região proximal do músculo quadríceps femoral, bem como, no pico da AST. Os autores relataram que possivelmente um dos motivos para esse episódio, pode ter sido a pressão do manguito exercida no local estimulado durante o exercício. Ao final, concluíram que o BFR e o TFT resultaram em alterações similares nos parâmetros fisiológicos, biológicos e funcionais (ELLEFSEN et al., 2015).

Dentre todos esses achados sobre o treinamento com BFR, é importante entender bem como funcionam os mecanismos que induzem os processos de adaptações na musculatura esquelética. O aumento do estresse metabólico associado a pressão de restrição ocasionada pelo uso dos manguitos pressurizados tem um importante papel na ativação de vias de sinalização proteica, auxiliando na hipertrofia muscular (TAKARADA et al., 2000; LOENNEKE et al., 2010).

2.2 Mecanismos Induzindo Adaptações Musculares do Treinamento de Força com Restrição do Fluxo Sanguíneo – BFR

Está bem estabelecido na literatura que durante a realização do treinamento de força (TF) as fibras musculares de contração rápida (tipo II) são ativadas

mediante aumento da força contrátil. A esse respeito, para promover aumentos da força e massa muscular é necessário o recrutamento de fibras do tipo II durante o treinamento físico de força, já que essas fibras são as principais responsáveis pelo crescimento muscular (MACDOUGALL et al., 1982; SCHOENFELD et al., 2013). Como dito anteriormente, o método empregado para induzir hipertrofia muscular era o TF tradicional (moderada a alta intensidade - 70 a 85% 1RM) (KRAEMER et al., 2002; ACSM, 2009). Entretanto, pesquisas têm evidenciado o potencial efeito do BFR no aumento da massa muscular (utilizando baixa intensidade – 20 a 40% de 1RM) (TAKARADA et al., 2000; FARUP et al., 2015).

Ao contrário do modelo tradicional, o BFR utiliza manguitos restritores capaz de induzirem restrição do fluxo arterial e oclusão venosa no membro estimulado (LOENNEKE et al., 2010, 2012). Importaneamente, esses achados relataram que o fluxo sanguíneo reduzido promove um ambiente de maior hipóxia intramuscular, levando a maiores níveis de força e massa muscular (TAKARADA et al., 2000; LOENNEKE et al., 2010; SUMIDE et al., 2009). Os mecanismos propostos pela literatura científica, sugerem que a tensão mecânica (gerada através das contrações musculares) e o estresse metabólico (acúmulo de metabólitos intramusculares) são os principais responsáveis pelo crescimento da musculatura esquelética (SCHOENFELD et al., 2013), ativando mecanismos semelhantes, por exemplo: recrutamento de fibras do tipo II, mecanotransdução, aumento dos níveis de produção hormonal sistêmica e localizada, inchaço celular, dano muscular, produção de espécies reativas de oxigênio (EROs), ativação de células satélites (CS) (Adams, 2002), bem como, elevação dos níveis de óxido nítrico (ON) e proteínas de choque térmico (HSPs - *Heat Shock Proteins*), as quais desempenham um importante papel na atenuação da atrofia músculoesquelética (SCHOENFELD et al., 2010, 2013; LOENNEKE et al., 2012; POPE et al., 2013).

Vale lembrar, que os efeitos provocados pela tensão mecânica e o estresse metabólico podem ser considerados sinérgicos e aditivos, podendo ser mediados em maiores níveis para um ou outro, respectivamente. Enquanto o TF de alta intensidade induz maiores níveis de tensão mecânica e baixo estresse metabólico, (Kraemer et al., 1990, 1993), por outro lado o treinamento com BFR induz maiores níveis de estresse metabólico e baixa tensão mecânica (TAKARADA et al., 2000; LOENNEKE et al., 2010; ABE et al., 2006). Mediante o sistema complexo de

adaptação morfológica, parece plausível destacar que o estresse metabólico provocado pelo treinamento com BFR tem um papel de destaque nessa ativação. Porém, estudiosos não descartam a importância da combinação desses dois fatores para o aumento do músculo. Apesar de não está totalmente claro o papel da baixa tensão mecânica em modelos utilizando BFR.

Em conformidade, podemos citar ainda que o ambiente isquêmico promovido pela hipóxia intramuscular (baixo oxigênio), gera maior acúmulo de metabólitos como: fosfato inorgânico (pi), baixos níveis de pH intramuscular, K⁺ (potássio), AMP (monofosfato cíclico de adenosina), lactato, íons hidrogênio (H⁺), favorecimento da produção de HIF-1 α (fator-1 alfa induzível por hipóxia) e alta produção nos níveis de GH (hormônio do crescimento), apresentando maiores aumentos comparado com o modelo tradicional de treinamento (KRAEMER et al., 1991; ABE et al., 2006; LOENNEKE et al., 2010). Pesquisas anteriores demonstraram que o GH favorece alterações na expressão de IGF-1 (Fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1), importante proteína que faz parte da síntese proteica (Takano et al., 2005; Kraemer et al., 1993), mas não está completamente elucidado se de fato existem essas alterações devido a baixa intensidade do exercício (MOORE et al., 2004; LOENNEKE et al., 2012). Assim sendo, um ambiente de maior estresse metabólico provocado pelo BFR tem sido sugerido para o aumento da área de secção transversa do músculo (LOENNEKE et al., 2010; PEARSON et al., 2014; FARUP et al., 2015; KIM et al., 2017).

Além dessas adaptações musculares, estudos apontaram efeitos positivos no aumento da síntese proteica após treinamento com BFR (utilizando modelo agudo), ativando as vias de sinalização AKT e mTOR (Proteína alvo da rapamicina de mamíferos), uma das principais vias de hipertrofia muscular (FUJITA et al., 2007; FRY et al., 2010). Além da ativação de vias de sinalização celular importantes também para o remodelamento da musculatura esquelética apresentada após treinamento com BFR (PI3K - Fosfatidilinositol 3 quinase e p70S6K - Ribossomal S6 quinase), foram observadas nas primeiras 48h após exercício agudo, redução na expressão dos genes relacionados à proteólise muscular, como: FOXO3 (*Forkead transcription factors-3*), Atrogina-1/ MAFbx (*Muscle Atrophy F-box protein*), Murf-1 (*Muscle Ring Finger Protein-1*) e miostatina (diferenciação do fator-8 do crescimento), impactando diretamente no bloqueio da perda de tecido

muscular (MANINI et al., 2011; LAURENTINO et al., 2012; LOENNEKE et al., 2010), bem como em outros estudos (FUJITA et al., 2007; HERNINGTYAS et al., 2008; FRY et al., 2010).

Esses resultados têm implicações importantes, principalmente para populações clínicas, as quais têm grande facilidade na perda da massa muscular e/ou impedimento na realização de exercícios de alta intensidade. Abaixo a Figura 3 demonstra alguns dos mecanismos para o aumento da massa muscular via treinamento com BFR.

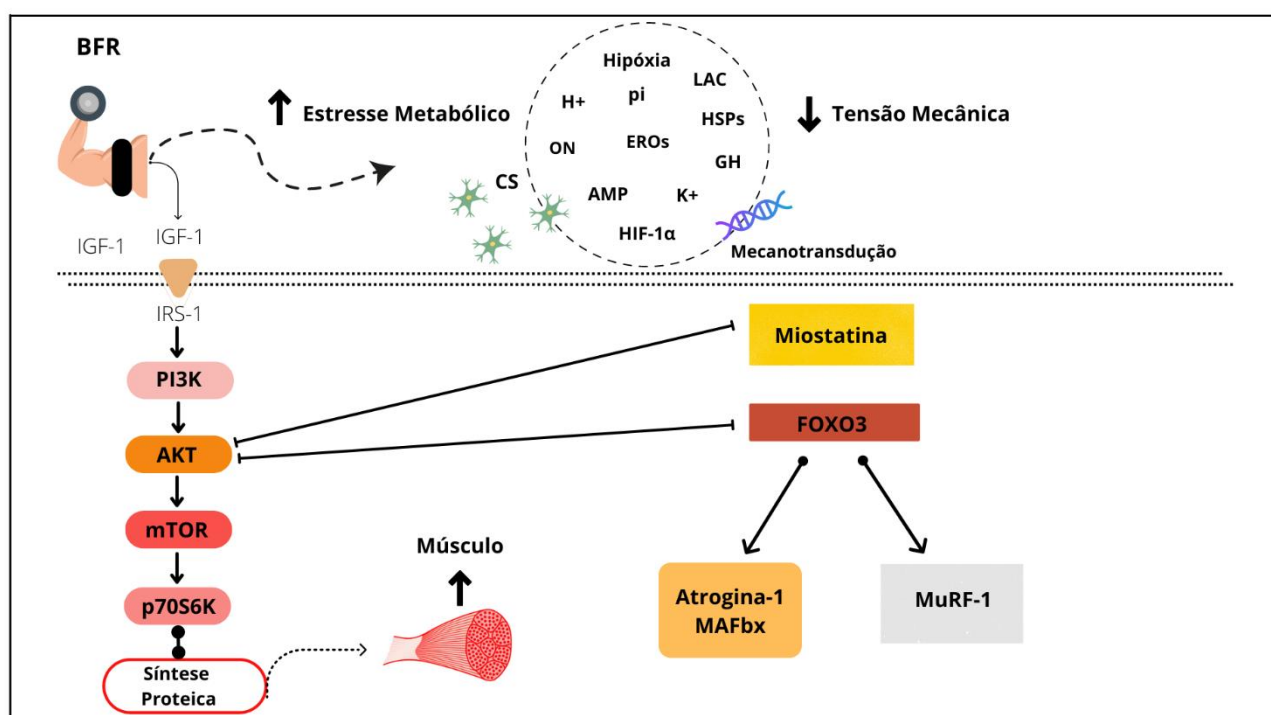


Figura 3. Mecanismos envolvendo o aumento da força e massa muscular através do treinamento BFR. As setas indicam ativação/estimulação e as linhas bloqueadas indicam inibição. EROs = espécies reativas de oxigênio, CS = células satélites, ON = óxido nítrico, HSPs = proteínas de choque térmico, pi = fosfato inorgânico, K⁺ = potássio, LAC = lactato, AMP = monofosfato cíclico de adenosina, H⁺ = íons hidrogênio, HIF-1α = fator-1 alfa induzível por hipóxia, GH = hormônio do crescimento, IGF-1 = fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1, IRS-1 = substrato 1 do receptor de insulina. Ativação de vias de sinalização proteica. mTOR = Proteína alvo da rapamicina de mamíferos, PI3K = Fosfatidilinositol 3 quinase, p70S6K = Ribossomal S6 quinase. Inibição da sinalização proteica. FOXO3 = *Forhead transcription factors-3*, Atrogina-1/ MAFbx = *Muscle Atrophy F-box protein*, Murf-1 = *Muscle Ring Finger Protein-1*, miostatina = diferenciação do fator-8 do crescimento. Baseado nos dados de Loenneke et al. (2010); Xia et al. (2017); Shoenfeld (2013); Kraemer et al. (1993). Fonte: (própria, figura não publicada).

O treinamento BFR, além de mediar os processos hipertróficos, têm demonstrado através de diversos estudos na literatura, ser um importante aliado no aspecto clínico.

2.3 Aspectos Clínicos do Treinamento BFR

A palavra “clínica” significa envolver ou se relacionar com o tratamento médico direto ou testes de pacientes, uma terminologia importante na medicina. Dentre os diferentes tratamentos medicinais, o exercício aparece frequentemente associado a termos como curativo, reabilitador ou preventivo, significando, portanto, que o exercício é uma forma de medicina em si ou está profundamente ligada a ela (HUGHES et al., 2017). Embora os benefícios do exercício sobre o metabolismo da glicose tenham sido descritos pelo médico hindu Sushruta em 600 a.C., em diversas áreas da medicina, o exercício não era facilmente reconhecido como clinicamente eficaz (SCHADEWALDT et al., 1987). Embora incerta, uma possível causa de ceticismo pode ter sua origem na miríade de diferentes modos de exercício, dificultando a reprodução de resultados clinicamente relevantes.

A título de comparação, no campo farmacológico, as substâncias são geralmente prescritas com base na dose/concentração do(s) princípio(s) ativo(s), conteúdo do excipiente, forma de liberação, interação com outras substâncias, toxicidade, para citar alguns. Por outro lado, o exercício foi inicialmente prescrito com base em parâmetros físicos (velocidade e carga, por exemplo), o que parece ser interessante para pessoas em geral (ACSM, 2009). No entanto, se comparado à farmacologia e seus descritores, o exercício e seus parâmetros físicos precisam ser acoplados a respostas fisiológicas precisas para alcançar resultados reprodutíveis e compreensíveis (SCHOENFELD, 2013).

O papel do exercício como importante no tratamento clínico ganhou notoriedade quando os efeitos fisiológicos agudos e crônicos do exercício puderam ser reproduzidos, sob os descritores fundamentais do exercício, a saber: tipo, intensidade, volume e frequência (ACSM, 2009; SCHOENFELD, 2013). Tal forma de entender e investigar o exercício representou um grande avanço no campo clínico, pois médicos e profissionais de saúde passaram a entender o exercício da mesma forma que entendiam os medicamentos: um conjunto de informações contidas em cada sessão de exercício capaz de provocar um benefício específico.

O treinamento BFR tem sido realizado com diferentes propostas, além do aumento da força e massa muscular, evidências científicas têm destacado também o seu potencial efeito no aspecto clínico (Shimizu et al., 2016; Nascimento et al., 2019), como por exemplo, melhora das funções cognitivas, metabolismo cerebral, aumento das atividades neuronais (Torpe et al., 2018; Xiaochen et al., 2021) e nos parâmetros hemodinâmicos (YASUDA et al., 2013; LIU et al., 2021).

2.4 Efeitos do Treinamento BFR nos Parâmetros Hemodinâmicos

O treinamento de força tem demonstrado através de diversas evidências científicas, efeitos positivos na saúde cardiovascular. A Associação Americana do Coração (*American Heart Association – AHA*), acredita que o exercício físico é capaz de prevenir e promover redução do risco de doenças cardiovasculares, cerebrovasculares, bem como, morte por todas as causas (YANG et al., 2012; FOLSOM et al., 2011).

Está bem estabelecido na literatura que o treinamento BFR associado a baixa sobrecarga externa (20-30% de 1RM) promove aumentos da força e massa muscular, demonstrando os mesmos benefícios quando comparado ao modelo de treinamento tradicional de alta sobrecarga (70-80% de 1RM) (FARUP et al., 2015; LOENNEKE et al., 2012; TAKADA et al., 2012). Os efeitos positivos do treinamento BFR tem sido demonstrado em adultos saudáveis, atletas, idosos e principalmente, em processos de reabilitação (PIGNANELLI et al., 2021; TAKARADA et al., 2000; HUGHES et al., 2017). Em contrapartida, existe ainda uma literatura muito controversa e pouco explorada nos parâmetros hemodinâmicos (PINTO et al., 2015; CRISAFULLI et al., 2018; MAGA et al., 2023).

As respostas no sistema cardiovascular através do treinamento tradicional (intensidade moderada/alta), induzem reações como aumento da frequência cardíaca e pressão arterial. Além dessas reações, a constância no treinamento pode gerar entre adaptações estruturais e funcionais, benefícios na função endotelial, remodelação das artérias, dentre outros efeitos positivos cardiovasculares (ACSM, 2009; SHIMIZU et al., 2016; NASCIMENTO et al., 2019). Numa perspectiva diferente do modelo tradicional (sem restrição), o treinamento BFR promove um ambiente de alto estresse metabólico e hipóxia intramuscular, provocando a produção de subprodutos, como íons H^+ , lactato, EROs e estresse

ao sistema cardiovascular, elevando a atividade do sistema nervoso simpático (SNS) (LOENNEKE et al., 2010; SPRANGER et al., 2015).

Todos os efeitos provocados no sistema cardiovascular através do treinamento físico de força de um modo geral, requerem atenção e cuidados. No treinamento BFR, não é diferente. Principalmente, nos aspectos relacionados a segurança do programa de treinamento para indivíduos com limitações, idosos e ou acometidos por comorbidades (SPRANGER et al., 2015; MAGA et al., 2023). Segundo a literatura, o treinamento BFR não apresenta eventos cardiovasculares adversos. Porém, o que se sabe é que há um elevado aumento da pressão arterial durante o exercício (PINTO et al., 2015). Por outro lado, estudos demonstraram que o aumento da pressão arterial de forma aguda, após realização do treinamento BFR, provocou diversas alterações positivas no sistema cardiovascular, incluindo melhora da circulação sanguínea periférica e função endotelial (SHIMIZU et al., 2016; NASCIMENTO et al., 2019; YASUDA et al., 2013; LIU et al., 2021).

Pinto et al., (2015), investigaram um grupo de mulheres hipertensas e o principal objetivo do estudo foi comparar as respostas hemodinâmicas durante o treinamento de força com e sem BFR. Fizeram parte deste estudo um grupo de 12 mulheres hipertensas, envolvendo um programa de treinamento de baixa e alta intensidade (20% 1RM com BFR, 20% 1RM sem BFR e 65% 1RM sem BFR). As voluntárias realizaram três sessões experimentais aleatórias no exercício leg-press. Nesse estudo, avaliaram a pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD), frequência cardíaca (FC), débito cardíaco (DC), volume sistólico (VS) e resistência vascular sistêmica (RVS), avaliando-as de forma contínua.

Os resultados obtidos mostraram que a sessão com BFR quando comparada a sessão sem BFR (20% 1RM), revelou aumentos pressóricos maiores (PAS, PAD), bem como, para DC e RVS. Além disso, demonstrou maiores aumentos na FC, a partir da segunda e terceira série de exercício. Na comparação com a sessão de exercício de alta intensidade (65% 1RM), a sessão com BFR também demonstrou valores elevados na segunda e terceira séries nas diferentes variáveis estudadas PAS, PAD, e FC, assim como, aumentos nas demais variáveis DC e RVS, durante todas as séries de exercício. Os autores concluíram que o treinamento BFR pode promover aumentos pressóricos e cardiovasculares maiores quando comparados ao treinamento de força sem BFR em mulheres hipertensas.

Em contrapartida, Crisafulli et al., (2018), avaliaram se o treinamento BFR poderia reduzir a pressão arterial e causar benefícios na resposta vascular durante a ativação do metaborreflexo muscular em jovens saudáveis. Como resultado, demonstraram redução da pressão arterial média durante o exercício de preensão palmar (basal: $102,0 \pm 9,53$ mmHg versus $96,3 \pm 8,3$ mmHg, após um mês de treinamento BFR, $p = 0,012$), sugerindo um efeito hipotensor importante através dessa modalidade de exercício. Além deste, outros estudos puderam relatar uma importante redução na frequência cardíaca e pressão arterial promovida pelo treinamento BFR (Sundblad et al., 2018) revelando também o seu potencial efeito hipotensor agudo (ARAUJO et al., 2014; NETO et al., 2015; MAIOR et al., 2015).

Ao que parece, as diferentes intervenções de treinamento existentes, os procedimentos metodológicos e, principalmente, os protocolos de pressão de oclusão arterial, podem ser um ponto importante a ser considerado nos diversos resultados inconsistentes (BRANDNER et al., 2014).

2.5 Diferentes Protocolos de Treinamento BFR e Novas Perspectivas

Um detalhe importante na metodologia que envolve o treinamento BFR, além da POA (pressão de restrição necessária para o treinamento), é o protocolo de exercício (COUNTS et al., 2015; LOENNEKE et al., 2014).

O protocolo de exercício pode seguir diversos formatos, compreendendo 60 a 75 repetições, divididos entre 3 ou 4 séries (Abe et al., 2005; Fujita et al., 2008; Takarada et al., 2000), com 30 a 180 segundos de intervalos de descanso entre as séries e exercícios (ABE et al., 2005, 2009; MADARAME et al., 2017). Além disso, existem protocolos de exercícios que podem ser realizados em 3 a 4 séries até a falha muscular voluntária máxima (KACIN; STRAZAR, 2011). Sobre a intensidade do treinamento BFR, a literatura retrata estudos entre 20% a 90% de 1RM (Loenneke et al., 2014, 2011b; Abe et al., 2006; Takarada et al., 2000; Counts et al., 2016), sugerindo pressões de restrições mais baixas como mais seguras (Loenneke et al., 2014) para aumento da força e massa muscular.

No estudo de Lasevicius et al., (2019), demonstraram uma interessante proposta de metodologia de treinamento (sem restrição), com a intenção de igualar o volume total de exercício entre os protocolos sugeridos. O objetivo principal do estudo foi investigar durante 8 semanas os efeitos de um programa de treinamento

de força envolvendo protocolos de baixa e alta intensidade, com e sem falha muscular concêntrica na força e hipertrofia muscular. Participaram deste estudo, vinte e cinco homens jovens e não treinados. Os voluntários realizaram o exercício de cadeira extensora nos membros inferiores e cada membro foi alocado para 1 dos 4 protocolos: intensidade baixa e repetições de exercício até a falha muscular; intensidade alta e repetições até a falha muscular; intensidade baixa sem falha muscular e intensidade alta sem falha muscular. Todas as condições de exercício foram realizadas com o total de 3 séries e volume total de treinamento equiparado entre as condições.

Nas condições de exercício sem falha muscular, os voluntários realizaram menos repetições e mais séries adicionadas. Os protocolos de exercícios foram realizados a uma carga correspondente a 80% de 1RM (para os protocolos de alta intensidade) e 30% de 1RM (para protocolos de baixa intensidade). Os resultados deste estudo, demonstraram que houve maior aumento da força para as condições de alta intensidade, comparada as condições de baixa intensidade, significativamente. Além disso, houve aumento significativo da área de secção transversa do músculo esquelético nas 3 condições de exercício (alta intensidade com e sem falha muscular e baixa intensidade até a falha muscular), sem qualquer alteração na condição de exercício de baixa intensidade sem falha muscular. Ao final, os autores chamaram a atenção relatando que a falha muscular não apresenta benefícios adicionais ao treinamento de alta intensidade, mas o esforço realizado na condição de baixa intensidade pode trazer implicações importantes no aumento da massa muscular.

Assim, parece interessante sugerir e comparar protocolos de exercício envolvendo o modelo BFR, em diferentes situações, com e sem falha muscular, controlando a cadência do movimento (cadenciado) ou de forma livre (autorregulado), utilizando o parcelamento do número total de repetições do modelo de treinamento BFR tradicional (até a falha muscular), baseado no trabalho de Lasevicius et al., (2019), a fim de verificar os principais efeitos do treinamento BFR dentro de uma perspectiva de modelo de exercício clínico (com menor percepção de esforço, mas com respostas importantes na ativação muscular). Nesse sentido, seguindo a proposta do estudo supracitado, em modelo de treinamento BFR, os voluntários poderiam realizar um modelo de exercício com menos repetições por

série e com maior número de séries para atingir o mesmo volume total de treinamento, proporcionando possivelmente respostas de menor percepção de esforço durante a execução de exercício. Essas respostas podem trazer repercussões importantes para populações clínicas e/ou indivíduos que apresentam grande dificuldade na realização de exercícios intensos.

Mediante a proposta do desenvolvimento de modelo de exercício modificado, hipotetizamos que os modelos de exercício BFR-Clinical (cadenciado e autorregulado, modelo sugerido a partir de experimento piloto), reduzam respostas de fadiga muscular localizada, hemodinâmicas e perceptuais, além de promover melhor desempenho muscular comparado ao modelo BFR-Trad.

3. OBJETIVOS

3.1 Geral

Comparar intervenções de treinamento de força com restrição do fluxo sanguíneo nas respostas agudas ao exercício.

3.2 Específicos

a) Verificar as respostas dos métodos de treinamento com restrição do fluxo sanguíneo sobre desempenho e fadiga muscular;

b) Investigar as respostas dos métodos de treinamento com restrição do fluxo sanguíneo sobre a percepção de esforço, desconforto e dor muscular;

c) Analisar as respostas dos métodos de treinamento com restrição do fluxo sanguíneo sobre a lactacidemia e glicemia sanguínea;

d) Verificar as respostas dos métodos de treinamento com restrição do fluxo sanguíneo sobre o julgamento da afetividade;

e) Analisar as respostas dos métodos de treinamento com restrição do fluxo sanguíneo sobre os parâmetros cardiovasculares;

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Aspectos Éticos

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Maranhão sob número de protocolo (CAAE: 59371522.2.0000.5087) (ANEXO VII), seguindo as Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisas Envolvendo Seres Humanos, de acordo com a Resolução do Conselho Nacional de Saúde (CNS) nº 466/2012. Todas as informações sobre a pesquisa foram fornecidas aos voluntários e todos aqueles que concordaram em participar do estudo responderam ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (APÊNDICE A).

4.2 Amostra

Primeiramente, o tamanho da amostra do estudo foi baseado de acordo com estudo realizado por Lasevicius et al., (2018). De um total de 38 indivíduos (entre homens e mulheres) que participaram da primeira triagem, 27 indivíduos saudáveis concordaram em participar deste estudo. Durante a intervenção, cinco participantes desistiram da pesquisa por motivos pessoais ($n = 5$). Assim, 22 voluntários universitários saudáveis e destreinados em força (9 homens e 13 mulheres), com idades entre 18 e 30 anos da Universidade Federal do Maranhão concluíram com sucesso todas as consultas laboratoriais. Foram voluntários eutróficos (IMC entre $18,00 \text{ kg/m}^2$ e $24,99 \text{ kg/m}^2$), sem antecedentes de lesões osteomioarticulares nos membros inferiores, livres de qualquer tipo de doença crônica ou cardiovascular.

Os critérios para inclusão no estudo foram: IMC (Índice de Massa Corporal) entre $18,00$ e $24,99 \text{ kg/m}^2$ para voluntários eutróficos, destreinado em força no mínimo 6 meses anteriores ao estudo, ausência total de histórico de uso de esteroides anabólicos androgênicos, sem uso de medicamentos prescritos (ex.: antidepressivos, antibióticos, antiinflamatórios), nenhuma mulher grávida ou amamentando, não ter usado suplemento dietético, ergogênico ou drogas ilícitas nos últimos dois anos anteriores ao estudo, não ser fumante ou fazer uso de bebidas alcoólicas durante o estudo, não ter enfermidades e/ou patologias. Para os critérios de exclusão, os voluntários foram excluídos quando apresentaram $\text{IMC} < 18,00$ e $> 24,99 \text{ kg/m}^2$, bem como, aqueles que por livre e espontânea vontade não quisessem mais participar do estudo, não comparecer aos locais de treinamento e coleta nos dias programados.

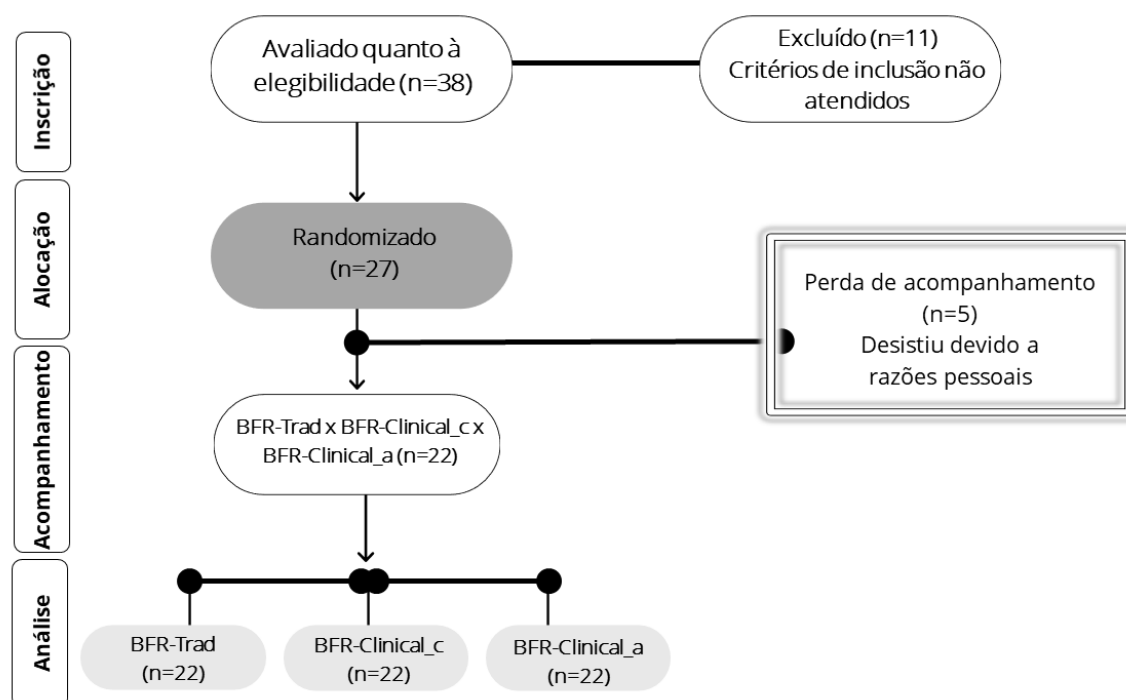


Figura 4. Fluxograma do processo de seleção dos voluntários.

4.3 Desenho Experimental

Trata-se de um estudo agudo, experimental transversal com duração total de cinco semanas. Os voluntários foram orientados a irem ao nosso laboratório após um mínimo de 24 horas sem realização de exercícios físicos ou mesmo, sem ingestão de bebidas alcoólicas. Na primeira visita, foi aplicado o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), em seguida, os sujeitos foram orientados a responderem os questionários IPAQ (versão curta) - Questionário Internacional de Atividade Física (*International Physical Activity Questionnaire*) (ANEXO I) e PAR-Q - Questionário de Prontidão para Atividade Física (*Physical Activity Readiness Questionnaire*) (ANEXO II). Na sequência, foram submetidos a anamnese e as medidas basais, como: peso, estatura, pressão arterial (PA) e frequência cardíaca (FC). Depois, os voluntários realizaram as medidas antropométricas, avaliação da composição corporal e pressão de oclusão arterial (POA).

Na segunda e terceira visita, os voluntários realizaram a familiarização ao exercício de extensão unilateral de joelho (cadeira extensora), com e sem manguitos infláveis, a fim de familiarizar o indivíduo ao teste de 1RM e exercício

BFR, além da familiarização com a escala de percepção subjetiva de esforço (PSE), escala de desconforto (CR-10), escala de dor (Escala Visual Analógica - EVA), bem como, escala de afetividade. É importante destacar que estas sessões foram realizadas para reduzir a influência da aprendizagem do exercício no teste (HATFIELD et al., 2006). Logo depois, foi realizado um sorteio para definir qual das pernas iniciariam os protocolos de exercícios (BFR-Trad x BFR-Clinical_c x BFR-Clinical_a). Posteriormente, na quarta visita, os voluntários realizaram o teste de uma repetição máxima (1RM) para medir a força concêntrica máxima e determinar a carga do protocolo de exercício (30% de 1RM).

Na semana seguinte, início do protocolo experimental, foram submetidos novamente a avaliação das medidas PA, FC, dor muscular de início tardio - DMIT, lactacidemia e glicemia. Em seguida, realizaram o protocolo de exercício agudo sorteado anteriormente para uma das pernas (BFR-Trad x BFR-Clinical_c x ou BFR-Clinical_a). Os protocolos de exercícios ocorreram em 4 sessões, com cada protocolo sendo executado uma única vez em dias alternados, separados por 7 dias, para garantir um período adequado de “wash-out” e recuperação. Além disso, durante o exercício foram avaliadas as escalas PSE, desconforto e afetividade.

Logo após o protocolo de exercício, realizaram novamente a medida de PA, FC, lactacidemia e glicemia. Os voluntários foram orientados a não ingerirem bebidas cafeinadas durante os testes e protocolos de exercício. Todas as sessões de testes e exercícios foram realizadas no mesmo horário (entre 13h e 18h). Após os procedimentos experimentais, os voluntários foram liberados, retornando ao laboratório somente com 24h e 48h após realização do exercício, para repetir as medidas de PA, FC e DMIT. Todos os voluntários participaram de todos os testes e protocolo de exercícios sem qualquer comprometimento ou faltas durante o estudo, atingindo 100% de sua participação na pesquisa. Abaixo, o desenho experimental, tempo das medidas e testes representados pela Figura 5 e 6, respectivamente.

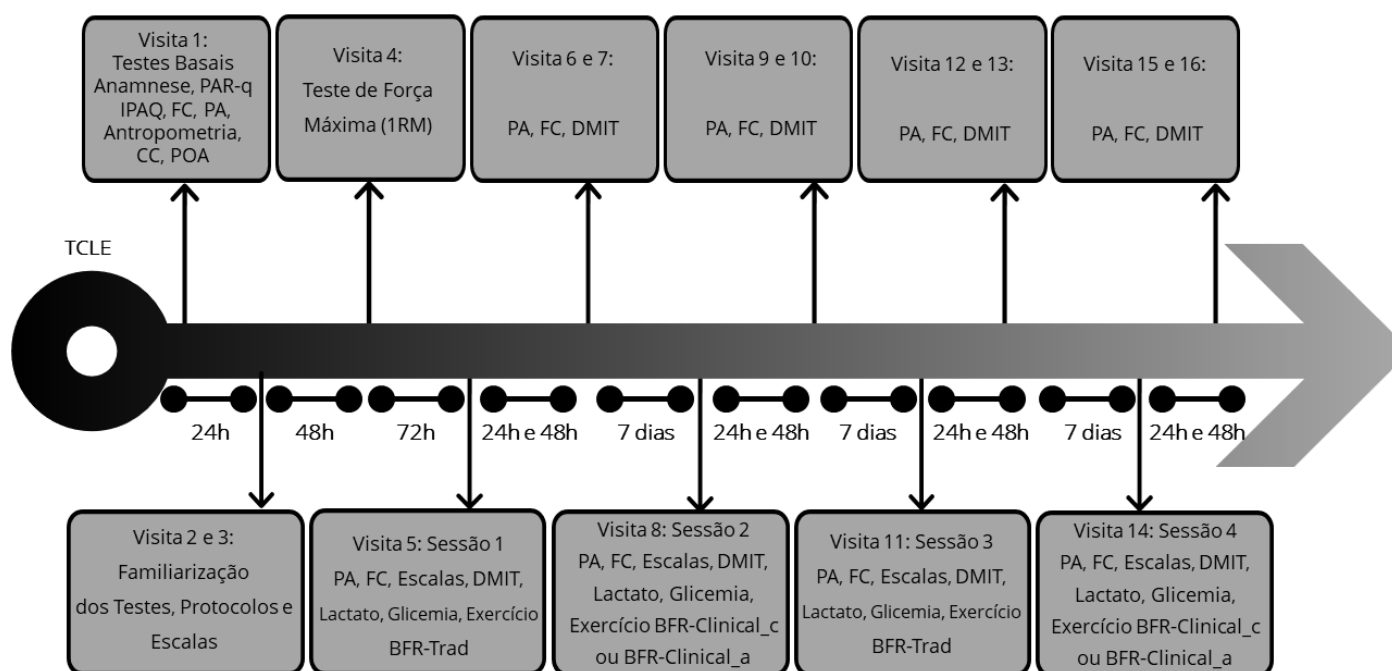


Figura 5. Desenho experimental. PAR-q = Questionário de Prontidão para Atividade Física; IPAQ = Questionário Internacional de Atividade Física; FC = Frequência Cardíaca; PA = Pressão Arterial; CC = Composição Corporal; POA = Pressão de Oclusão Arterial; 1RM = Uma Repetição Máxima; DMIT = Dor Muscular de Início Tardio; BFR-Trad = BFR-Tradicional; BFR-Clinical_c = BFR-Clinical_cadenciado; BFR-Clinical_a = BFR-Clinical_autorregulado; 24h = 24 horas após exercício; 48h = 48 horas após exercício.

Pós-Exercício												
	Dia Controle	Pré (Basal)	Exercício	0'	5'	10'	15'	30'	45'	60'	24h	48h
MA		●										
CC		●										
1RM		●										
POA		●										
FC	●	●		●			●				●	●
PAS	●	●		●			●				●	●
PAD	●	●		●			●				●	●
Lactato		●			●	●						
Glicemia		●		●		●		●	●	●		
Escala PSE			●									
Escala Desconforto			●									
Escala Dor		●									●	●
Escala Afetividade			●									

[illegible]

Figura 6. Tempo das medidas e testes. MA = Medidas Antropométricas; CC = Composição Corporal; 1RM = Uma Repetição Máxima; POA = Pressão de Oclusão Arterial; FC = Frequência Cardíaca; PAS = Pressão Arterial Sistólica; PAD = Pressão Arterial Diastólica; Escala PSE = Escala de Percepção Subjetiva de Esforço; 0' = imediatamente após exercício; 5' = 5 minutos após exercício; 10' = 10 minutos após exercício; 15' = 15 minutos após exercício; 30' = 30 minutos após exercício; 45' = 45 minutos após exercício; 60' = 60 minutos após exercício; 24h = 24 horas após exercício; 48h = 48 horas após exercício.

4.4 Protocolo de Medidas e Testes

4.4.1 Avaliação da Pressão Arterial (PA) e Frequência Cardíaca (FC)

Foi realizada a aferição da pressão arterial – PA (sistólica e diastólica), no braço esquerdo dos voluntários em repouso, sentados, com ambos os braços apoiados e relaxados, após um período de descanso de pelo menos 10 minutos com o monitor de pressão arterial automático de braço (OMRON, HEM – 7113). A medida foi realizada na primeira visita ao laboratório (basal), antes e após as sessões de exercício, nos momentos: pré, imediatamente após, 15 minutos, 24 e 48 horas após exercício. Assim como a PA, a frequência cardíaca (FC) foi avaliada nas mesmas condições (AMAMOU et al., 2017).

4.4.2 Medidas Antropométricas (MA)

Foram realizadas as medidas de massa corporal total (peso), altura (estatura) e circunferência total (ombro, tórax, cintura, abdômen, quadril, braços, antebraços, coxas e pernas). Além disso, foi calculado o índice de massa corporal (IMC) dos voluntários (dividindo o peso corporal em quilogramas pela estatura em metros ao quadrado (kg/m^2)). O peso corporal total foi medido em balança eletrônica (Filizola PL 50, Filizzola Ltda., Brasil) e a estatura foi realizada através de estadiômetro portátil Sanny (Sanny, São Paulo, Brasil). Para as medidas de circunferência, foi usada fita métrica metálica (Sanny, São Paulo, Brasil) (LOHMAN et al., 1988). Todas as medidas foram realizadas antes da primeira sessão de exercício.

4.4.3 Avaliação da Composição Corporal (CC)

A avaliação da composição corporal foi realizada através da técnica de ultrassom A-mode, utilizando o equipamento da marca Bodymetrix (Bodymetrix Pro System; Intelametrix Inc., Livermore, CA, USA), conforme descrito por Schoenfeld et al., (2016). As medidas de espessura do tecido subcutâneo foram obtidas através de escaneamento dos pontos anatômicos previamente determinados, com o

voluntário em pé, sendo realizadas no lado direito do corpo, nos seguintes pontos: 1) subescapular; 2) tricipital; 3) peitoral; 4) axilar média; 5) suprailíaca; 6) abdominal; 7) coxa. Os cálculos para determinação da massa gorda e massa livre de gordura foram realizados através do software BodyViewProFit® (que acompanha o produto) utilizando-se o protocolo de sete dobras (JACKSON; POLLOCK, 1978). Para a realização das medidas de espessura do tecido subcutâneo foi utilizado gel de transmissão solúvel em água (Gel Condutor MERCUR S.A., RS, BRA). As medidas foram realizadas antes da primeira sessão de exercício agudo.

4.4.4 Determinação da Pressão de Oclusão Arterial (POA) e Pressão de Restrição

Para a determinação da POA (pressão de oclusão arterial), um manguito científico de 13,5 cm x 103 cm (8,5 cm x 78,5 cm câmara inflável) da marca CARDIOMED (BRASIL), foi colocado ao redor da região proximal da coxa. Posteriormente, um equipamento doppler portátil (MEDMEGA - DV 610V, Brasil), teve a ponta de seu transdutor mergulhada em gel condutor (Mercur®, Brasil), sendo então posicionada sobre a artéria tibial posterior, a fim de se detectar o pulso arterial. Na sequência, o manguito foi inflado a 50 mmHg e desinflado logo após. Depois, foi novamente insuflado até obter o valor da pressão sistólica do voluntário seguindo aumentos gradativos de 10 mmHg em 10 mmHg (realizando pausas de cinco segundos em cada ponto). Este procedimento foi realizado até interromper o pulso auscultatório.

Após interromper o pulso auscultatório, foi realizada uma pausa de 30 segundos para garantir que não haveria retorno de pulsação arterial (LIMA-SOARES et al., 2019). A POA obtida foi a menor pressão do manguito ao final da eliminação de pulso. A pressão do manguito foi liberada imediatamente após a determinação da POA. Para a realização do protocolo de treinamento BFR, foi calculado 50% desse valor (pressão de restrição). Todas as medidas da POA foram realizadas no momento pré (basal) (LOENNEKE et al., 2012).

4.4.5 Teste de Uma Repetição Máxima (1RM)

Antes do início do protocolo de exercício, cada voluntário realizou o teste unilateral de uma repetição máxima (1RM) para medir sua força concêntrica máxima, no exercício de cadeira extensora. O peso inicial para o teste máximo foi estimado durante as sessões de familiarização. Após isso, sob a supervisão de um instrutor qualificado, os indivíduos realizaram um exercício de aquecimento específico com 5 a 6 repetições em aproximadamente 30 a 40% de 1RM estimado, após realizaram duas séries de três repetições com uma carga correspondente a cerca de 80% de 1RM. A carga foi aumentada progressivamente em 5-10% até que os voluntários não conseguissem mais executar o movimento inteiro corretamente, sendo registrado como 1RM. O teste de 1RM foi considerado válido, apenas se a flexão e extensão dos joelhos ocorressem entre 90° de flexão (início), até a extensão completa do joelho em 0° (final). Os voluntários realizaram o teste de força máxima em ambas as pernas, no mesmo dia. Foram orientados a realizarem o teste alimentados (com refeição sendo realizada até duas horas antes), bem como, a não ingerirem bebidas cafeinadas antes do teste (DA SILVA et al., 2015; LASEVICIUS et al., 2018, 2019).

4.4.6 Protocolo de Treinamento com Restrição do Fluxo Sanguíneo Tradicional (BFR-Trad)

Os voluntários treinaram na cadeira extensora de maneira unilateral (Performance®, Brasil), com o manguito pneumático previamente descrito colocado na região proximal do quadríceps (coxa) (unilateralmente), e pressão de restrição em 50% (FARUP et al., 2015; COUNTS et al., 2016). Logo em seguida, realizaram um aquecimento com 10 repetições a 20% de 1RM, sem pressão de restrição, descansando por dois minutos. Na sequência, realizaram o protocolo BFR-Trad, com 3 séries do exercício cadeira extensora até a falha concêntrica, a 30% de 1RM, e intervalo de 1 minuto entre as séries.

Todos os voluntários realizaram o controle de velocidade da execução do exercício de maneira cadenciada, sob auxílio de metrônomo a 1,5 segundos para a fase excêntrica e 1,5 segundos na fase concêntrica. A restrição do fluxo sanguíneo foi mantida durante toda a sessão de exercício, sendo liberada imediatamente após o término do protocolo. Os voluntários foram orientados a realizarem o protocolo de exercício alimentados, com refeição sendo realizada até

duas horas antes. Além disso, foram orientados a não ingerirem bebidas cafeinadas antes do protocolo de exercício (ABE et al., 2006; FARUP et al., 2015).

4.4.7 Protocolos de Treinamento com Restrição Do Fluxo Sanguíneo Modificado (BFR-Clinical_c e BFR-Clinical_a)

Na semana seguinte, após 7 dias do término do protocolo BFR-Trad, os voluntários foram submetidos ao protocolo BFR-Clinical_c (cadenciado) ou BFR-Clinical_a (autorregulado) (mediante sorteio das pernas para realização do exercício), utilizando a mesma perna do modelo BFR-Trad. No protocolo de exercício BFR-Clinical_c os voluntários treinaram na cadeira extensora de maneira unilateral (Performance®, Brasil), com o manguito pneumático previamente descrito colocado na região proximal do quadríceps (coxa) unilateralmente, e pressão de restrição em 50% (FARUP et al., 2015; COUNTS et al., 2016). Logo em seguida, realizaram um aquecimento com 10 repetições a 20% de 1RM, sem pressão de restrição, descansando por dois minutos.

Na sequência, realizaram o protocolo de exercício BFR-Clinical_c, o qual consistiu em 6 séries do exercício cadeira extensora, a 30% de 1RM e intervalo de 1 minuto entre as séries. O número de repetições por série foi determinado em virtude do número total de repetições realizado no protocolo BFR-Trad, sendo dividido por seis (adaptado do protocolo de Lasevicius et al., 2019). Todos os voluntários realizaram o controle de velocidade da execução do exercício de maneira cadenciada, com auxílio do metrônomo, a 1,5 segundos para a fase excêntrica e 1,5 segundos na fase concêntrica. A restrição do fluxo sanguíneo foi mantida durante toda a sessão de exercício, sendo liberada imediatamente após o término do protocolo (ABE et al., 2006; FARUP et al., 2015).

Após 7 dias do término do protocolo BFR-Clinical_c, os voluntários foram submetidos as mesmas condições de exercício, na perna contrária, realizando o protocolo BFR-Trad e na sequência (após 7 dias) o modelo Clinical. No protocolo de exercício BFR-Clinical_a, os voluntários realizaram o exercício sem uso de metrônomo (autorregulado), totalizando ao final dos protocolos 4 sessões de exercício BFR. Os voluntários foram orientados a realizarem o protocolo de exercício alimentados, com refeição sendo realizada até duas horas antes. Além disso, foram orientados a não ingerirem bebidas cafeinadas antes do protocolo de

exercício. Abaixo, a **Tabela 1** mostra como foram realizadas as sessões de exercício.

Tabela 1. Protocolo de exercício BFR-Trad x BFR-Clinical_c x BFR-Clinical_a

Exercício: BFR-Trad	1ª e 3ª – Sessão (séries x reps)	Cadência	POA	Intervalo	Intens/ (1RM)
CE	3 x até a falha	1,5s	50%	1 min	30%
Exercício: BFR-Clinical_c	2ª – Sessão (séries x reps)	Cadência	POA	Intervalo	Intens/ (1RM)
CE	6 x	1,5s	50%	1 min	30%
Exercício: BFR-Clinical_a	4ª – Sessão (séries x reps)	Cadência	POA	Intervalo	Intens/ (1RM)
CE	6 x	Autorregulado	50%	1 min	30%

Protocolo de exercício com restrição do fluxo sanguíneo tradicional (BFR-Trad); exercício com restrição do fluxo sanguíneo modificado cadenciado (BFR-Clinical_c); realizado em dias alternados não consecutivos; exercício com restrição do fluxo sanguíneo modificado autorregulado (BFR-Clinical_a); realizado em dias alternados não consecutivos; CE = Cadeira Extensora; POA = Pressão de Oclusão Arterial; Intens/ = Intensidade; 1RM = Uma Repetição Máxima; reps = repetições; min = minutos; s = segundos.

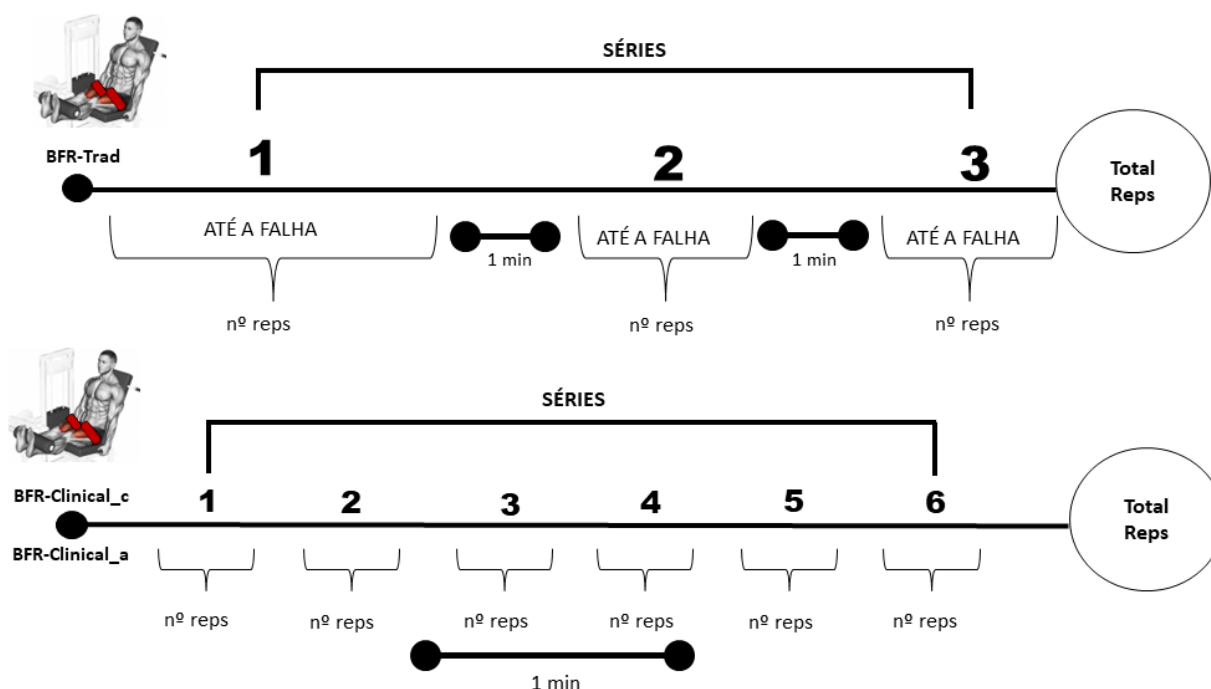


Figura 7. Esquema do protocolo de exercício com restrição do fluxo sanguíneo BFR-Trad x BFR-Clinical. BFR-Trad = BFR-Tradicional; BFR-Clinical_c = BFR-Clinical_cadenciado; BFR-Clinical_a = BFR-Clinical_autorregulado; min = minuto; nº reps = número de repetições; Reps = Repetições.

4.4.8 Avaliação da Percepção Subjetiva de Esforço (PSE)

A escala PSE de Borg, é uma escala modificada que compreende de 6 a 20 pontos, somando ao total 15 pontos, que tem sido utilizada para medir o esforço percebido ou nível de esforço físico durante o exercício (BORG, 1998, 1982). A classificação da pontuação 6 na escala representa nenhum esforço ou “muito fácil”, e a classificação 20 representa esforço máximo, ou “exaustivo” (ROW et al., 2012).

Primeiramente, a escala PSE foi aplicada na semana de familiarização ao teste, antes, durante e após cada uma das séries de exercício executadas. Todos os voluntários receberam orientações verbais sobre a classificação da PSE, conforme determinado acima. Para a classificação da PSE, os voluntários foram instruídos a avaliarem a sua percepção de esforço, ou seja, responderem o quão pesado e intenso foi o exercício (LOENNEKE et al., 2011).

4.4.9 Avaliação do Desconforto Percebido (CR-10)

Assim como a PSE, a escala de desconforto (CR-10) foi aplicada nos voluntários, a fim de identificar o desconforto percebido após realização de

exercício agudo. Primeiramente, foram realizadas na semana de familiarização ao teste, antes, durante e após cada uma das séries de exercício executadas. Todos os voluntários foram orientados a responderem quais foram as suas piores experiências de desconforto vivenciadas.

O desconforto máximo referido, significa o seu ponto de referência principal, comparado a sua pior experiência de dor sentida anteriormente. Se, por exemplo, não for o seu pior desconforto experimentado, havendo um nível de dor ainda mais alto do que 10, o voluntário poderia relatar um número maior, como 11 ou 12. Se for uma avaliação superior (1,5 vezes maior), os voluntários poderiam relatar o número 15 (LOENNEKE et al., 2011).

4.4.10 Avaliação da Dor Muscular de Início Tardio (DMIT)

A dor muscular de início tardio dos voluntários foi medida usando a escala visual analógica (EVA) no momento pré e após a realização dos exercícios. Os voluntários foram orientados a classificar a dor sentida em uma linha de 0 a 10 cm, representada por dois descritores principais: 0 “sem dor” e 10 “dor insuportável”, após realizarem palpação do músculo reto femoral (principal músculo exercitado no estudo) e flexão de joelho com auxílio do avaliador experiente. A EVA é considerada confiável e pode ser representada em outras maneiras de avaliação da dor. Os voluntários foram avaliados no momento pré, 24h e 48h após exercício (KATZ; MELZAC, 1999; BUCKNER et al., 2017).

4.4.11 Avaliação da Afetividade Percebida

Os voluntários foram orientados a responderem a escala de afetividade, a fim de definir o nível de satisfação e prazer em relação ao exercício. As respostas foram registradas na familiarização, antes e após cada série durante as sessões de exercício, conforme (Hardy; Rejeski, 1989). Ao realizarem exercícios é comum os indivíduos mudarem sua percepção de afetividade, podendo sentir-se bem ou mal durante a execução, refletindo seu sentimento a um determinado exercício. A escala de afetividade diz respeito a uma escala bipolar com total de 11 pontos que varia de +5 a -5, geralmente usada para medir as respostas de afetividade, como as sensações de prazer e desprazer, durante a realização do exercício. A escala é

representada por uma sequência numérica que compreende: -5 = muito mal; -3 = mal; -1 = razoavelmente mal; 0 = neutro; +1 razoavelmente bem; +3 = bem; e +5 = muito bem. Todos os voluntários receberam orientações padronizadas quanto ao seu uso (HARDY; REJESKI, 1989).

4.4.12 Avaliação da Glicemia Sanguínea

A fim de analisar a glicemia sanguínea para medir o nível de glicose no sangue, todos os voluntários realizaram coleta de sangue (em gota) no momento pré e após a sessão de exercício. A assepsia do dedo dos voluntários foi realizada com álcool 70%, realizando uma punção através de lanceta descartável com sangue sendo coletado na fita do monitor de glicemia portátil (Accu-Chek Active, Roche, Brasil). Foi realizada a troca de tira (Accu-Chek Active, Roche, Brasil) após cada teste para nova medida (OWIREDU, 2009). As medidas ocorreram no momento pré e após a realização das sessões de exercício (pré, imediatamente após, 10, 30, 45 e 60 minutos).

4.4.13 Avaliação do Lactato Sanguíneo

A lactacidemia foi quantificada pela medição do lactato sanguíneo antes e após 5 e 10 minutos do término da sessão de exercício (sendo os manguitos imediatamente desinflados após o término do exercício), conforme descrito por Teixeira et al., (2018). O lactato foi medido em amostras do sangue extraído da ponta dos dedos, com uso de lanceta (Accu-Chek Active, Roche®, Brasil) e tiras de lactato (Accusport BM-Lactate) o qual foi imediatamente analisado em um aparelho lactímetro portátil (Accutrend Plus, Roche, Brasil) com comprovada validação científica (BONAVENTURA et al., 2015). A análise da lactacidemia foi utilizada como indicadora bioquímica da intensidade do exercício.

4.4.14 Determinação da Velocidade Média

Para determinar a velocidade de execução de cada repetição durante os protocolos BFR-Trad, BFR-Clinical_c e BFR-Clinical_a foi utilizado um sistema de deslocamento linear (Tendo Weightlifting Analyzer System®, República Eslováquia). Esse sistema possui um cabo que uma vez acoplado à alavanca da

cadeira extensora, permite a medida de seu deslocamento, através do uso do software apropriado (Tendo Weightlifting analyzer® 3.6.15). O equipamento fornece automaticamente a medida da velocidade média e de pico, e da potência média e de pico, uma vez que se conheça a quantidade de peso levantada a cada repetição (GARNACHO-CASTAÑO et al., 2015).

5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Inicialmente, o teste de Shapiro-Wilk foi aplicado para analisar a distribuição da amostra. Os dados apresentaram distribuição paramétrica, assim a estatística descritiva foi composta por média e desvio padrão. A esfericidade foi verificada de acordo com o teste de Mauchly's W e o teste de Greenhouse–Geisser utilizado para correção, quando necessário. Para a comparação das variáveis dependentes nos diferentes momentos analisados e entre as condições (BFR-Trad x BFR-Clinical_c x BFR-Clinical_a) foi conduzida Análise de Variância de dois fatores (condição x momento). Quando observada significativa interação condição x momento, foi realizado o post-hoc de Bonferroni. Todos os dados são apresentados como média e desvio padrão (DP). Os gráficos das variáveis foram realizados via software GraphPad Prism® 8.0. Todas as análises foram realizadas usando o software estatístico Statsoft Statistic (versão 10.0), com intervalos de confiança de 95% e o nível de significância foi estabelecido em 5%.

6. RESULTADOS

Foram avaliados 22 voluntários submetidos a três condições de exercício agudo, em momentos distintos (BFR-Trad x BFR-Clinical_c x BFR-Clinical_a). Todos os voluntários completaram todos os testes, medidas e sessões de exercício, sem qualquer interrupção. A Tabela 2 apresenta as características gerais da amostra. Não houve diferenças significantes entre qualquer variável no início do estudo. Todos os voluntários estavam aptos para a realização de exercício físico, sem qualquer comprometimento cardiovascular (mediante aplicação de questionário PAR-Q e avaliação hemodinâmica). Sobre o nível de atividade física dos voluntários (via IPAQ – versão curta), foi classificado como baixo e o percentual de gordura se manteve dentro dos valores basais, sem alterações significativas. Não houve diferença estatística na força máxima dos voluntários (teste de 1RM),

nas pernas testadas unilateralmente. A POA total foi de $210 \pm 23,90$ mmHg e a pressão correspondente a 50% da POA utilizada durante os exercícios foi de $105 \pm 11,95$ mmHg. Em relação ao tempo da sessão de exercício com BFR, o modelo BFR-Trad teve média de tempo total de: 7'24" (7 minutos e 24 segundos); BFR-Clinical_c: 9'34" (9 minutos e 34 segundos) e BFR-Clinical_a: 8'46" (8 minutos e 46 segundos). Sobre o tempo de restrição do fluxo sanguíneo durante o protocolo de exercício, os voluntários ficaram com uma média de 5 minutos e 24 segundos de restrição no modelo BFR-Trad, 7 minutos e 34 segundos no modelo BFR-Clinical_c e 6 minutos e 46 segundos no modelo BFR-Clinical_a.

Tabela 2: Características gerais da amostra.

Variáveis	Voluntários (n= 22)
Idade (anos)	$23,14 \pm 3,18$
Estatura (m)	$169,3 \pm 8,81$
Massa corporal (kg)	$65,90 \pm 11,79$
IMC (kg/ m²)	$22,84 \pm 2,52$
PAS (mmHg)	$114,77 \pm 12,16$
PAD (mmHg)	$69,00 \pm 6,71$
Frequência cardíaca (bpm)	$72,59 \pm 9,43$

Os dados são apresentados como média $\pm$ desvio padrão. IMC: índice de massa corporal; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; kg: quilograma; m²: metros quadrados; m: metros; mmHg: milímetros de mercúrio; bpm: batimentos por minuto.

6.1 Pressão Arterial Sistólica (PAS)

Ao analisar a pressão arterial sistólica (PAS) (Figura 13), foi demonstrado aumentos pressóricos significantes após a realização de exercício, nas três condições de exercícios agudo BFR-Trad x BFR-Clinical_c x BFR-Clinical_a ($F = 2,186$, $p < 0,05$). Foi demonstrado maior aumento da pressão arterial sistólica na condição BFR-Trad ($133,91 \pm 18,789$ mmHg), quando comparado às condições BFR-Clinical_c ($126,23 \pm 17,367$ mmHg) e BFR-Clinical_a ($125,77 \pm 17,441$ mmHg).

mmHg). Entretanto, não foram encontradas diferenças estatísticas entre as condições BFR-Clinical_c versus BFR-Clinical_a.

Quando foram analisados os momentos de medidas, houve diferença estatística nas diferentes condições de exercício: BFR-Trad pré: $111,95 \pm 11,934$ mmHg para o momento imediatamente após: $133,91 \pm 18,789$ mmHg, na condição BFR-Clinical_c pré: $110,50 \pm 13,637$ mmHg para o momento imediatamente após: $126,23 \pm 17,367$ mmHg, na condição BFR-Clinical_a pré: $110,32 \pm 12,218$ mmHg para o momento imediatamente após: $125,77 \pm 17,441$ mmHg ($p < 0,05$), mas sem diferença significativa entre os demais momentos pós-15', pós-24h e pós-48h nas diferentes condições de exercício agudo ($p > 0,05$). Logo abaixo, a Figura 8 demonstra os resultados da PAS.

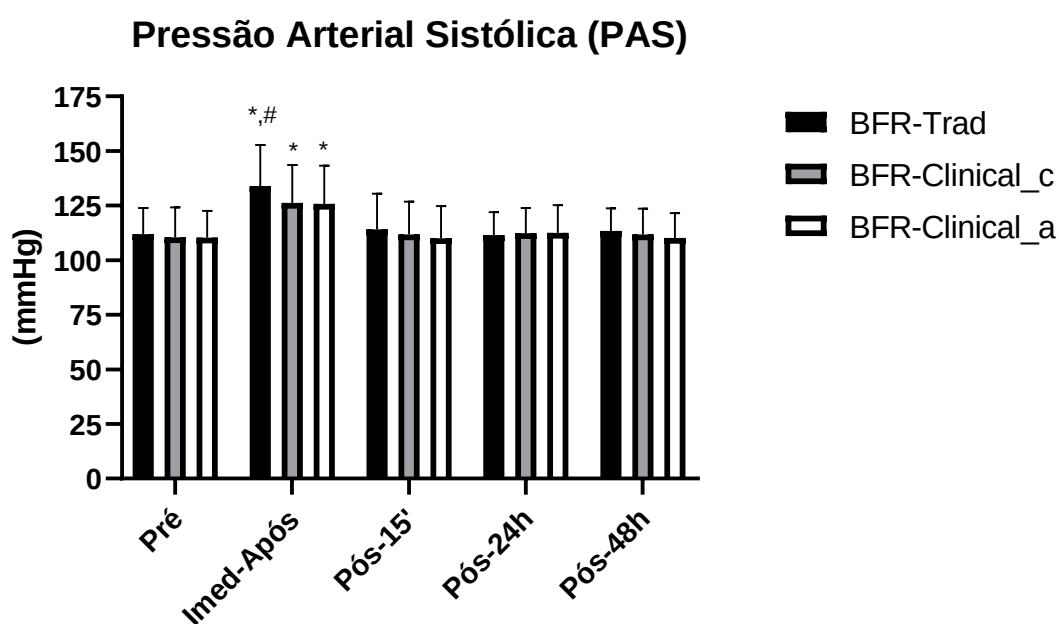


Figura 8. Comparação entre as três condições de exercício agudo (BFR-Trad x BFR-Clinical_c x BFR-Clinical_a) na pressão arterial sistólica (PAS). Imed-Após: imediatamente após; Pós-15': pós 15 minutos; Pós-24h = pós 24 horas; Pós-48h = pós 48 horas. Os dados são apresentados como média $\pm$ desvio padrão (*): diferença significativa entre pré e imed-Após exercício ($p < 0,05$); (#): diferença significativa entre as condições de exercício agudo ($p < 0,05$).

6.2 Pressão Arterial Diastólica (PAD)

Sobre a análise da pressão arterial diastólica (PAD), revelou-se um efeito principal do tempo/momento (main effect) ($F = 4,035$, $p < 0,05$), porém, não houve

diferenças significantes entre condição x condição x interações de momentos ($p>0,05$). Os aumentos foram observados apenas do momento pré para imediatamente após (imed-Após) nas diferentes condições de exercício agudo (BFR-Trad pré: $67,50 \pm 5,837$ mmHg e imed-Após: $71,68 \pm 7,662$ mmHg, BFR-Clinical_c pré: $65,23 \pm 9,476$ mmHg e imed-Após: $67,14 \pm 8,526$ mmHg, BFR-Clinical_a pré: $65,41 \pm 8,244$ mmHg e imed-Após: $69,09 \pm 8,842$ mmHg). Abaixo, a Figura 9 representa bem os resultados.

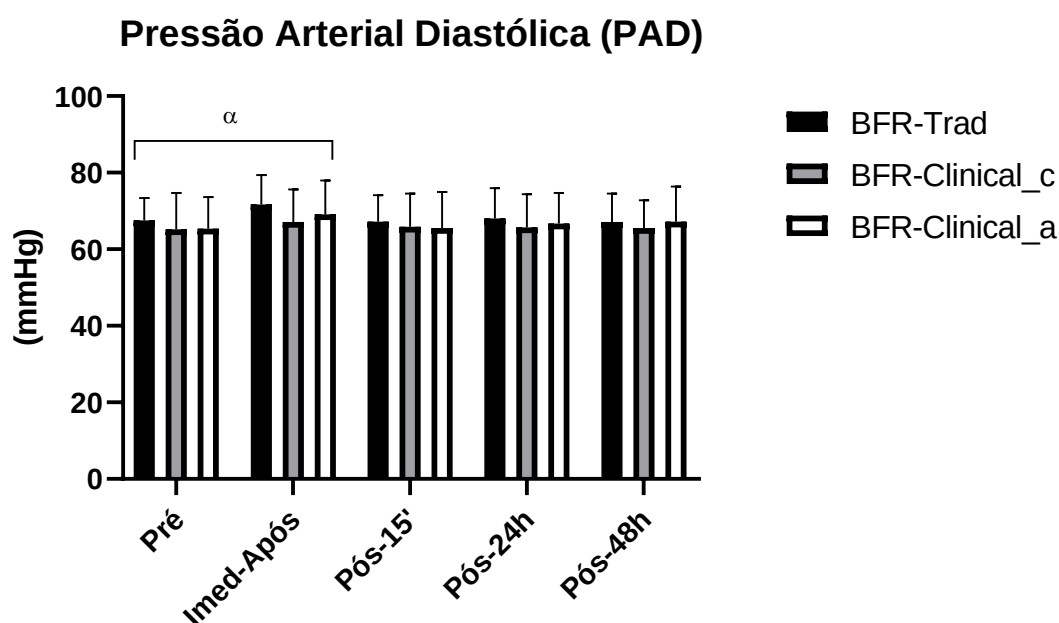


Figura 9. Comparação entre as três condições de exercício agudo (BFR-Trad x BFR-Clinical_c x BFR-Clinical_a) na pressão arterial diastólica (PAD). Imed-Após: imediatamente após; Pós-15': pós 15 minutos; Pós-24h = pós 24 horas; Pós-48h = pós 48 horas. Os dados são apresentados como média $\pm$ desvio padrão. (α): diferença no efeito principal do tempo/momento entre Pré e Imed-Após exercício ($p<0,05$).

6.3 Frequência Cardíaca (FC)

Sobre a análise da frequência cardíaca dos voluntários, houve diferença estatística da frequência cardíaca apenas no momento pós-48h, entre as condições BFR-Clinical_c (pós-48h: $78,41 \pm 8,483$ bpm) quando comparada com a condição BFR-Clinical_a (pós-48h: $70,23 \pm 10,401$ bpm), demonstrando maior aumento da frequência cardíaca para BFR-Clinical_c ($F = 2,169$, $p < 0,05$), mas sem alteração na condição de exercício BFR-Trad, ou em qualquer um dos momentos analisados (condição x momento). Em relação aos demais momentos, foi verificado que não

houve qualquer alteração da frequência cardíaca (momento x momento) ($p > 0,05$). Os resultados são demonstrados na Figura 10 abaixo.

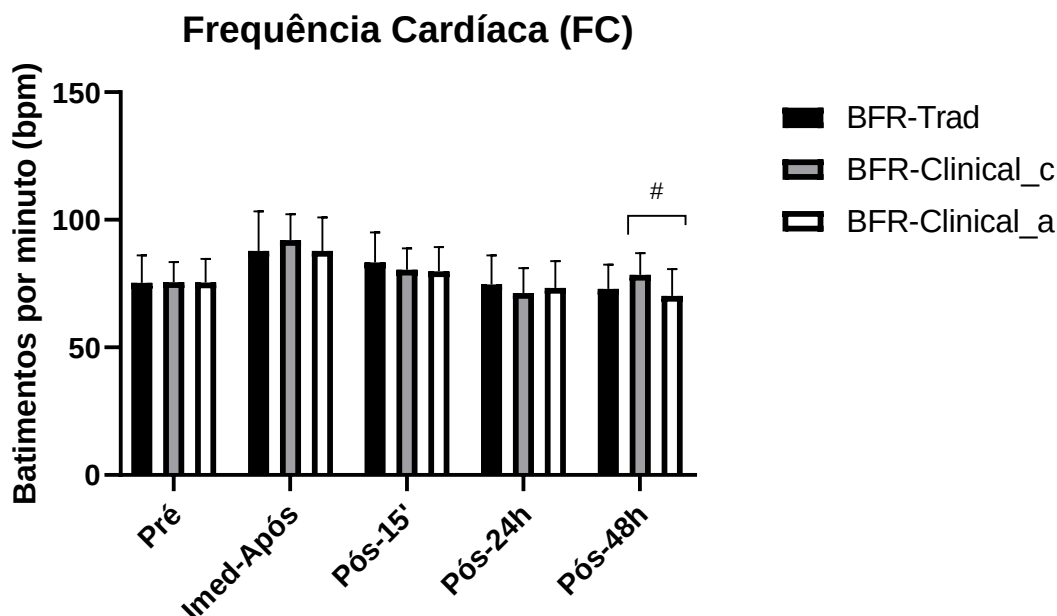


Figura 10. Comparação entre as três condições de exercício agudo (BFR-Trad x BFR-Clinical_c x BFR-Clinical_a) na frequência cardíaca (FC). Imed-Após: imediatamente após; Pós-15': pós 15 minutos; Pós-24h = pós 24 horas; Pós-48h = pós 48 horas. (#): diferença significativa entre as condições de exercício agudo $p < 0,05$. Os dados são apresentados como média $\pm$ desvio padrão ($p > 0,05$).

6.4 Lactato Sanguíneo

Como mostra a Figura 16, houve um aumento significativo nas concentrações de lactato entre as condições de exercício agudo BFR-Trad versus BFR-Clinical_c versus BFR-Clinical_a, com diferença estatística encontrada para BFR-Trad, nos momentos: Pós-5' = $6,286 \pm 1,2915$ mmol/dL e Pós-10' = $5,900 \pm 1,2642$ mmol/dL) em relação as duas condições de exercício agudo BFR-Clinical_c (momento: Pós-5' = $4,636 \pm 1,1337$ mmol/dL e Pós-10' = $4,423 \pm 1,0783$ mmol/dL) e BFR- Clinical_a (momento Pós-5' = $4,895 \pm 1,2583$ mmol/dL e Pós-10' = $4,505 \pm 1,0182$ mmol/dL), $p < 0,001$. Entretanto, não houve interação na condição BFR-Trad x BFR-Clinical_c x BFR-Clinical_a ($p > 0,05$).

Em relação aos momentos de medidas, houve diferença estatística da condição BFR-Trad pré ($2,64 \pm 0,63$ mmol/dL) para o momento: pós-5' ($6,286 \pm 1,2915$ mmol/dL) e pós-10' ($5,900 \pm 1,2642$ mmol/dL). Assim como houve diferença

significante nas condições BFR-Clinical_c pré ($2,75 \pm 0,58$ mmol/dL) para o momento pós-5' ($4,636 \pm 1,1337$ mmol/dL) e pós-10' ($4,423 \pm 1,0783$ mmol/dL), BFR-Clinical_a pré ($2,59 \pm 0,59$ mmol/dL) para o momento pós-5' ($4,895 \pm 1,2583$ mmol/dL) e pós-10' ($4,505 \pm 1,0182$ mmol/dL) ($p < 0,001$), porém, sem diferença significativa entre os momentos pós-5' e pós-10' nas diferentes condições de exercício agudo ($p > 0,05$). Abaixo, a Figura 11 mostra os resultados das concentrações de lactato sanguíneo nos voluntários.

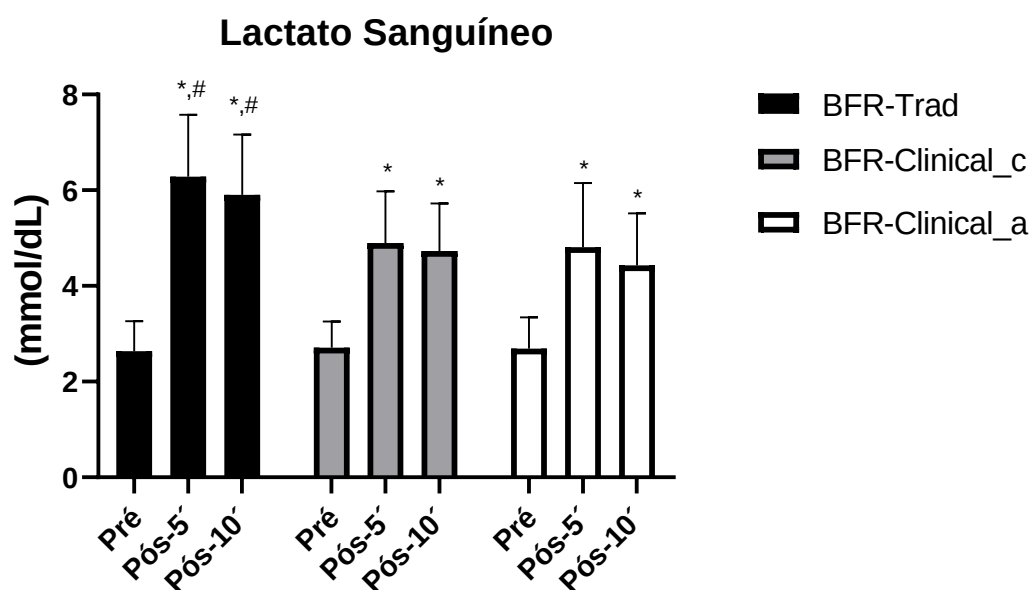


Figura 11. Comparação entre as três condições de exercício agudo (BFR-Trad x BFR-Clinical_c x BFR-Clinical_a) nas concentrações de lactato sanguíneo. Pós-5' = pós 5 minutos; Pós-10' = pós 10 minutos. Os dados são apresentados como média $\pm$ desvio padrão (*): diferenças significantes entre pré e pós medidas ($p < 0,001$); (#): diferenças significantes entre as condições de exercício agudo ($p < 0,001$).

6.5 Glicemia Sanguínea

A glicemia sanguínea foi mensurada em diferentes momentos (pré, imediatamente após, pós-15', pós-30', pós-45' e pós-60'), sendo encontrado apenas efeito do tempo (entre os momentos) ($F = 5,350$, $p = 0,001$). Houve diminuição dos valores glicêmicos do momento pré: $98,00 \pm 14,142$ mg/dL para o momento imediatamente após: $89,82 \pm 12,648$ mg/dL na condição BFR-Trad, assim como nas demais condições de exercício, BFR-Clinical_c momento pré: $102,55 \pm 8,904$ mg/dL para imediatamente após: $92,18 \pm 9,714$ mg/dL e BFR-Clinical_a pré: $104,36 \pm 16,250$ mg/dL para imediatamente após: $93,00 \pm 8,820$ mg/dL. No entanto,

a análise post hoc não mostrou diferença na glicemia nem ao longo dos momentos e nem entre as condições de exercício BFR-Trad x BFR-Clinical_c x BFR-Clinical_a (condição x momento) ($F = 0,600$, $p = 0,810$).

Os resultados da análise de glicemia sanguínea apresentaram apenas efeito principal do tempo. Em seguida, a Figura 12 demonstra a média dos valores glicêmicos dos voluntários no momento pré e após a realização dos exercícios.

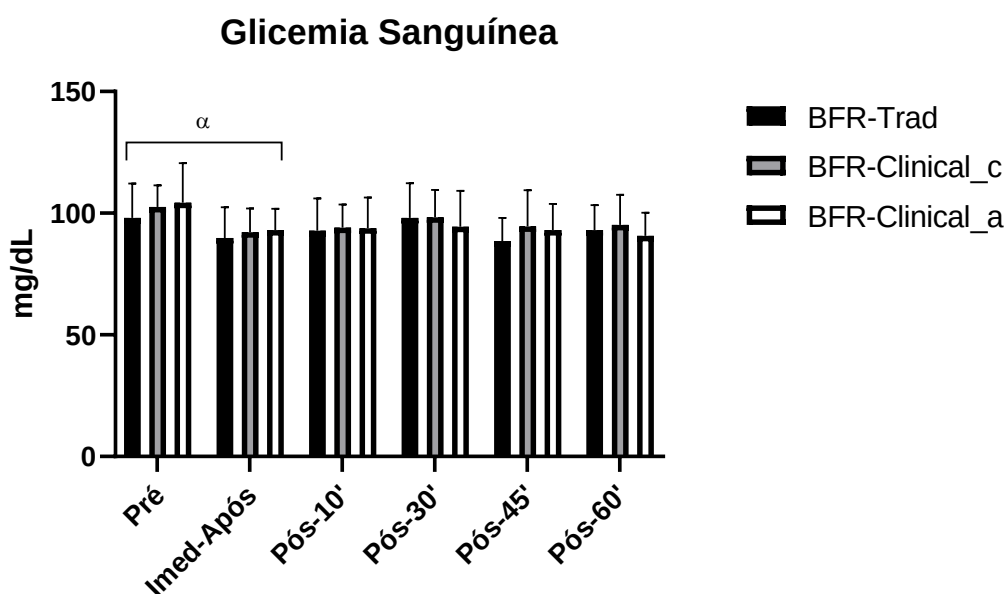
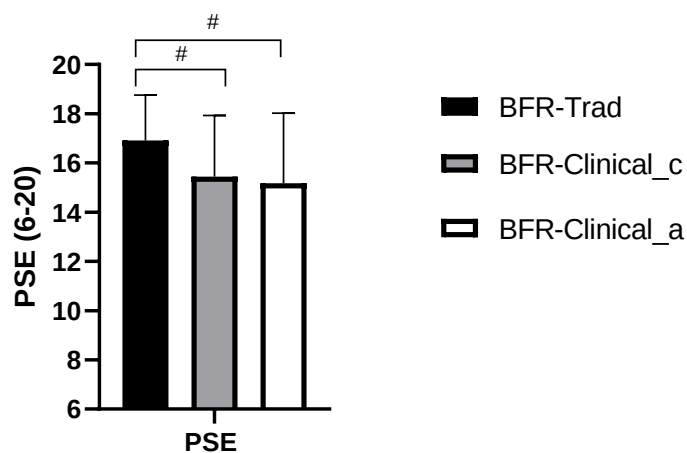


Figura 12. Comparação entre as três condições de exercício agudo (BFR-Trad x BFR-Clinical_c x BFR-Clinical_a) na glicemia sanguínea. mg/dL: miligrama por decilitro. imed-Após: imediatamente após; Pós-10': pós 10 minutos; Pós-30': pós 30 minutos; Pós-45': pós 45 minutos; Pós-60': pós 60 minutos. Os dados são apresentados como média $\pm$ desvio padrão (α): diferença no efeito principal do tempo entre Pré e Imed-Após exercício.

6.6 Percepção Subjetiva de Esforço (PSE)

Na percepção subjetiva de esforço, avaliada pela escala de percepção subjetiva de esforço (PSE) durante os exercícios, foram identificadas diferenças estatísticas nas três condições de exercício, demonstrando maior aumento de percepção de esforço na condição BFR-Trad ($16,91 \pm 1,849$) comparada a condição BFR-Clinical_c ($15,45 \pm 2,483$) e BFR-Clinical_a ($15,18 \pm 2,839$) ($F = 5,430$ $p = 0,008$). Não foram encontradas diferenças estatísticas entre as condições BFR-Clinical_c x BFR-Clinical_a. A Figura 13 abaixo, demonstra os resultados da percepção de esforço durante as condições de exercício agudo.

Percepção Subjetiva de Esforço (PSE)



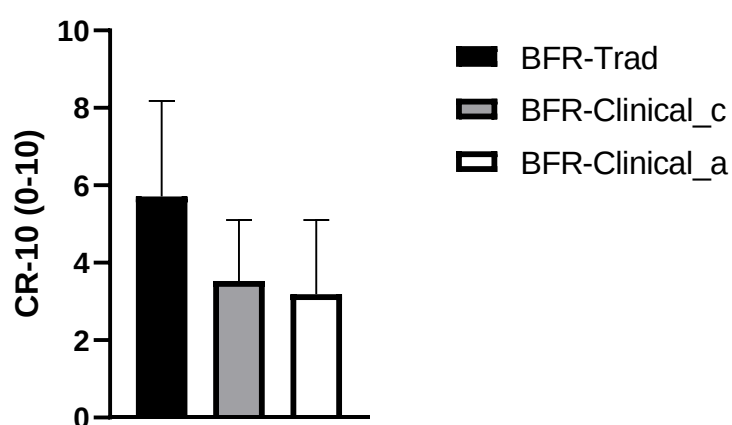
*Valores médios entre as séries

Figura 13. Comparação entre as três condições de exercício agudo (BFR-Trad x BFR-Clinical_c x BFR-Clinical_a) na percepção subjetiva de esforço (PSE). Os dados são apresentados como média $\pm$ desvio padrão. (#): diferenças significantes entre as condições de exercício agudo ($p = 0,008$).

6.7 Desconforto Percebido

A Figura 14, apresenta a percepção de desconforto dos voluntários durante a realização dos exercícios nas diferentes condições de exercício agudo (BFR-Trad x BFR-Clinical_c x BFR-Clinical_a).

Desconforto Percebido (CR-10)



*Valores médios entre as séries

Figura 14. Comparação entre as três condições de exercício agudo (BFR-Trad x BFR-Clinical_c x BFR-Clinical_a) na percepção de desconforto muscular durante as sessões de exercício. Os dados são apresentados como média $\pm$ desvio padrão ($p > 0,05$).

Na percepção de desconforto muscular dos voluntários durante o exercício, não foi encontrada diferença estatística em nenhuma das condições de exercício BFR-Trad ($6,55 \pm 2,444$) x BFR-Clinical_c ($5,82 \pm 2,039$) x BFR-Clinical_a ($5,32 \pm 2,514$) (condição x condição) ($p > 0,05$). No entanto, houve uma tendência da condição BFR-Trad demonstrando maior aumento de desconforto durante as sessões de exercício agudo, quando comparada com as condições BFR-Clinical_c x BFR-Clinical_a ($F = 3,036$, $p = 0,059$).

6.8 Dor Muscular de Início Tardio (DMIT)

Na dor muscular de início tardio, representada pela escala de dor ou escala visual analógica - EVA (Figura 20), foram observados aumentos significantes da percepção de dor muscular após realização de exercício, nas três condições de exercício agudo BFR-Trad x BFR-Clinical_c x BFR-Clinical_a ($F = 8,443$, $p < 0,001$). A análise post hoc demonstrou maiores aumentos significantes para a percepção de dor muscular entre as condições BFR-Trad (pós-24h = $1,95 \pm 1,588$ e pós-48h = $1,95 \pm 1,174$) comparada as condições BFR-Clinical_c (pós-24h = $0,64 \pm 0,848$ e pós-48h = $0,64 \pm 1,002$) e BFR-Clinical_a (pós-24h = $0,55 \pm 0,739$ e pós-48h = $0,45 \pm 0,739$), mas não foram encontradas diferenças significantes entre as condições Clinical_c x Clinical_a ($p > 0,05$).

Quando foram analisados os momentos de medidas, houve diferença estatística do pré para pós nas diferentes condições de exercício agudo (BFR-Trad x BFR-Clinical_c x BFR-Clinical_a) ($p < 0,001$), entretanto, sem diferença significativa entre os momentos pós-24h e pós-48h nas diferentes condições de exercício agudo ($p > 0,05$), como demonstra a Figura 15 abaixo.

Dor Muscular de Início Tardio (DMIT)

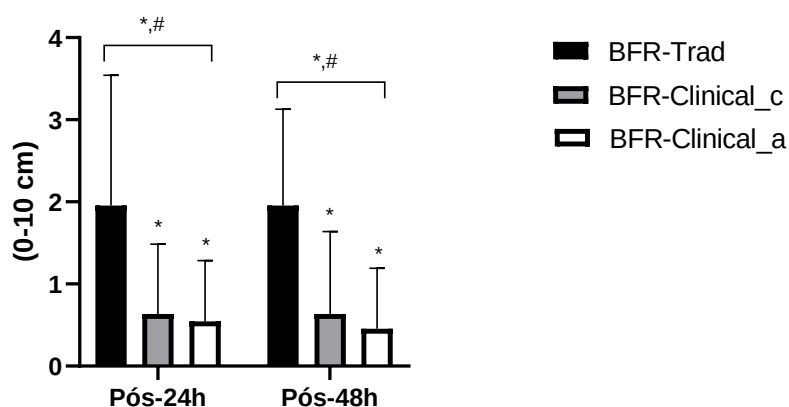


Figura 15. Comparação entre as três condições de exercício agudo (BFR-Trad x BFR-Clinical_c x BFR-Clinical_a) na dor muscular de início tardio. DMIT: dor muscular de início tardio. Escala de dor. EVA: Escala visual analógica; cm: centímetros; Pós-24h = pós 24 horas; Pós-48h = pós 48 horas. Os dados são apresentados como média $\pm$ desvio padrão (*): diferenças significantes entre pré e pós escala de dor ($p < 0,001$); (#): diferenças significantes entre as condições de exercício agudo ($p < 0,001$).

6.9 Afetividade Percebida

Após análise da afetividade percebida dos voluntários, através da escala de afetividade foi encontrado diferença estatística entre as condições de exercício. A Figura 16, mostra essas diferenças abaixo.

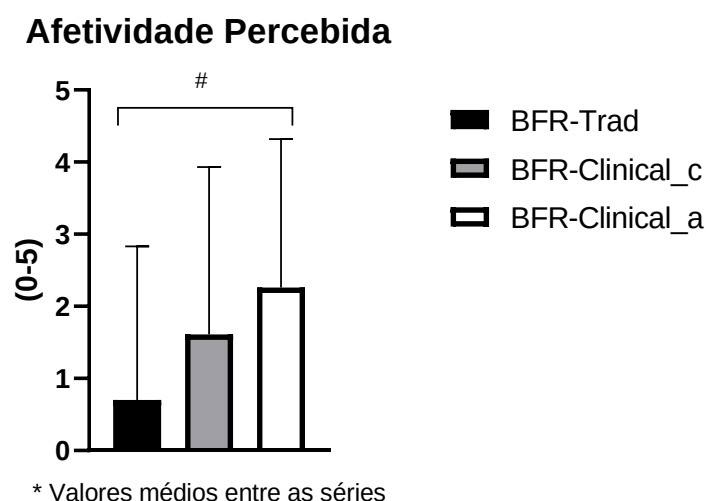


Figura 16. Comparação entre as três condições de exercício agudo (BFR-Trad x BFR-Clinical_c x BFR-Clinical_a) na afetividade percebida. Os dados são apresentados como média $\pm$ desvio padrão; (#): diferença significativa entre as condições de exercício agudo ($p < 0,05$).

Acima, os resultados encontrados sobre a afetividade percebida dos voluntários, demonstraram que houve maior aumento da afetividade ao exercício para a condição BFR-Clinical_a ($1,32 \pm 2,607$) comparada a condição BFR-Trad ($0,14 \pm 2,532$), demonstrando diferença estatística apenas entre essas duas condições de exercício ($p < 0,05$). Não foram encontradas diferenças estatísticas entre as condições BFR-Trad x BFR-Clinical_c, ou BFR-Clinical_c x BFR-Clinical_a ($p > 0,05$).

6.10 Média de Velocidade

Após análise da média de velocidade durante a realização dos exercícios, através do equipamento TENDO, foram encontradas diferenças estatísticas na média de velocidade muscular nas condições de exercício agudo (BFR-Trad x BFR-Clinical_c x BFR-Clinical_a). Logo abaixo, Figura 17.

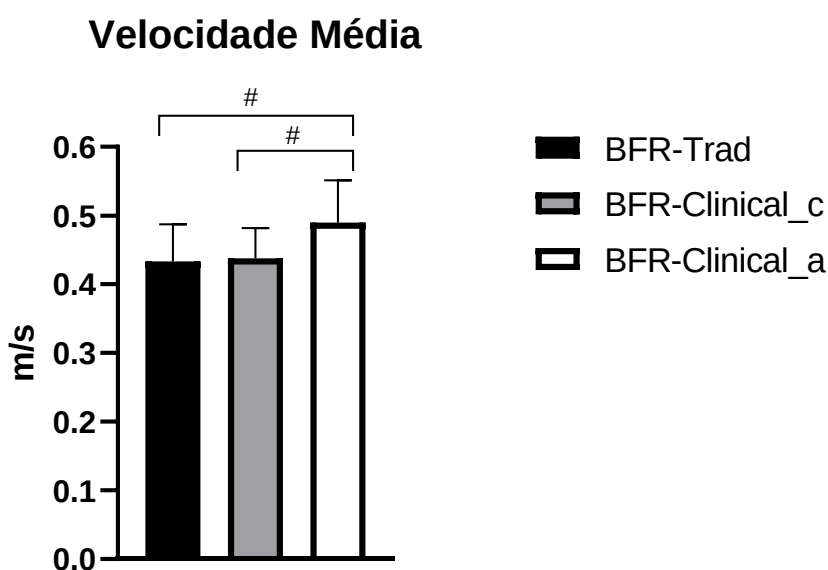


Figura 17. Comparação entre as três condições de exercício agudo (BFR-Trad x BFR-Clinical_c x BFR-Clinical_a) na média de velocidade. m/s: metros por segundos. Os dados são apresentados como média $\pm$ desvio padrão. (#): diferenças significantes entre as condições de exercício agudo ($p < 0,001$).

Os resultados encontrados na média de velocidade durante a realização de exercício dos voluntários, demonstraram maior aumento de velocidade na condição BFR-Clinical_a ($0,4968 \pm 0,06129$ m/s) comparada com as condições BFR-Trad

($0,4295 \pm 0,04981$ m/s) e BFR-Clinical_c ($0,4395 \pm 0,04603$ m/s) ($F = 13,769$, $p < 0,001$) (condição x condição), porém, não foram encontradas diferenças estatísticas entre as condições BFR-Trad x BFR-Clinical_c ($p > 0,05$).

7. DISCUSSÃO

Nessa pesquisa, propusemos e desenvolvemos um modelo de exercício adaptado do modelo original de treinamento de força com restrição do fluxo sanguíneo, com a intenção de ser utilizado clinicamente. A ideia por trás desse modelo deriva do conceito de que o exercício BFR-Trad é excelente para propostas de reabilitação musculoesquelética, principalmente pelo uso de baixa intensidade (HUGHES et al., 2017). Entretanto, é um modelo de exercício que simula alta intensidade, devido a alta produção de metabólitos musculares, provocando altos níveis de desconforto e percepção subjetiva de esforço, o que limita a aplicação do método em muitas condições clínicas (LOENNEKE et al., 2011).

A primeira prescrição de exercícios para a saúde que se tem documentada, foi feita pelo médico indiano Sushruta no ano 600 A.C. Ele escreveu: “ele deve ser tomado todos os dias”, mas tomado “apenas em metade de sua capacidade, caso contrário, poderá ser fatal” (TIPTON, 2014). Essas palavras referem-se à intensidade do exercício que, feito na “dosagem” errada, poderia ter consequências desastrosas ao invés de benéficas a saúde. De fato, a intensidade do exercício é uma das variáveis mais importantes para se induzir adaptações orgânicas benéficas. Ela deve variar de acordo com fatores como idade, nível de condicionamento e presença de doenças ou comorbidades (ACSM, 2009). Assim, a intensidade do exercício deve ser ajustada individualmente para todas as condições, incluindo as condições clínicas, onde a alta intensidade de esforço costuma ser mal tolerada (ACSM, 2009; HUGHES et al., 2017).

O desenvolvimento de um modelo clínico de exercício BFR requer cuidados especiais. Se por um lado, intensidades altas são mal toleradas em diversas condições clínicas, por outro lado, a demasiada atenuação dessa variável pode incorrer na ausência de adaptações musculoesqueléticas favoráveis (ACSM, 2009; LOENNEKE et al., 2012). Em linhas gerais, mantivemos o trabalho muscular e as condições de restrição do fluxo sanguíneo do modelo original (BFR-Trad), pois são as duas variáveis mais importantes para gerar adaptação muscular (FARUP et al.,

2015). Entretanto, o mesmo foi dividido em um número maior de séries, ou seja, foi mais parcelado. O principal aspecto do parcelamento, consiste na redução do esforço do exercício. Por exemplo, ao se parcelar o exercício em seis séries (BFR-Clinical) ao invés de três (BFR-Trad), mantendo o número total de repetições, reduz-se o número de repetições por série e aumenta-se os períodos de descanso. Com isso, há uma diminuição na densidade do exercício (ou mesmo percepção de esforço) facilitando a execução (LASEVICIUS et al., 2018). Além de todos esses aspectos citados, existia uma diferença entre os modelos “BFR-Clinical”. No BFR-Clinical_c, os voluntários realizavam o exercício com o uso de metrônomo (cadência controlada), assim como no modelo BFR-Trad. E, no modelo BFR-Clinical_a era realizado sem o uso de metrônomo, ou seja, os voluntários executavam o exercício controlando a sua própria cadência (cadência autocontrolada). Dessa forma, no modelo BFR-Clinical_a especificamente, os voluntários poderiam ter uma percepção e redução de desconforto melhor comparada aos modelos cadenciados, podendo influenciar diretamente na densidade e possivelmente na potência muscular exercida por eles durante o exercício.

A redução do esforço no exercício pode trazer profundas modificações no metabolismo muscular. No exercício BFR-Trad, a fim de produzir energia ATP para a contração muscular, duas vias energéticas são utilizadas majoritariamente: Em menor grau, o sistema ATP-CP, e em maior grau, o sistema glicolítico. Além dos dois sistemas produzirem ATP em alta velocidade, o sistema glicolítico produz também, altas quantidades de íons H^+ (SUTTON et al., 1981; LOENNEKE et al., 2010). O acúmulo de íons H^+ na musculatura esquelética tem sido relacionado com o surgimento da fadiga muscular, além de ser um elemento de ligação entre a fadiga e o desconforto muscular (MAINWOOD et al., 1987; LOENNEKE et al., 2010). É que, além de inibir o aparato contrátil, o acúmulo de íons H^+ estimula metaborreceptores musculares que produzem, no sistema nervoso central, a percepção de desconforto associado à sensação de queimação, na musculatura exercitada (SPRANGER et al., 2015; WEATHERHOLT et al., 2013). Assim, como forma de avaliarmos a produção de íons H^+ , realizamos a medição do lactato sanguíneo.

O lactato também é produzido durante a glicólise anaeróbia, espelhando em grande parte a produção de íons H^+ , já que é formado pela condensação do piruvato ao H^+ produzido pela via glicolítica. Uma vez produzido no músculo, este é co-transportado para o exterior da fibra muscular juntamente com o íon H^+ , majoritariamente pelo transportador monocarboxilato de lactato 1 [MCT-1] (MAINWOOD et al., 1987; SCHOENFELD, 2013). As nossas análises de lactato sanguíneo, revelaram que os indivíduos que realizaram o método BFR-Clinical (cadenciado e autorregulado), apresentaram lactacidemia significativamente atenuada, quando comparada ao BFR-Trad. Além disso, também observamos redução do desconforto muscular (Figura 17), que provavelmente guarda estreita relação com o menor acúmulo de lactato e íons H^+ (SPRANGER et al., 2015). Adicionalmente, a percepção subjetiva de esforço mostrou-se reduzida no método BFR-Clinical (cadenciado e autorregulado) comparado ao BFR-Trad, o que pode estar relacionado tanto à redução do esforço, quanto ao menor acúmulo de lactato e íons H^+ (SPRANGER et al., 2015; LOENNEKE et al., 2011).

A afetividade ao exercício revela como o indivíduo percebe o exercício através de aspectos positivos e negativos (HARDY; REJESKI, 1989). Indivíduos que reportam baixa afetividade a determinado tipo de exercício apresentam menor aderência a esse exercício, no âmbito crônico (THARION et al., 1991). Considerando que as benesses fisiológicas e biopsicológicas do exercício dependem em grande parte de adaptações crônicas construídas ao longo de diversas sessões de exercício, a baixa aderência significa reduzida adaptação orgânica ao mesmo, e maior possibilidade de exclusão de um programa de exercícios (HARDY; REJESKI, 1989; THARION et al., 1991). Em nosso estudo, observamos que a afetividade ao exercício foi significativamente maior no modelo BFR-Clinical_a (autorregulado) comparado ao BFR-Trad. Isso pode guardar estreita relação com a redução na percepção subjetiva ao esforço (PSE) e também à redução do desconforto (escala de Borg CR-10), reportada pelos voluntários.

Interessantemente, a dor muscular de início tardio (DMIT, também conhecida como dor muscular do dia seguinte) também se mostrou reduzida no modelo BFR-Clinical (cadenciado e autorregulado) comparado ao BFR-Trad. O aumento da afetividade, da redução do desconforto e da percepção subjetiva de esforço no dia em que é realizado o exercício BFR-Clinical (cadenciado e autorregulado), somado

à reduzida dor muscular de início tardio, podem representar importantes indícios de aumentada aderência a esse programa de exercício, especialmente por populações especiais intolerantes à dor e ao desconforto.

As respostas cardiovasculares ao exercício BFR são mediadas pelo comando central (SNC, sistema nervoso central) e por respostas reflexas, principalmente mediadas pelos metaborreceptores musculares (BELLI et al., 2011; PETERSON et al., 2020). Devido ao menor acúmulo de lactato e possivelmente de íons H^+ na musculatura exercitada, postulamos que o sistema cardiovascular seria menos intensificado durante o exercício BFR-Clinical comparado ao BFR-Trad (PINTO et al., 2015), em voluntários jovens e normotensos. De fato, observou-se atenuação significativa da pressão arterial sistólica (PAS) imediatamente após o exercício, no modelo BFR-Clinical (cadenciado e autorregulado) comparado ao BFR-Trad. No entanto, não se observou modificação na resposta da PAS em nenhum outro momento avaliado. Em relação à pressão arterial diastólica (PAD) e à frequência cardíaca, nenhuma diferença foi observada entre os modelos. Apesar de identificarmos uma diferença significativa na frequência cardíaca entre os modelos BFR-Clinical (cadenciado e autorregulado) no momento pós exercício (pós-48h), o que pode representar uma ligeira adaptação ao treinamento BFR-Clinical_a. Assim, o sistema cardiovascular não pareceu ter sido afetado muito diferentemente pelo modelo BFR-Clinical (cadenciado e autorregulado) em relação ao modelo BFR-Trad.

Durante o exercício de alta intensidade, observa-se intensa descarga adrenérgica, contribuindo para o aumento da glicogenólise hepática e fornecimento de glicose para a circulação sistêmica. Por outro lado, o intenso trabalho muscular associado a hipóxia, dispara mecanismos insulino-independentes de captação da glicose muscular, mediada pelos transportadores de glicose número 4 (GLUT-4) (LOENNEKE et al., 2010; TABATA et al., 1999; DELA et al., 1992). Assim, o equilíbrio entre a produção e captação da glicose durante o exercício é obtido. A fim de avaliar o metabolismo da glicose durante o exercício BFR, realizamos medidas seriadas da glicemia sanguínea nos indivíduos, que se mostraram euglicêmicos na condição de repouso. Foi notado que imediatamente após o exercício, tanto os indivíduos que realizaram o BFR-Trad quanto os indivíduos que realizaram o BFR-Clinical (cadenciado e autorregulado), apresentaram resposta

menor da glicemia, comparada ao momento pré exercício, o que evidencia o potencial hipoglicemiante do exercício BFR. Apesar de apresentarem apenas efeito principal do tempo entre os momentos. Por outro lado, nenhuma modificação na glicemia sanguínea foi observada nos outros momentos em relação ao momento pré-exercício, o que indica uma boa regulação da homeostasia sanguínea da glicose nesses indivíduos.

A eficácia do método BFR em induzir hipertrofia muscular, deve-se majoritariamente ao seu alto estresse metabólico, em detrimento de sua baixa carga, o que ocasiona intensa fadiga muscular, recrutamento de fibras de contração rápida e grande produção de metabólitos musculares envolvidos no processo de hipertrofia (FUJITA et al., 2007; LOENNEKE et al., 2010; FARUP et al., 2015). Seria a redução do esforço e da lactacidemia possivelmente associada a menor produção de íons H^+ , um fator negativo na hipertrofia muscular no grupo BFR- Clinical em comparação ao BFR-Trad? Até o presente momento não possuímos essa resposta, que deverá ser obtida brevemente. Entretanto, temos algumas linhas de raciocínio.

1) É possível que o grau de estresse metabólico ocasionado pelo modelo BFR-Clinical (cadenciado e autorregulado), mesmo reduzido, seja adequado para induzir respostas semelhantes ao BFR-Trad, baseado nos níveis relativamente elevados de lactacidemia; 2) É possível que o grau de estresse metabólico ocasionado pelo modelo BFR-Clinical (cadenciado e autorregulado), seja inadequado para induzir respostas semelhantes ao BFR-Trad, mesmo com a lactacidemia apresentada; 3) Apenas no modelo BFR-Clinical autorregulado, é possível que o grau de estresse metabólico ocasionado pelo modelo BFR-Clinical, seja inadequado/reduzido para induzir respostas semelhantes ao BFR-Trad, porém, devido ao fato dos indivíduos performarem o BFR a uma maior velocidade/potência muscular, ativando fibras de contração rápida, níveis semelhantes de hipertrofia muscular poderão ocorrer no modelo BFR-Clinical autorregulado comparado ao modelo BFR-Trad.

Infelizmente este estudo apresentou algumas limitações, não conseguimos medir a atividade eletromiográfica dos membros treinados no modelo agudo. Estudos futuros são necessários para elucidar possíveis mecanismos de ativação muscular, em modelo de treinamento agudo ou crônico, principalmente relacionados aos efeitos positivos do treinamento BFR-Clinical.

8. CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou um modelo de exercício BFR adaptado do modelo BFR-Trad, com grande possibilidade de aplicação clínica, principalmente em grupos especiais, dentro dos protocolos apresentados. A facilidade de se aplicar o método na posição sentada, e o relativo baixo custo dos cuffs e da cadeira extensora, o torna ideal para ambientes clínicos e hospitalares. O fato de ser realizado na posição sentada e com baixa carga, permite até mesmo que indivíduos que não conseguem ambular, possam realizá-lo. Portanto, concluímos que o BFR-Clinical (cadenciado e autorregulado), demonstrou atenuação no desconforto muscular, percepção subjetiva de esforço e dor muscular de início tardio, comparado ao modelo de exercício BFR-Trad, além de maior afetividade ao BFR-Clinical_a, o que pode aumentar sobremaneira a aderência ao treinamento BFR. Acreditamos que esse modelo seja de muita valia para indivíduos que buscam restaurar sua massa muscular dos membros inferiores, mas encontram-se fragilizados e intolerantes aos esforços de alta intensidade.

9. REFERÊNCIAS

- ABE T, YASUDA T, MIDORIKAWA T, SATO Y, KEARNS CF, INOUE K, ISHII N. 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; 2005.
- ABE T, KEARNS CF, SATO Y. Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle, Kaatsu-walk training. *J Appl Physiol*, v. 104, n. 4, p.1255; 2006.
- ABE T, KEARNS CF, FUJITA S, SAKAMAKI M, SATO Y, BRECHUE WF. Skeletal muscle size and strength are increased following walk training with restricted leg muscle blood flow: implications for training duration and frequency. *Int J KAATSU Train Res*. 5(1):9–15; 2009.
- ADAMS GR. Invited review: autocrine/paracrine IGF-I and skeletal muscle adaptation. *J Appl Physiol*. 93(3):1159–67; 2002.
- AMAMOU T, NORMANDIN E, POULIOT J, DIONNE IJ, BROCHU M, RIESCO E. Effect of a high-protein energy-restricted diet combined with resistance training on metabolic profile in older individuals with metabolic impairments. *J Nutr Health Aging*. 21(1): 67-74; 2017.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE POSITION STAND. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 41(3):687-708; 2009.

ARAUJO JP, SILVA ED, SILVA JC, SOUZA TS, LIMA EO, GUERRA I, et al. The acute effect of resistance exercise with blood flow restriction with hemodynamic variables on hypertensive subjects. *J. Hum. Kinet.* 43 79–85; 2014.

BELLI JF, BACAL F, BOCCHI EA, GUIMARÃES GV. Ergoreflex activity in heart failure. *Arq Bras Cardiol*, 97(2):171-8; 2011.

BONAVENTURA JM, SHARPE K, KNIGHT E, FULLER KL, TANNER RK, GORE CJ. Reliability and accuracy of six hand-held blood lactate analysers. *J Sports Sci Med*, 1;14(1):203-14; 2015.

BORG G. Borg's Perceived Exertion and Pain Scales. Champaign, IL: Human Kinetics; 1998.

BORG GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 14: 377-381; 1982.

BRANDNER CR, KIDGELL DJ, WARMINGTON SA. Unilateral bicep curl hemodynamics: lowpressure continuous vs high-pressure intermittent blood flow restriction. *Scand J Med Sci Sports*; 2014.

BUCKNER SL, DANKEL SJ, MATTOCKS KT, JESSEE MB, MOUSER JG, COUNTS BR, LAURENTINO GC, LOENNEKE JP. Differentiating swelling and hypertrophy through indirect assessment of muscle damage in untrained men following repeated bouts of resistance exercise. *Eur J Appl Physiol*, 117(1):213–224; 2017.

BURGOMASTER KA, MOORE DR, SCHOFIELD LM, PHILLIPS SM, SALE DG, GIBALA MS. Resistance training with vascular occlusion: metabolic adaptations in human muscle. *Med Sci Sports Exerc*, 35:1203–8; 2003.

BELLICHA A, VAN BAAK MA, BATTISTA F, BEAULIEU K, BLUNDELL JE, BUSETTO L, CARRAÇA EV, DICKER D, ENCANTADO J, ERMOLAO A, FARPOUR-LAMBERT N, PRAMONO A, WOODWARD E. Effect of exercise training on weight loss, body composition changes, and weight maintenance in adults with overweight or obesity: An overview of 12 systematic reviews and 149 studies. *Oppert JM. Obes Rev.* 22(Suppl 4):e13256; 2021.

CLARK BC, MANINI TM, HOFFMAN RL, et al. Relative safety of 4 weeks of blood flow-restricted resistance exercise in young, healthy adults. *Scand J Med Sci Sports*, 21(5):653–62; 2011.

COUNTS, Brittany 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; 2016.

CRISAFULLI A, RIERA DE FARIAS R, FARINATTI P, LK GRUTTER, MILIA R, SAINAS G, PINNA V, PALAZZOLO G, DONEDDU A, MAGNANI S, MULLIRI G, ROBERTO S, BRANDÃO OLIVEIRA R. Blood Flow Restriction Training Reduces Blood Pressure During Exercise Without Affecting Metaboreflex Activity. *Front Physiol*, 9: 1736; 2018.

DA SILVA VL, MESSIAS FR, ZANCHI NE, GERLINGER-ROMERO F, DUNCAN MJ, GUIMARÃES-FERREIRA L. Effects of acute caffeine ingestion on resistance training performance and perceptual responses during repeated sets to failure. *J Sports Med Phys Fitness*, 55(5):383-9; 2015.

DELA F, MIKINES KJ, VON LINSTOW M, SECHER NH, GALBO H. Effect of training on insulin-mediated glucose uptake in human muscle. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 263: E1134– E1143; 1992.

ELLEFSSEN S, HAMMARSTROM D, STRAND TA, et al. Blood flow-restricted strength training displays high functional and biological efficacy in women: a within-subject comparison with high-load strength training. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 309(7):R767–79; 2015.

FARUP J, PAOLI F, BJERG K, RIIS S, RINGGARD S, VISSING K. Blood flow restricted and traditional resistance training performed to fatigue produce equal muscle hypertrophy. *Scand J Med Sci Sports*, 25: 754–763; 2015.

FOLSOM A.R., YATSUYA H., NETTLETON J.A., LUTSEY P.L., CUSHMAN M., ROSAMOND W.D. Community Prevalence of Ideal Cardiovascular Health, by the American Heart Association Definition, and Relationship with Cardiovascular Disease Incidence. *J. Am. Coll. Cardiol.* 57:1690–1696; 2011.

FRY CS, GLYNN EL, DRUMMOND MJ, TIMMERMAN KL, FUJITA S, ABE T, DHANANI S, VOLPI E, RASMUSSEN BB. Blood flow restriction exercise stimulates mTORC1 signaling and muscle protein synthesis in older men. *J Appl Physiol*, 108(5):1199–1209; 2010.

FUJITA S, ABE T, DRUMMOND MJ, CADENAS JG, DREYER HC, SATO Y, VOLPI E, RASMUSSEN BB. Blood flow restriction during low-intensity resistance exercise increases S6K1 phosphorylation and muscle protein synthesis. *J Appl Physiol*, 103(3):903–910; 2007.

FUJITA S, BRECHUE WF, KURITA K, SATO Y, ABE T. Increased muscle volume and strength following six days of low-intensity resistance training with restricted muscle blood flow. *Int J KAATSU Train Res.* 4(1):1–8; 2008.

GARBER CE, BLISSMER B, DESCHENES MR, FRANKLIN BA, LAMONTE MJ, LEE IM, NIEMAN DC, SWAIN DP. 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. *Med Sci Sports Exerc*, 43(7):1334-59; 2011.

GARNACHO-CASTAÑO MV, LÓPEZ-LASTRA S, MATÉ-MUÑOZ JL. Reliability and validity assessment of a linear position transducer. *J Sports Sci Med*, 14:128–36; 2015.

GUALANO B et al. Resistance training with vascular occlusion in inclusion body myositis: a case study. *Med Sci Sports Exerc*, 2: 250-254; 2010.

GORDON BR, MCDOWELL CP, LYONS M, HERRING MP. Resistance exercise training for anxiety and worry symptoms among young adults: a randomized controlled trial. *Sci Rep*. 16;10(1):17548; 2020.

HARDY CJ, REJESKI WJ. NOT WHAT, BUT HOW ONE FEELS: The Measurement of Affect During Exercise. *J Sport Exerc Psych*. 11: 304–317; 1989.

HATFIELD DL, KRAEMER WJ, SPIERING BA, HÄKKINEN K, VOLEK JS, SHIMANO T, SPREUWENBERG LP, SILVESTRE R, VINGREN JL, FRAGALA MS, GÓMEZ AL, FLECK SJ, NEWTON RU, MARESH CM. The impact of velocity of movement on performance factors in resistance exercise. *J Strength Cond Res*, 4: 760-6; 2006.

HERNINGTYAS EH, OKIMURA Y, HANDAYANINGSIH AE, et al. Branched-chain amino acids and arginine suppress MaFbx/atrogen-1 mRNA expression via mTOR pathway in C2C12 cell line. *Biochim Biophys Acta*, 1780(10):1115–20; 2008.

HUGHES L, PATON B, ROSENBLATT B, GISSANE C, PATTERSON SD. Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*, 51: 1003-1011; 2017.

ISHII N et al. Circuit training without external load induces hypertrophy in lower-limb muscles when combined with moderate venous occlusion. *International Journal of KAATSU Training Research*, 1: 24-28; 2005.

JACKSON AS, POLLOCK ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr*, 3: 497-504; 1978.

KATZ J, MELZACK R. Measurement of pain. *Surg Clin North Am* 79:231–52; 1999.

KIM D, LOENNEKE JP, YE X, BEMBEN DA, BECK TW, LARSON RD, BEMBEN MG. Low-load Resistance Training with Low Relative Pressure Produces Muscular Changes Similar to High-load Resistance Training, 6: E126-E133; 2017.

KRAEMER WJ, ADAMS K, CAFARELLI E, AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, et al. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 34(2):364–80; 2002.

KRAEMER WJ, FLECK SJ, DZIADOS JE, et al. Changes in hormonal concentrations after different heavy-resistance exercise protocols in women. *J Appl Physiol*. 75(2):594–604; 1993.

KRAEMER WJ, GORDON SE, FLECK SJ, MARCHITELLI LJ, MELLO R, DZIADOS JE, FRIEDL K, HARMAN E, MARESH C, FRY AC. Endogenous anabolic hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise in males and females. *Int J Sports Med.* 12(2):228-35; 1991.

KRAEMER WJ, MARCHITELLI L, GORDON SE, HARMAN E, DZIADOS JE, MELLO R, FRYKMAN P, MCCURRY D, FLECK SJ. Hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise protocols. *J Appl Physiol* (1985). 69(4):1442-50; 1990.

KRAEMER WJ, RATAMESS NA. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Med Sci Sports Exerc*, 4: 674–88; 2004.

KUBO K, KOMURO T, ISHIGURO N, et al. Effects of low-load resistance training with vascular occlusion on the mechanical properties of muscle and tendon. *J Appl Biomech.* 22(2):112–9; 2006.

KACIN A, STRAZAR K. Frequent low-load ischemic resistance exercise to failure enhances muscle oxygen delivery and endurance capacity. *Scand J Med Sci Sports*; 2011.

LASEVICIUS T, SCHOENFELD BJ, SILVA-BATISTA C, BARROS TS, AIHARA AY, BRENDON H, LONGO AR, TRICOLI V, PERES BA, TEIXEIRA EL. Muscle Failure Promotes Greater Muscle Hypertrophy in Low-Load but Not in High-Load Resistance Training. *J Strength Cond Res*; 2019.

LASEVICIUS T, UGRINOWITSCH C, SCHOENFELD BJ, ROSCHEL H, TAVARES LD, DE SOUZA EO, LAURENTINO G, TRICOLI V. Effects of different intensities of resistance training with equated volume load on muscle strength and hypertrophy. *Eur J Sport Sci.* 18(6):772-780; 2018.

LAURENTINO GC, UGRINOWITSCH C, ROSCHEL H, AOKI MS, SOARES AG, NEVES M JR, AIHARA AY, FERNANDES ADA R, TRICOLI V. Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. *Med Sci Sports Exerc* 44, 406–412; 2012.

LIMA-SOARES F, CHOLEWA JM, DE ARAUJO PESSÔA K, LANCH A AH JR, SILAMI-GARCIA E, DE MACEDO CHAVES R, LAUVER JD, HALL M, LAURENTINO GC, CABIDO CE, ROSSI FE, ZANCHI NE. Blood flow restriction and blood flow restriction resistance training improves muscle mass, muscle strength and mobility in an older patient with osteoarthritis carrying the ACTN3 endurance genotype: A case report. *Geriatr Gerontol Int.* 19(5):458-459; 2019.

LIU Y, JIANG N, PANG F, CHEN T. Resistance Training with Blood Flow Restriction on Vascular Function: A Meta-analysis. *Int. J. Sports Med*, 42:577–587; 2021.

LIXANDRÃO ME, UGRINOWITSCH C, BERTON R, VECHIN FC, CONCEIÇÃO MS, DAMAS F, LIBARDI CA, 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*, 2: 361-378; 2018.

LIXANDRÃO ME, UGRINOWITSCH C, LAURENTINO G, et al. Effects of exercise intensity and occlusion pressure after 12 weeks of resistance training with blood-flow restriction. *Eur J Appl Physiol*. 115(12):2471–80; 2015.

LOENNEKE JP, PUJOL TJ. The Use of Occlusion Training to Produce Muscle Hypertrophy. *Strength and Conditioning Journal*, 2009.

LOENNEKE JP, WILSON GJ, WILSON JM. A mechanistic approach to blood flow occlusion. *Int J Sports Med*, 1: 1–4; 2010.

LOENNEKE JP, BALAPUR A, THROWER AD, BARNES JT, PUJOL TJ. The perceptual responses to occluded exercise. *Int J Sports Med* 32: 181 – 184; 2011.

LOENNEKE JP, WILSON JM, WILSON GJ, PUJOL TJ, BEMBEN MG. Potential safety issues with blood flow restriction training. *Scand J Med Sci Sports* 21: 510–518; 2011a.

LOENNEKE JP, FAHS CA, WILSON JM, BEMBEN MG. Blood flow restriction: the metabolite/volume threshold theory. *Med Hypotheses*. 77:748–752; 2011b.

LOENNEKE JP, FAHS CA, ROSSOW LM, SHERK VD, THIEBAUD RS, ABE T, BEMBEN DA, BEMBEN MG. Effects of cuff with on arterial occlusion: implications for blood flow restricted exercise. *Eur J Appl Physiol*, 112:2903–2912; 2012.

LOENNEKE JP, FAHS CA, ROSSOW LM, THIEBAUD RS, MATTOCKS KT, ABE T, BEMBEN MG. Blood flow restriction pressure recommendations: a tale of two cuffs. *Frontiers in physiology*, 4: 1664-042X; 2013.

LOENNEKE JP, THIEBAUD RS, ABE T, BEMBEN MG. Blood flow restriction pressure recommendations: The hormesis hypothesis. *Medical Hypotheses*, 5: 623–626; 2014.

LOENNEKE JP, ALLEN KM, MOUSER JG, THIEBAUD RS, KIM D, ABE T, BEMBEN MG. Blood flow restriction in the upper and lower limbs is predicted by limb circumference and systolic blood pressure. *European journal of applied physiology*, 2: 397-405; 2015.

LOENNEKE JP, KIM D, MOUSER JG, ALLEN KM, THIEBAUD RS, ABE T, BEMBEN MG. Are there perceptual differences to varying levels of blood flow restriction? *Physiology & behavior*, 157: 277-280; 2016.

LOHMAN TG, ROCHE AF, MARTORELL R. Anthropometric standardization reference manual; 1988.

MACDOUGALL JD, SALE DG, ELDER GC, SUTTON JR. Muscle ultrastructural characteristics of elite powerlifters and bodybuilders. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 48(1):117-26; 1982.

MADARAME H, NEYA M, OCHI E, NAKAZATO K, SATO Y, ISHII N. Cross-transfer effects of resistance training with blood flow restriction. *Med Sci Sports Exerc*, 40: 258–263; 2008.

MADARAME H, NAKADA S, OHTA T, ISHII N. Postexercise blood flow restriction does not enhance muscle hypertrophy induced by multiple-set high-load resistance exercise. *Scandinavian Society of Clinical Physiology and Nuclear Medicine.* 1-6; 2017.

MAINWOOD GW, RENAUD JM, MASON MJ. The pH dependence of the contractile response of fatigued skeletal muscle. *Can J Physiol Pharmacol*, 4: 648-58; 1987.

MAIOR A. S., SIMAO R., MARTINS M. S., DE SALLES B. F., WILLARDSON J. M. Influence of blood flow restriction during low-intensity resistance exercise on the postexercise hypotensive response. *J. Strength Cond. Res.* 29 2894–2899; 2015.

MANINI TM, VINCENT KR, LEEUWENBURGH CL, LEES HA, KAVAZIS AN, BORST SE, CLARK BC. Myogenic and proteolytic mRNA expression following blood flow restricted exercise. *Acta Physiol (Oxf)* 201, 255–263; 2011.

MATTAR MA, GUALANO B, PERANDINI LA, et al. Safety and possible effects of low-intensity resistance training associated with partial blood flow restriction in polymyositis and dermatomyositis. *Arthritis Res Ther.* 16(5):473; 2014.

MOORE DR, BURGOMASTER KA, SCHOFIELD LM, et al. Neuromuscular adaptations in human muscle following low intensity resistance training with vascular occlusion. *Eur J Appl Physiol.* 92(4–5):399–406; 2004.

MAGA M, WACHSMANN-MAGA A, BATKO K, WŁODARCZYK A, KŁAPACZ P, KRĘŻEL J, SZOPA N, SLIWKA A. Impact of training with blood flow restriction on arterial functions and angiogenesis - a systematic review with meta-analysis. 31;11(6):1601; 2023.

NASCIMENTO D.D.C., PETRIZ B., OLIVEIRA S.D.C., VIEIRA D.C.L., FUNGHETTO S.S., SILVA A.O., PRESTES J. Effects of blood flow restriction exercise on hemostasis: A systematic review of randomized and non-randomized trials. *Int. J. Gen. Med.* 12:91–100; 2019.

MANETO GR, SOUSA MS, COSTA PB, SALLES BF, NOVAES GS, NOVAES JS. Hypotensive effects of resistance exercises with blood flow restriction. *J. Strength Cond. Res.* 29 1064–1070; 2015.

OWIREDU WKBA, AMEGATCHER G, AMIDU N. Precision and accuracy of three blood glucose meters: Accu-Chek Advantage, One Touch Horizon e Sensocard. *Journal of Medical Sciences*, 9: 185-193; 2009.

PATTERSON SD, HUGHES L, WARMINGTON S, BURR J, SCOTT BR, OWENS J, ABE T, NIELSEN JL, LIBARDI CA, LAURENTINO G, NETO GR, BRANDNER C, PEARSON S. J., HUSSAIN S. R. A review on the mechanisms of blood-flow restriction resistance training-induced muscle hypertrophy. *Sports Med.* 45 187–200; 2015.

PEARSON SJ, HUSSAIN SR. A Review on the Mechanisms of Blood-Flow Restriction Resistance Training-Induced Muscle Hypertrophy. *Sports Medicine*, 45(2), 187–200; 2014.

PETERSON RA, KÖNIG C, ZIMMERMANN K, BARRY CM, WIKLENDT L, BROOKES SJH. Effects of Lactate on One Class of Group III (CT3) Muscle Afferents. *Front Cell Neurosci.* 6;14:215; 2020.

POPE ZK, WILLARDSON JM, SCHOENFELD BJ. Exercise and blood flow restriction. *J Strength Cond Res.* 27(10):2914–26; 2013.

PINTO RR, POLITO MD. Haemodynamic responses during resistance exercise with blood flow restriction in hypertensive subjects. *Clin Physiol Funct Imaging.* 36(5):407-13; 2015.

PIGNANELLI C, CHRISTIANSEN D, BURR JF. Blood flow restriction training and the high-performance athlete: science to application. *J Appl Physiol* (1985). 130(4):1163-1170; 2021.

RHODES RE, FIALA B, CONNER M. A review and meta-analysis of affective judgments and physical activity in adult populations. *Ann Behav Med.* 38(3):180-204; 2009.

ROW BS, KNUTZEN KM, SKOGSBERG NJ. Regulating explosive resistance training intensity using the rating of perceived exertion. *J Strength Cond Res* 26: 664-671; 2012.

SATO, Y. The history and future of KAATSU training. *International Journal of KAATSU Training Research*, 1-5: 1349-4562; 2005.

SCHADEWALDT H. The history of diabetes mellitus. In: Van Englehardt D, ed. *Diabetes, its medical and cultural history*. Berlin: Springer Verlag. 43–100; 1987.

SCHOENFELD BJ, ARAGON AA, MOON J, KRIEGER JW, TIRYAKI-SONMEZ G. Comparison of amplitude-mode ultrasound versus air displacement plethysmography for assessing body composition changes following participation in a structured weight-loss programme in women. *Clin Physiol Funct Imaging*, 37(6):663-668; 2016.

SCHOENFELD BJ. Potential mechanisms for a role of metabolic stress in hypertrophic adaptations to resistance training. *Sports Med*, 43(3):179–94; 2013.

SCHOENFELD BJ. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *J Strength Cond Res*, 24(10):2857–72; 2010.

SHIMIZU R, HOTTA K, YAMAMOTO S, MATSUMOTO T, KAMIYA K, KATO M, HAMAZAKI N, KAMEKAWA D, AKIYAMA A, KAMADA Y, et al. Low-intensity resistance training with blood flow restriction improves vascular endothelial function and peripheral blood circulation in healthy elderly people. *Eur. J. Appl. Physiol*, 116:749–757; 2016.

SHINOHARA, M.; KOUZAKI, M.; YOSHIHISA, T.; FUKUNAGA, T. Efficacy of tourniquet ischemia for strength training with low resistance. *Eur J Appl Physiol*, 77(1–2):189–191; 1997.

SLYSZ J, STULTZ J, BURR JF. The efficacy of blood flow restricted exercise: A systematic review & meta-analysis. *J Sci Med Sport*. 19(8):669-75; 2016.

SPRANGER MD, KRISHNAN AC, LEVY PD, O'LEARY DS, SMITH SA. Blood flow restriction training and the exercise pressor reflex: a call for concern. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, v. 309, p. H1440-52; 2015.

STONE M, PLISK S, COLLINS D. Training principles: evaluation of modes and methods of resistance training--a coaching perspective. *Sports Biomech*.1(1):79-103; 2002.

SUGA T, OKITA K, TAKADA S, OMOKAWA M, KADOGUCHI T, YOKOTA T, HIRABAYASHI K, TAKAHASHI M, MORITA N, HORIUCHI M, KINUGAWA S, TSUTSUI H. Effect of multiple set on intramuscular metabolic stress during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction. *Eur J Appl Physiol*, 112(11):3915-20; 2012.

SUMIDE T, SAKURABA K, SAWAKI K, et al. Effect of resistance exercise training combined with relatively low vascular occlusion. *J Sci Med Sport*. 12(1):107–12; 2009.

SUNDBLAD P, KOLEGARD R, RULLMAN E, GUSTAFSSON T. Effects of training with flow restriction on the exercise pressor reflex. *Eur. J. Appl. Physiol*, 118 1903–1909; 2018.

SUTTON JR, JONES NL, TOEWS CJ. Effect of pH on muscle glucolysis during exercise. *Clin Sci*, 61(3):331–338; 1981.

TABATA Y, SUZUKI T, FUKUNAGA T, YOKOZEKI H, AKIMA, K FUNATO. Resistance training affects GLUT-4 content in skeletal muscle of humans after 19 days of head-down bed rest. *J Appl Physiol* (1985). 86(3):909-14; 1999.

TAKADA S, OKITA K, SUGA T, OMOKAWA M, KADOGUCHI T, SATO T, TAKAHASHI M, YOKOTA T, HIRABAYASHI K, MORITA N, HORIUCHI M, KINUGAWA S, TSUTSUI H. Low-intensity exercise can increase muscle mass

and strength proportionally to enhanced metabolic stress under ischemic conditions. *Journal of applied physiology*, 113(2):199-205; 2012.

TAKANO H, MORITA T, IIDA H, et al. Hemodynamic and hormonal responses to a short-term low-intensity resistance exercise with the reduction of muscle blood flow. *Eur J Appl Physiol*. 95(1):65–73; 2005.

TAKARADA Y, SATO Y, ISHII N. Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes. *Eur J Appl Physiol*, 86(4):308–14; 2002.

TAKARADA Y, TAKAZAWA H, SATO Y, TAKEBAYASHI S, TANAKA Y, ISHII N. Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *J Appl Physiol* (1985). 88(6):2097-106; 2000.

TEIXEIRA EL, BARROSO R, SILVA-BATISTA C, LAURENTINO GC, LOENNEKE JP, ROSCHEL H, UGRINOWITSCH C, TRICOLI V. Blood flow restriction increases metabolic stress but decreases muscle activation during high-load resistance exercise. *Muscle Nerve*. 57(1):107-111; 2018.

TEJWANI NC, IMMERMANN I, ACHAN P, EGOL KA, MCLAURIN T. Tourniquet cuff pressure: The gulf between science and practice. *J Trauma*. 61(6):1415-8; 2006.

TIPTON, CM. The history of “Exercise Is Medicine” in ancient civilizations. *Adv Physiol Educ* 38: 109–117; 2014.

THARION WJ, HARMAN EA, KRAEMER WJ, RAUCH TM. Effects of Different Weight Training Routines on Mood States. *J Strength Cond Res*. 5(2):60–5; 1991.

TÖRPEL A, HEROLD F, HAMACHER D, MÜLLER NG, SCHEGA L. Strengthening the Brain—Is Resistance Training with Blood Flow Restriction an Effective Strategy for Cognitive Improvement? *J. Clin. Med*. 2018, 7, 337; 2018.

VAN ROEKEL, H. E.; THURSTON, A. J. Tourniquet pressure: the effect of limb circumference and systolic blood pressure. *Journal of Hand Surgery*, v. 10, n. 2, p. 142-144; 1985.

VECHIN FC, LIBARDI CA, CONCEICAO MS, 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. *J Strength Cond Res*. 29(4):1071–6; 2015.

XIAOCHEN DU, WEI CHEN, NA ZHAN, XIQUO BIAN, WENBING YU. The effects of low-intensity resistance training with or without blood flow restriction on serum BDNF, VEGF and perception in patients with post-stroke depression. *Neuro Endocrinol Lett*. 28;42(4):229-235; 2021.

WEATHERHOLT A, BEEKLEY M, GREER S, URTEL M, MIKESKY A. Modified Kaatsu training: adaptations and subject perceptions. *Med Sci Sports Exerc.* 45(5):952-61; 2013.

WILSON JM et al. Practical blood flow restriction training increases acute determinants of hypertrophy without increasing indices of muscle damage. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(11):3068-3075; 2013.

WESTCOTT WL. Resistance training is medicine: effects of strength training on health. *Curr Sports Med Rep.* 11(4):209-16; 2012.

YANG Q, COGSWELL ME, FLANDERS WD, HONG Y, ZHANG Z, LOUSTALOT F, GILLESPIE C, MERRITT R, HU FB. Trends in Cardiovascular Health Metrics and Associations with All-Cause and CVD Mortality Among US Adults. *JAMA.* 307:1273–1283; 2012.

YASUDA T et al. Effects of low-intensity bench press training with restricted arm muscle blood flow on chest muscle hypertrophy: a pilot study. *Clinical physiology and functional imaging*, 5: 338-343; 2010.

YASUDA T, OGASAWARA R, SAKAMAKI M, et al. Combined effects of low-intensity blood flow restriction training and high-intensity resistance training on muscle strength and size. *Eur J Appl Physiol.* 111(10):2525–33; 2011.

YASUDA T, FUKUMURA K, FUKUDA T, UCHIDA Y, IIDA H, MEGURO M, SATO Y, YAMASOBA T, NAKAJIMA T. Muscle size and arterial stiffness after blood flow-restricted low-intensity resistance training in older adults. *Scand. J. Med. Sci. Sports.* 24:799–806; 2013.

YASUDA T, FUKUMURA K, FUKUDA T, IIDA H, IMUTA H, SATO Y, NAKAJIMA T. Effects of low-intensity, elastic band resistance exercise combined with blood flow restriction on muscle activation. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 24(1), 55–61; 2014.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Venho por meio deste convidá-lo a participar da pesquisa intitulada **“ADAPTAÇÃO DE UM PROTOCOLO DE TREINAMENTO DE FORÇA COM RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO TRADICIONAL PARA UM PROTOCOLO MODIFICADO: RESPOSTAS AGUDAS SOBRE O DESEMPENHO MUSCULAR, REDUÇÃO DO DESCONFORTO E DA FADIGA”** a ser realizada no Laboratório de Biologia Músculo Esquelética e Desempenho da Força em Seres Humanos – LABFORCEH da Universidade Federal do Maranhão – UFMA sob responsabilidade dos pesquisadores Prof. Dr. Nelo Eidy Zanchi (orientador), Kassiana de Araujo Pessoa Matte (aluna de doutorado) e demais integrantes da equipe executora. Eu, voluntariamente concordo em participar desta pesquisa **“ADAPTAÇÃO DE UM PROTOCOLO DE TREINAMENTO DE FORÇA COM RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO TRADICIONAL PARA UM PROTOCOLO MODIFICADO: RESPOSTAS AGUDAS SOBRE O DESEMPENHO MUSCULAR, REDUÇÃO DO DESCONFORTO E DA FADIGA”**. Estou ciente da minha participação em testes de força máxima e resistência, do treinamento de extensão de joelhos tradicional e ou com restrição do fluxo sanguíneo, medida de lactato sanguíneo, medidas antropométricas, variabilidade da frequência cardíaca e pressão arterial. Por tratarmos de um estudo pouco invasivo, que envolve método de determinação da força máxima, bem respaldado, amplamente utilizado, com a presença contínua dos pesquisadores, são considerados mínimos os riscos associados ao estudo que podem incluir leves desconfortos durante o seu procedimento. Todos os dados obtidos serão utilizados exclusivamente para fins de pesquisa pelo LABFORCEH, assim como o anonimato da minha participação. Estou ciente sobre a liberdade de esclarecer quaisquer dúvidas junto aos pesquisadores responsáveis pela pesquisa. Assim como, posso me recusar a participar desse estudo ou abandoná-lo a qualquer momento, sem precisar me justificar e sem transtorno ou constrangimento. Compreendo que não está prevista qualquer forma de remuneração e que os pesquisadores podem decidir sobre minha exclusão do estudo por razões científicas, sobre as quais serei devidamente informado. Portanto, concordo em participar desta pesquisa e dou o meu consentimento.

São Luís - MA, ____ de _____ de _____

Assinatura do voluntário _____

APÊNDICE B – FICHA DE ANAMNESE

Nome: _____		Avaliação: ____/____/____	
Idade: _____	D/N.: ____/____/____	E-mail: _____	
Cel.: _____	Curso: _____	Período: _____	

Sexo: _____	Peso: _____	Estatura: _____	IMC: _____
P.A. Rep.: ____/____		F.C. Rep.: _____	

☐ Doenças na família nos últimos anos? _____ ☐ Doenças pessoais nos últimos anos? _____ ☐ Possui alguma restrição a prática de atividade física? _____ ☐ Foi submetido a algum tipo de cirurgia? _____ ☐ Possui algum tipo de alergia? _____ ☐ Sofreu algum acidente ou lesão osteomuscular? _____ ☐ Utiliza algum tipo de medicamento? _____ ☐ Ultimamente tem sentido dores no corpo? _____ ☐ Tem ou teve o hábito de fumar? _____ ☐ Está em dieta para perder ou ganhar peso? _____ ☐ Pratica alguma atividade física atualmente? Qual (is)? _____ ☐ Outras ocorrências: _____
--

ASPECTOS NUTRICIONAIS

1. Você tem acompanhamento nutricional? () Sim () Não 2. Você tem intolerância a lactose/glúten? () Sim () Não 3. Número de refeições por dia? _____ 4. Você faz uso de alguma suplementação nutricional? () Sim () Não 5. Se sim, qual? _____ 6. Quantos litros de água por dia? _____ 7. Você faz uso de bebidas alcoólicas? () Sim () Não 8. Frequência: _____
--

PERÍMETROS

	Direito (cm)	Esquerdo (cm)
Ombro: _____ cm	Tam. Braço: _____ cm	Tam. Braço: _____ cm
Tórax: _____ cm	Braço relaxado: _____ cm	Braço relaxado: _____ cm
Cintura: _____ cm	Antebraço: _____ cm	Antebraço: _____ cm
Abdômen: _____ cm	Tam. Coxa: _____ cm	Tam. Coxa: _____ cm

Quadril: _____ cm	Coxa M: _____ cm	Coxa M: _____ cm
	Perna: _____ cm	Perna: _____ cm

% DE GORDURA: _____

PRESSÃO DE OCLUSÃO ARTERIAL (POA)

POA (100%): _____	POA (50%): _____
-------------------	------------------

SORTEIO DAS PERNAS - PROTOCOLOS

Perna/Protocolo: _____	Perna/Protocolo: _____	Perna/Protocolo: _____
------------------------	------------------------	------------------------

*Declaro que o sobredito é verdade, sob minha inteira responsabilidade.

São Luís – MA, ____/____/____

Assinatura do Voluntário

ANEXOS
ANEXO I - IPAQ
QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA – VERSÃO CURTA



Nome: _____

Data: ____/____/____ Idade : ____ Sexo: F () M ()

As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são **MUITO** importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação!

Para responder as questões lembre que:

- atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal
- atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez.

1a Em quantos dias da última semana você **CAMINHOU** por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias ____ por **SEMANA** () Nenhum

1b Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**?

horas: ____ Minutos:

2a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar **moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA**)

dias ____ por **SEMANA** () Nenhum

2b. Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades

por dia?

horas: _____ Minutos: _____

3a Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

3b Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia?**

horas: _____ Minutos: _____

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentado durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

4a. Quanto tempo no total você gasta sentado durante um **dia de semana?**

_____ horas _____ minutos

4b. Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um **dia de final de semana?**

_____ horas _____ minutos

ANEXO II – PAR-Q

Physical Activity Readiness Questionnaire
QUESTIONÁRIO DE PRONTIDÃO PARA ATIVIDADE FÍSICA
www.bang.com.br

Este questionário tem objetivo de identificar a necessidade de avaliação clínica e médica antes do início da atividade física. Caso você marque um SIM, é fortemente sugerida a realização da avaliação clínica e médica. Contudo, qualquer pessoa pode participar de uma atividade física de esforço moderado, respeitando as restrições médicas.

O PAR-Q foi elaborado para auxiliar você a se auto-ajudar. Os exercícios praticados regularmente estão associados a muitos benefícios de saúde. Completar o PAR-Q representa o primeiro passo importante a ser tomado, principalmente se você está interessado em incluir a atividade física com maior frequência e regularidade no seu dia a dia.

O bom senso é o seu melhor guia ao responder estas questões. Por favor, leia atentamente cada questão e marque SIM ou NÃO.

SIM NÃO

- ☐ ☐ 1. Alguma vez seu médico disse que você possui algum problema cardíaco e recomendou que você só praticasse atividade física sob prescrição médica?
- ☐ ☐ 2. Você sente dor no tórax quando pratica uma atividade física?
- ☐ ☐ 3. No último mês você sentiu dor torácica quando não estava praticando atividade física?
- ☐ ☐ 4. Você perdeu o equilíbrio em virtude de tonturas ou perdeu a consciência quando estava praticando atividade física?
- ☐ ☐ 5. Você tem algum problema ósseo ou articular que poderia ser agravado com a prática de atividades físicas?
- ☐ ☐ 6. Seu médico já recomendou o uso de medicamentos para controle da sua pressão arterial ou condição cardiovascular?
- ☐ ☐ 7. Você tem conhecimento de alguma outra razão física que o impeça de participar de atividades físicas?

Declaração de Responsabilidade

Assumo a veracidade das informações prestadas no questionário "PAR-Q" e afirmo estar liberado(a) pelo meu médico para participação em atividades físicas.

Nome do(a) participante: _____

ANEXO III – ESCALA PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO –
PSE

<u>ESCALA DE PERCEPÇÃO DE ESFORÇO</u>		
6	7	MUITO FÁCIL
7		
8		
9	10	FÁCIL
10		
11		
12	13	RELATIVAMENTE FÁCIL
13		
14		
15	16	RELATIVAMENTE CANSATIVO
16		
17		
18	19	CANSATIVO
19		
20		
21	22	MUITO CANSATIVO
22		
23		
24	25	EXAUSTIVO
25		
26		

ANEXO IV – ESCALA DE DESCONFORTO – CR10

<u>ESCALA DE BORG MODIFICADA</u>	
0	Nenhuma
0,5	Muito, muito leve
1	Muito leve
2	Leve
3	Moderada
4	Pouco intensa
5	Intensa
6	
7	Muito Intensa
8	
9	Muito, muito intensa
10	Máxima

ANEXO V – ESCALA VISUAL ANALÓGICA – EVA (ESCALA DE DOR)



ANEXO VI – ESCALA DE AFETIVIDADE

Feeling Scale (FS)

Como você está se sentindo agora?



+5	Muito bem	
+4		
+3	Bem	
+2		
+1	Razoavelmente bem	
0	Neutro	
-1	Razoavelmente mal	
-2		
-3	Mal	
-4		
-5	Muito mal	

ANEXO VII - PARECER

UNIVERSIDADE FEDERAL DO
MARANHÃO - UFMA

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ADAPTAÇÃO DE UM PROTOCOLO BFR TRADICIONAL PARA UM PROTOCOLO BFR CLINICAL; RESPOSTAS PRELIMINARES FAVORÁVEIS SOBRE O DESEMPENHO, ATIVAÇÃO MUSCULAR, REDUÇÃO DO DESCONFORTO E DA

Pesquisador: Nelo Eidy Zanchi

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 59371522.2.0000.5087

Instituição Proponente: Universidade Federal do Maranhão

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.109.572

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um estudo agudo, experimental transversal com duração total de quatro semanas. Os voluntários serão orientados a irem ao nosso laboratório após um mínimo de 24 horas sem realização de exercícios físicos ou mesmo, ingestão de bebidas alcoólicas e cafeinadas. Na primeira visita, aplicaremos o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), em seguida, os sujeitos serão orientados a responderem a anamnese, os questionários IPAQ - Questionário Internacional de Atividade Física (International Physical Activity Questionnaire) e PAR-Q - Questionário de Prontidão para Atividade Física (Physical Activity Readiness Questionnaire). Na sequência, serão coletadas medidas basais como peso, estatura, pressão arterial (PA), frequência cardíaca (FC), variabilidade da frequência cardíaca (VFC), pressão de oclusão arterial (POA), medidas antropométricas e avaliação da composição corporal. Um sorteio será realizado para definir qual das pernas realizará os respectivos modelos de exercício BFR - TRAD e BFR - CLINICAL. Na segunda visita, os voluntários realizarão a familiarização ao exercício de extensão unilateral de joelho (cadeira extensora), com e sem manguitos infláveis, a fim de familiarizar o indivíduo ao teste de 1

Endereço: Avenida dos Portugueses, 1966 CEB Velho

Bairro: Bacanga

CEP: 65.080-805

UF: MA

Município: SAO LUIS

Telefone: (98)3272-8708

Fax: (98)3272-8003

E-mail: cepufma@ufma.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO
MARANHÃO - UFMA**



Continuação do Parecer: 6.109.572

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1953072.pdf	24/05/2023 15:43:55		Aceito
Outros	Cartaresposta.pdf	24/05/2023 15:42:09	Nelo Eidy Zanchi	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracao.pdf	24/05/2023 15:40:22	Nelo Eidy Zanchi	Aceito
Cronograma	Cronogramadoprojeto.pdf	24/05/2023 15:39:49	Nelo Eidy Zanchi	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoDoutoradoPlataformaBrasil2.pdf	24/05/2023 15:39:19	Nelo Eidy Zanchi	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEDoutoradoPlataformaBrasil2.pdf	24/05/2023 15:38:28	Nelo Eidy Zanchi	Aceito
Orçamento	orcamento.pdf	24/05/2023 15:36:50	Nelo Eidy Zanchi	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	23/05/2022 21:29:10	Nelo Eidy Zanchi	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO LUIS, 10 de Junho de 2023

**Assinado por:
Emanuel Péricles Salvador
(Coordenador(a))**

Endereço: Avenida dos Portugueses, 1966 CEB Velho
Bairro: Bacanga **CEP:** 65.080-805
UF: MA **Município:** SAO LUIS
Telefone: (98)3272-8708 **Fax:** (98)3272-8003 **E-mail:** cepufma@ufma.br

ANEXO VIII - ARTIGO ORIGINAL PUBLICADO



Original Research

Does Beta-Alanine Supplementation Potentiate Muscle Performance Following 6 Weeks of Blood Flow Restriction or Traditional Resistance Training?

KASSIANA DE ARAUJO PESSÔA^{1,2}, JASON MICHAEL CHOLEWA^{2,3}, RAYSSA SOUSA-SILVA², ZHI XIA^{4,5}, ALESSANDRO M ZAGATTO⁶, ANTONIO HERBERT LANCHETA-JR⁷, JAKOB D LAUVER⁸, FABRÍCIO EDUARDO ROSSI⁹, and NELO EIDY ZANCHI^{1,2}

¹Health Sciences Post Graduate Program, Biological and Health Sciences Center, Federal University of Maranhão, São Luís - MA, Brazil; ²Laboratory of Skeletal Muscle Biology and Human Strength Performance (LABFORCEH), Federal University of Maranhão (UFMA), São Luís - MA, Brazil; ³University of Lynchburg, Lynchburg, VA, United States; ⁴Exercise Physiology and Biochemistry Laboratory, College of Physical Education, Jiangangshan University, Ji'an, China; ⁵Department of Sports Medicine, Chengdu Sport University, Chengdu, China; ⁶São Paulo State University (UNESP), Department of Physical Education, Bauru, Brazil; ⁷Laboratory of clinical investigation: experimental surgery, LIM26, Clinical Hospital, Faculty of Medicine, University of São Paulo; ⁸Department of Kinesiology, Coastal Carolina University, Conway, SC, USA; ⁹Immunometabolism of Skeletal Muscle and Exercise Research Group, Faculty of Science and Technology, Department of Physical Education and Professor at Graduate Program in Movement Sciences, São Paulo State University (UNESP), Presidente Prudente-SP, Brazil.

*Denotes undergraduate student author, †Denotes graduate student author, ‡Denotes professional author

ABSTRACT

International Journal of Exercise Science 16(2): X-Y, 2023. We aimed to compare the effects of beta-alanine on Traditional Resistance Training (TRAD) or Blood Flow Restriction Training (BFR). Methods: 19 subjects were randomly allocated to a Placebo ($n = 10$) or beta-alanine ($n = 9$) group. Subjects from both groups were trained unilaterally (unilateral arm curl) for six weeks, and each arm was trained using a different paradigm (BFR or TRAD). One repetition maximum (1RM) test measurements were performed before and after the strength training program. Work output was accessed as the total weight lifted (repetitions $\times$ weight lifted $\times$ sets) for the entire strength training program. Results: 1RM or total weight lifted was not increased by beta-alanine supplementation. However, the TRAD-trained arm showed a significantly increased 1RM and total weight lifted compared to the BFR arm ($p < 0.05$). Conclusion: We conclude that in the short-term (6 weeks) and following the current experimental conditions, beta-alanine does not benefit BFR or TRAD in terms of total weight lifted (volume of training) or maximal strength (1RM).

KEY WORDS: Resistance training, pre-workout, performance

ANEXO IX - ARTIGO ORIGINAL PUBLICADO



Article

Creatine supplementation combined with blood flow restriction training enhances muscle thickness and performance: a randomized, placebo-controlled, and double-blind study

Rayssa Sousa-Silva^{a,b}, Jason M. Cholewa^c, Kassiana de Araújo Pessôa^{a,b}, Zhi Xia^d, Jakob D. Lauver^e, Fabrício E. Rossi^f, and Nelo Eidy Zanchi^{g,h}

^aLaboratory of Skeletal Muscle Biology and Human Strength Performance (LABFORCEH), Federal University of Maranhão (UFMA), São Luís-MA, Brazil; ^bHealth Sciences Graduate Program, Biological and Health Sciences Center, Federal University of Maranhão, São Luís-MA, 65080-805, Brazil; ^cLynchburg University, Lynchburg, VA, USA; ^dExercise Physiology and Biochemistry Laboratory, College of Physical Education, Jiangangshan University, Ji'an, China; ^eDepartment of Kinesiology, Coastal Carolina University, Conway, SC, USA; ^fImmunometabolism of Skeletal Muscle and Exercise Research Group, Department of Physical Education and Professor at Graduate Program in Science and Health, Federal University of Piauí (UFPI), Teresina, PI, Brazil

Corresponding author: Nelo Eidy Zanchi (email: nelonzpt@gmail.com)

Abstract

This study aimed to compare the effects of an 8-week creatine (CR) or placebo (PL) supplementation on muscle strength, thickness, endurance, and body composition employing different training paradigms with blood flow restriction (BFR) vs. traditional resistance training (TRAD). Seventeen healthy males were randomized between the PL ($n = 9$) and CR ($n = 8$) groups. Participants were trained unilaterally utilizing a within-between subject bicep curl exercise where each arm was allocated to TRAD or BFR for 8 weeks. Muscular strength, thickness, endurance, and body composition were evaluated. Creatine supplementation promoted increases in muscle thickness in TRAD and BFR compared with their placebo counterparts, however, without a significant difference between treatments ($p = 0.349$). TRAD training increased maximum strength (1 repetition maximum (1RM)) compared with BFR after 8 weeks of training ($p = 0.021$). Repetitions to failure at 30% of 1RM were increased in the BFR-CR group compared with the TRAD-CR group ($p = 0.004$). Repetitions to failure at 70% 1RM were increased from weeks 0–4 ($p < 0.05$) and 4–8 ($p < 0.05$) in all groups. Creatine supplementation exerted a hypertrophic effect when utilized with TRAD and BFR paradigms and increased muscle performance at 30% 1RM when utilized in conjunction with BFR. Therefore, creatine supplementation seems to amplify muscle adaptation following a BFR program. Registered in the Brazilian Registry of Clinical Trials (ReBEC), under the registration number: RBR-3vh8zgj.

Key words: creatine monohydrate, nutritional supplementation, blood flow restriction, hypertrophy, strength, muscular endurance

ANEXO X – ARTIGO ORIGINAL SUBMETIDO

Journal of Strength and Conditioning Research**Acute responses on discomfort, fatigue and muscle performance in different resistance training models with blood flow restriction.**

--Manuscript Draft--

Manuscript Number:	
Full Title:	Acute responses on discomfort, fatigue and muscle performance in different resistance training models with blood flow restriction.
Short Title:	Acute responses in different resistance training models with blood flow restriction.
Article Type:	Original Research
Keywords:	Strength Training; Blood Flow Restriction; Muscle Power; Discomfort; Muscle Fatigue
Corresponding Author:	KASSIANA DE ARAUJO PESSOA, Master Universidade Federal do Maranhão São Luís, Maranhão BRAZIL
Corresponding Author Secondary Information:	
Corresponding Author's Institution:	Universidade Federal do Maranhão
Corresponding Author's Secondary Institution:	
First Author:	KASSIANA DE ARAUJO PESSOA, Master
First Author Secondary Information:	
Order of Authors:	KASSIANA DE ARAUJO PESSOA, Master Jason M. Cholewa Zhi Xia Eduardo Moscoso dos Santos Débora Mendes Gomes Paulo Victor dos Santos Queiroz Fabrício E. Rossi Nelo E. Zanchi
Order of Authors Secondary Information:	
Manuscript Region of Origin:	BRAZIL
Abstract:	To compare resistance training interventions with blood flow restriction - BFR (Trad x Clinical_c x Clinical_a), in acute responses: localized muscle fatigue, perceived exertion, muscle performance, lactacidemia and judgment of exercise affectivity. 22 subjects, healthy and untrained, between 18 and 30 years old, participated. They performed 4 sessions of unilateral knee extension exercises, distributed among exercises BFR-Trad x BFR-Clinical_c x BFR-Clinical_a. Anthropometric measurements, body composition, assessment of perceptual scales, hemodynamics and pressure restriction were evaluated. In addition, they were submitted to the test of maximum strength, average speed, lactacidemia and glycemia. Significant increases in blood pressure were demonstrated in the three acute exercise conditions BFR-Trad, BFR-Clinical_c and BFR-Clinical_a ($F = 2.186$, $p < 0.05$), immediately after exercise, with the greatest increase for BFR- Trad ($133.91 \pm 18,789$ mmHg) compared to the BFR-Clinical models. Furthermore, increases in perceived exertion, discomfort, delayed onset muscle soreness (DOMS) and lactacidemia were demonstrated in the BFR-Trad condition compared to the BFR-Clinical condition ($p < 0.05$). Mean velocity revealed increases for BFR-Clinical_a (0.4968 ± 0.06129 m/s) ($p < 0.001$) as well as greater affectivity compared to BFR-Clinical_c and BFR-Trad ($p < 0.05$). The 3 exercise