

**FACULDADES NOVA ESPERANÇA FACENE
CURSO DE BACHARELADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

YKALO IAGO ACIOLE DE OLIVEIRA

**IMPACTO AGUDO DA RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO E GERMAN VOLUME
TRAINING NA HEMODINÂMICA E NO DESENVOLVIMENTO MUSCULAR**

JOÃO PESSOA

2025

YKALO IAGO ACIOLE DE OLIVEIRA

IMPACTO AGUDO DA RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO E GERMAN VOLUME TRAINING NA HEMODINÂMICA E NO DESENVOLVIMENTO MUSCULAR

Artigo apresentado ao curso de Bacharelado em Educação Física como requisito para obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Área de pesquisa: Construção do Conhecimento em Educação Física

Orientador: **Dr. Theodan Stephenson Cardoso Leite**

JOÃO PESSOA

2025

IMPACTO AGUDO DA RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO E GERMAN VOLUME TRAINING NA HEMODINÂMICA E NO DESENVOLVIMENTO MUSCULAR

João Pessoa, 2025

Artigo apresentado pelo(a) aluno(a) **Ykalo Iago Aciole de Oliveira**, do Curso de Bacharelado em Educação Física, tendo obtido o conceito de _____, conforme a apreciação da Banca Examinadora constituída pelos professores:

Prof. Dr. Theodan Stephenson Cardoso Leite
Faculdade de Enfermagem Nova Esperança

Prof. Dr. Lucas Dantas Maia Forte
Faculdade de Enfermagem Nova Esperança

Prof. Esp. Silvio Lago de Azevedo
Faculdade de Enfermagem Nova Esperança

FICHA CATALOGRÁFICA

O52i

Oliveira, Ykalo Iago Acirole de

Impacto agudo da restrição de fluxo sanguíneo e German Volume Training na hemodinâmica e no desenvolvimento muscular / Ykalo Iago Acirole de Oliveira. – João Pessoa, 2025.

21f.

Orientador: Prof.º D.º. Theodan Stephenson Cardoso Leite.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Educação Física) – Faculdade Nova Esperança - FACENE

1. Terapia de Restrição de Fluxo Sanguíneo. 2. Pressão Arterial. 3. Hipotensão. I. Título.

CDU: 796⁷

AGRADECIMENTOS

Gostaria de Agradecer, primeiramente a Deus por me conceder força, sabedoria e perseverança em todos os momentos dessa jornada. Sem sua presença e bênção, nada disso seria possível.

À minha família, pelo amor, paciência e apoio constante. Em especial aos meus pais, que sempre acreditaram em mim e me incentivaram a seguir em frente, mesmo nos momentos de maior dificuldade.

Aos meus professores, pela dedicação, ensinamentos e pela contribuição essencial na minha formação acadêmica e pessoal. Cada orientação foi fundamental para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus amigos, que estiveram ao meu lado compartilhando alegrias, desafios e conquistas. A amizade e o companheirismo de vocês tornaram essa caminhada mais leve e especial.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, o meu sincero agradecimento.

EPÍGRAFE

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

Martin Luther King

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	08
2 MATERIAL E MÉTODOS	09
2.1 Tipo de estudo	09
2.2 Desenho do estudo	09
2.3 Participantes	09
2.4 Aspectos éticos	09
2.5 Instrumentos e procedimentos de coleta de dados	09
2.5.1 Medidas antropométricas	09
2.5.2 Avaliação da restrição de fluxo sanguíneo	10
2.5.3 Teste de predição de 1rm	10
2.5.4 Medidas hemodinâmicas.....	10
2.5.5 Avaliação de perimetria	11
2.6 Protocolos de intervenção	11
2.7 Análise Dos Dados	12
3 RESULTADOS	12
4 DISCUSSÃO	15
5 CONCLUSÃO.....	16
REFERÊNCIAS	16
APÊNDICE A – FICHA DE COLETA.....	17

IMPACTO AGUDO DA RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO E GERMAN VOLUME TRAINING NA HEMODINÂMICA E NO DESENVOLVIMENTO MUSCULAR

ACUTE IMPACT OF BLOOD FLOW RESTRICTION AND GERMAN VOLUME TRAINING ON HEMODYNAMICS AND MUSCLE DEVELOPMENT

RESUMO

A técnica de restrição do fluxo sanguíneo (RFS) tem sido utilizada para melhorar a hemodinâmica e promover a hipertrofia muscular. Contudo, a combinação da RFS com outros métodos de treinamento ainda representa uma lacuna no conhecimento científico. Assim, o presente estudo teve como objetivo analisar o efeito agudo da combinação entre a RFS e o German Volume Training (GVT) sobre as medidas hemodinâmicas e hipertróficas (inchaço muscular agudo) em homens recreacionalmente treinados. Participaram do estudo 10 homens ($25,5 \pm 6,1$ anos; $81,5 \pm 7,3$ kg; $1,73 \pm 0,06$ m; $27,2 \pm 2,4$ kg/m²), submetidos de forma randomizada a três protocolos, com intervalo de 5 a 7 dias entre as sessões: GVT associado à RFS a 40% de 1RM (GVT+RFS 40%), GVT a 40% de 1RM (GVT 40%) e GVT a 80% de 1RM (GVT 80%). Cada protocolo foi realizado com o exercício rosca direta de bíceps. Foram analisadas as variáveis hemodinâmicas — pressão arterial sistólica, diastólica e frequência cardíaca nos momentos pré-teste, imediatamente após, 15 e 30 minutos após o exercício. A hipertrofia sarcoplasmática (edema pós-exercício) foi avaliada por meio da perimetria antes e após a intervenção. Os resultados indicaram que todos os protocolos aumentaram significativamente as medidas hemodinâmicas ($p < 0,05$) e apresentaram efeito hipotensivo na pressão arterial diastólica ($p < 0,05$). Além disso, observou-se aumento significativo da hipertrofia sarcoplasmática ($p < 0,05$) em todas as condições. Conclui-se que os protocolos analisados promoveram aumento das medidas hemodinâmicas dentro dos padrões de segurança, efeito hipotensivo na pressão arterial diastólica e incremento do edema pós-exercício, demonstrando que a combinação entre RFS e GVT pode gerar respostas agudas benéficas.

PALAVRAS-CHAVE: Terapia de Restrição de Fluxo Sanguíneo. Pressão arterial. Hipotensão.

ABSTRACT

The blood flow restriction (BFR) technique has been used to improve hemodynamics and promote muscle hypertrophy. However, the combination of BFR with other training methods still represents a gap in scientific knowledge. Thus, the present study aimed to analyze the acute effect of the combination between RFS and German Volume Training (GVT) on hemodynamic and hypertrophic (post-exercise edema) measures in recreationally trained men. Ten men (25.5 ± 6.1 years; 81.5 ± 7.3 kg; 1.73 ± 0.06 m; 27.2 ± 2.4 kg/m²) participated in the study, randomly subjected to three protocols with an interval of 5 to 7 days between sessions: GVT combined with RFS at 40% of 1RM (GVT+RFS 40%), GVT at 40% of 1RM (GVT 40%), and GVT at 80% of 1RM (GVT 80%). Each protocol was performed with the bicep curl exercise. Hemodynamic variables — systolic blood pressure, diastolic blood pressure, and heart rate — were analyzed at pre-test, immediately after, 15 minutes, and 30 minutes post-exercise. Sarcoplasmic hypertrophy (post-exercise edema) was assessed thru perimetry before and after the intervention. The results indicated that all protocols significantly increased hemodynamic measures ($p < 0.05$) and had a hypotensive effect on diastolic blood pressure ($p < 0.05$). Furthermore, a significant increase in sarcoplasmic hypertrophy ($p < 0.05$) was observed in all conditions. It is concluded that the analyzed protocols promoted an increase in hemodynamic measures within safety standards, a hypotensive effect on diastolic blood pressure, and an

increase in post-exercise edema, demonstrating that the combination of RFS and GVT can generate beneficial acute responses.

KEYWORDS: Blood Flow Restriction Therapy. Blood pressure. Hypotension

INTRODUÇÃO

O exercício de força (EF) tem se mostrado uma ferramenta essencial tanto para a prevenção quanto para o controle da pressão arterial (PA) (ACSM, 2004), além de ser amplamente reconhecido por promover ganhos de hipertrofia muscular (ACSM, 2009).

Diversos métodos de treinamento têm sido empregados para otimizar as respostas hemodinâmicas e hipertróficas (ACSM, 2009). Entre eles, destaca-se o German Volume Training (GVT), amplamente utilizado para induzir hipertrofia muscular (Hackett et al., 2018), e o treinamento com restrição do fluxo sanguíneo (RFS), aplicado com o intuito de estimular tanto a hipertrofia quanto a redução da PA (Almanza et al., 2022; Arenas-Sánchez et al., 2023; Mampel et al., 2023; Neves & Rodrigues Neto, 2022; Patterson et al., 2019; Pérez et al., 2020; Reina-Ramos & Herrera, 2014; Reyes-Reyes, 2023; Silva et al., 2024).

O método GVT consiste na execução de 10 séries de 10 repetições, visando maximizar o estresse metabólico, fator determinante para o crescimento muscular. Trata-se de um protocolo de alta densidade, reconhecido por sua eficácia no aumento de massa e força muscular, em razão da sobrecarga sistemática e controlada que impõe ao sistema musculoesquelético (Hackett et al., 2018).

Já o método RFS baseia-se na realização de exercícios com baixa carga (20–40% de 1RM), utilizando manguitos ou faixas elásticas para restringir parcialmente o fluxo sanguíneo no músculo alvo. Essa técnica tem se mostrado eficaz na promoção da hipertrofia e do ganho de força, especialmente em populações com restrições ao uso de altas cargas, como idosos, atletas lesionados (Mampel et al., 2023; Patterson et al., 2019) e indivíduos em processos de reabilitação (Ávila et al., 2024; Bahamondes-Ávila et al., 2024; Carvalho Neto et al., 2024; Mampel et al., 2023; Ubieta-García et al., 2023).

Apesar da ampla aplicação de ambos os métodos de forma isolada, a combinação entre GVT e RFS ainda não foi explorada quanto aos seus efeitos agudos sobre as respostas hemodinâmicas e o edema pós-exercício.

Considerando o potencial sinérgico dessas estratégias, investigar essa interação pode oferecer evidências relevantes sobre sua segurança e eficácia, especialmente em indivíduos com experiência prévia em treinamento de força, antes de ser testada em outras populações.

A análise da literatura demonstra que a RFS isolada apresenta efeitos hipotensivos (Maior et al., 2015; Rodrigues Neto et al., 2015; Rodrigues Neto et al., 2016) e hipertróficos (Laurentino et al., 2012; Mampel et al., 2023; Pérez et al., 2020; Pope et al., 2013; Reina-Ramos & Herrera, 2014; Reyes-Reyes, 2023), enquanto o GVT tem sido estudado apenas quanto aos seus efeitos crônicos sobre a hipertrofia (Amirthalingam et al., 2017; Hackett et al., 2018).

No entanto, a combinação entre RFS e GVT apresenta-se como uma estratégia potencialmente eficaz para otimizar a hipertrofia muscular, ao integrar o elevado volume de treinamento do GVT com a menor sobrecarga mecânica proporcionada pela RFS. Embora o GVT seja reconhecido por sua efetividade no aumento de massa muscular, seu emprego com cargas altas pode elevar o risco de fadiga e lesões. Em contraste, a RFS permite adaptações significativas mesmo com cargas reduzidas. Não há registros de investigações que associem RFS e GVT para avaliar simultaneamente as respostas hemodinâmicas e o edema pós-exercício. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi analisar o efeito agudo da combinação entre a RFS e

o GVT nas variáveis hemodinâmicas e no desenvolvimento muscular em homens recreacionalmente treinados.

MATERIAL E MÉTODOS

Tipo de estudo

Trata-se de um estudo experimental com delineamento crossover e aleatorizado, no qual todos os participantes foram expostos às três condições experimentais.

Desenho do estudo

Os participantes realizaram quatro visitas, com intervalo de 5 a 7 dias entre cada sessão. Na primeira visita, os voluntários foram submetidos à aplicação do TCLE, anamnese e PARQ, na segunda foi feita a avaliação do ponto de restrição de fluxo sanguíneo e, por fim, o teste de predição de 1RM. Nas outras três visitas, os protocolos foram aplicados de forma randomizada no modelo crossover: GVT+RFS 40% = German volume training mais restrição de fluxo sanguíneo a quarenta por cento de 1RM; GVT 40% = German volume training a quarenta por cento de 1RM; GVT 80% = German volume training a oitenta por cento de 1RM.

Participantes

Participaram do estudo 10 homens recreacionalmente treinados ($25,5 \pm 6,1$ anos; $81,5 \pm 7,3$ kg; $1,73 \pm 0,06$ m; $27,2 \pm 2,4$ kg/m²), com experiência em treinamento de força variando entre seis meses e cinco anos. Foram critérios de inclusão: a) idade entre 18 e 40 anos; b) mínimo de seis meses e máximo de cinco anos de prática em treinamento de força; c) frequência semanal de treino entre 3 e 5 dias; d) condição de normotenso; e) ausência de lesões nos membros superiores no período inferior a um ano; e f) respostas negativas a todas as questões do PAR-Q (Shephard, 1988).

Aspectos éticos

Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética institucional CAEE: (89694825.5.0000.5179) e atende aos padrões éticos do Conselho Nacional de Saúde, sob a Res. 466/12. Todos os participantes assinaram um consentimento informado por escrito.

Instrumentos e Procedimento de Coleta de Dados

Medidas Antropométricas

A massa corporal foi mensurada utilizando uma balança digital Balmak BK-300Fan,

enquanto a estatura foi obtida por meio de um estadiômetro portátil Welmy (modelo 110 CH), com precisão de 0,1 cm e altura máxima de 210 cm. Durante as aferições, os participantes permaneceram descalços, com os pés juntos, em posição ortostática, mantendo a cabeça alinhada ao plano de Frankfurt. A partir dos valores obtidos, foi calculado o Índice de Massa Corporal (IMC) conforme as recomendações do American College of Sports Medicine (ACSM, 2010).

Avaliação do Ponto de Restrição do Fluxo Sanguíneo

Os participantes permaneceram em posição ortostática, e um esfigmomanômetro padrão (Riester – Tourniquet pneumático *Komprimeter to Hemostasis in Extremities*) foi posicionado no braço, próximo à prega axilar, com dimensões de 100 mm de largura por 540 mm de comprimento. A restrição parcial do fluxo sanguíneo foi determinada por meio de um doppler vascular (DV-2001, MedPeg®, Ribeirão Preto, SP, Brasil), cuja sonda foi posicionada sobre a artéria radial do braço direito para identificar a pressão arterial de treinamento (mmHg). O manguito foi inflado até a interrupção do pulso auscultatório da artéria radial, conforme descrito por Laurentino et al. (2012). Durante os exercícios, a pressão aplicada foi ajustada para 80% do valor necessário à restrição total do fluxo sanguíneo, resultando em uma média de $110,6 \pm 9,25$ mmHg.

Teste de Predição de 1RM

O protocolo para estimar o percentual de carga foi conduzido em uma única sessão. Inicialmente, os participantes realizaram um aquecimento leve, composto por cinco a dez repetições do exercício de rosca bíceps direto, utilizando de 40 a 60% da carga estimada de 1RM, conforme autorrelato do voluntário. Após um intervalo de 1 minuto de descanso, os sujeitos executaram de três a cinco repetições com 60 a 80% da carga estimada de 1RM. Em seguida, após mais 1 minuto de recuperação, foi realizada uma tentativa única com o objetivo de estimar a carga correspondente a 1RM. Para esse cálculo, utilizou-se a equação proposta por Brzycki (1993): $1RM = 100 \times \text{carga} / [102.78 - (2.78 \times \text{repetições})]$. A carga e o número de repetições realizados foram inseridos na fórmula para obtenção do valor estimado de 1RM.

Medidas Hemodinâmicas

A aferição da pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD) e frequência cardíaca (FC) em repouso foi realizada utilizando um monitor automático de braço (HEM 7113, Omron Healthcare, Inc., Japão), devidamente registrado na Agência

Nacional de Vigilância Sanitária e certificado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). Todos os procedimentos seguiram as recomendações da American Heart Association (Pickering et al., 2005). As variáveis hemodinâmicas (PAS, PAD e FC) foram mensuradas nos seguintes momentos: em repouso (10 minutos antes do exercício), imediatamente após, 15 minutos e 30 minutos após o término da sessão. O duplo produto (DP) foi calculado pela multiplicação da PAS (mmHg) pela FC (bpm), considerando os valores obtidos no momento pré-exercício e ao final de cada protocolo.

Avaliação de Perimetria

A perimetria foi avaliada nos momentos de repouso e imediatamente após o exercício, utilizando uma fita métrica flexível da marca Wiso, com precisão de 1 mm. As medidas do perímetro do braço foram realizadas nas condições relaxada e contraída, antes e logo após cada protocolo. Para a mensuração com o braço relaxado, o participante mantinha o membro ao lado do corpo, e a medida era tomada no ponto médio entre o processo acromial e o olécrano, na face lateral do braço. Já para a perimetria com o braço contraído, o membro era posicionado a 90° em relação ao tronco e ao antebraço, sendo registrada a circunferência no ponto de maior volume aparente durante uma contração isométrica máxima. O braço direito foi adotado como referência para todas as avaliações.

Protocolos

Os participantes foram distribuídos aleatoriamente em três grupos experimentais, cada um submetido a uma intervenção distinta: a) GVT + RFS (40% de 1RM); b) GVT (40% de 1RM); c) GVT (80% de 1RM). No protocolo GVT + RFS 40%, os voluntários realizaram 10 séries de 10 repetições com carga correspondente a 40% de 1RM, associada à restrição do fluxo sanguíneo controlada a 80% da pressão de oclusão. O protocolo GVT 40% consistiram em 10 séries de 10 repetições com a mesma carga (40% de 1RM), porém sem restrição do fluxo. Já o protocolo GVT 80% foi composto por 10 séries de 10 repetições utilizando 80% de 1RM. O protocolo GVT tradicional utiliza cerca de 60% de 1RM; entretanto, o presente estudo adotou 80% de 1RM com o objetivo de testar uma condição de maior intensidade mantendo o volume total de 100 repetições. Considerando que os participantes eram recreacionalmente treinados, essa carga foi considerada segura e fisiologicamente tolerável. Todos os voluntários conseguiram completar as 10 séries sem necessidade de ajustes, assegurando padronização e comparabilidade entre os protocolos. Os intervalos de recuperação foram de 30 segundos entre as séries para os protocolos de baixa

carga (40%) e de 90 segundos para o protocolo de alta carga (80%). O exercício adotado foi a rosca direta de bíceps com barra e anilhas, realizado na posição em pé, com os pés na largura dos ombros, joelhos levemente flexionados e cotovelos estendidos no início do movimento. A contração do bíceps ocorria até a flexão completa do cotovelo. A velocidade de execução foi padronizada em 3 segundos por repetição, controlada por metrônomo sendo 1,5 segundo para a fase concêntrica e 1,5 segundo para a fase excêntrica.

Análise dos Dados

A análise estatística foi iniciada com o teste de normalidade de Shapiro-Wilk, que indicou distribuição normal das variáveis ($p > 0,05$). Para verificar possíveis diferenças nas variáveis PAS, PAD e FC, utilizou-se a ANOVA two-way de medidas repetidas (protocolos [GVT+RFS 40% vs. GVT 40% vs. GVT 80%] \times tempo [repouso, imediatamente pós-exercício, 15 min e 30 min]), seguida do teste post hoc de Bonferroni. Já para as variáveis PBR e PBC, aplicou-se a ANOVA two-way (protocolos [GVT+RFS 40% vs. GVT 40% vs. GVT 80%] \times tempo [repouso, imediatamente pós-exercício]), também acompanhada do teste post hoc de Bonferroni. O nível de significância adotado foi $p \leq 0,05$, e todas as análises foram conduzidas no software estatístico SPSS 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL).

RESULTADOS

Na análise comparativa da pressão arterial sistólica (PAS), realizada por meio de ANOVA Two-Way para medidas repetidas, verificou-se que não houve interação significativa entre os fatores protocolo e tempo ($F = 0,962$; $p = 0,456$), nem diferença significativa entre os protocolos isoladamente ($F = 0,228$; $p = 0,797$). Entretanto, observou-se efeito significativo do fator tempo ($F = 73,781$; $p < 0,001$). De acordo com a Tabela 1, houve aumento significativo da PAS em todos os protocolos ao longo do tempo ($p < 0,001$).

Tabela 1 - Pressão Arterial Sistólica (PAS)

Protocolos	Repouso	Imediatamente depois	15 min	30 min
GVT+RFS 40%	135,3 \pm 10,0	158,1 \pm 14,6*	132,8 \pm 8,5	128,9 \pm 9,7
GVT 40%	129,5 \pm 8,3	163,2 \pm 16,9*	131,4 \pm 15,2	128,7 \pm 10,4
GVT 80%	129,9 \pm 7,5	155,5 \pm 9,5*	129,3 \pm 10,9	130,6 \pm 12,0

Legenda: GVT+RFS 40% = German Volume Training com restrição de fluxo sanguíneo a 40%; GVT 40% = German Volume Training a 40%; GVT 80% = German Volume Training a 80%. * diferença significativa em relação ao repouso.

Na análise comparativa da pressão arterial diastólica (PAD), conduzida por meio da

ANOVA Two-Way para medidas repetidas, verificou-se que não houve interação significativa entre os fatores protocolo e tempo ($F = 0,915$; $p = 0,465$), nem diferença significativa entre os protocolos analisados ($F = 0,242$; $p = 0,786$). Entretanto, observou-se efeito significativo do fator tempo ($F = 9,768$; $p < 0,001$). Na análise temporal, constatou-se redução significativa da PAD em todos os protocolos quando comparados os momentos de repouso com os de 15 e 30 minutos após o exercício ($p < 0,05$). Além disso, apenas o protocolo GVT+RFS 40% apresentou queda significativa imediata da PAD entre o pré-teste e o momento pós-exercício ($p = 0,015$), conforme demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2 – Pressão Arterial Diastólica (PAD)

Protocolos	Repouso	Imediatamente depois	15 min	30 min
GVT+RFS 40%	76,7±11,3	66,1±10,2*	67,3±9,1*	64,9±11,55*
GVT 40%	76,1±9,6	73,5±12,1	66,4±12,8*	69,2±11,4*
GVT 80%	75,6±9,0	72,9±12,5	68,3±12,2*	67,7±9,6*

Legenda: GVT+RFS 40% = German Volume Training com restrição de fluxo sanguíneo a 40%; GVT 40% = German Volume Training a 40%; GVT 80% = German Volume Training a 80%. * diferença significativa em relação ao repouso.

Na análise comparativa da frequência cardíaca (FC), realizada por meio da ANOVA Two-Way para medidas repetidas, verificou-se que não houve interação significativa entre os fatores protocolo e tempo ($F = 0,932$; $p = 0,440$), nem diferença significativa entre os protocolos ($F = 1,209$; $p = 0,314$). Entretanto, observou-se efeito significativo do fator tempo ($F = 21,276$; $p < 0,001$). Ao analisar a variação temporal, constatou-se aumento significativo da FC em todos os protocolos, comparando-se os momentos de repouso e imediatamente após o exercício ($p < 0,05$). Esse aumento manteve-se elevado nos tempos de 15 e 30 minutos para o protocolo GVT+RFS 40% ($p < 0,05$) e permaneceu significativo no GVT 80% apenas entre o repouso e 15 minutos pós-exercício ($p = 0,031$), conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Frequência Cardíaca (FC)

Protocolos	Repouso	Imediatamente depois	15 min	30 min
GVT+RFS 40%	71,8±14,2	86,9±13,9*	81,1±8,7*	76,2±8,8*
GVT 40%	75,7±12,4	90,0±18,9*	77,7±11,0	75,9±10,2
GVT 80%	69,0±10,7	78,9±12,7*	74,2±10,9*	70,1±9,2

Legenda: GVT+RFS 40% = German Volume Training com restrição de fluxo sanguíneo a 40%; GVT 40% = German Volume Training a 40%; GVT 80% = German Volume Training a 80%. * diferença significativa em relação ao repouso.

Na análise comparativa do duplo produto (DP), conduzida por meio da ANOVA Two-Way para medidas repetidas, verificou-se que não houve interação significativa entre os fatores protocolo e tempo ($F = 1,288$; $p = 0,290$), nem diferença significativa entre os protocolos analisados ($F = 1,855$; $p = 0,176$). Entretanto, observou-se efeito significativo do fator tempo ($F = 57,610$; $p < 0,001$). Na análise temporal, constatou-se aumento significativo do DP em todos os protocolos, quando comparados os momentos de repouso e imediatamente após o exercício ($p < 0,05$). Esse aumento permaneceu elevado aos 15 minutos apenas no protocolo GVT+RFS 40% ($p = 0,016$), conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Duplo Produto (DP)

Protocolos	Repouso	Imediatamente depois	15 min	30 min
GVT+RFS 40%	9694,5±1984,9	13743,2±2488,2*	10753,8±1191,6*	9776,5±917,9
GVT 40%	9782,4±1574,7	14792,5±3831,6*	10136,2±1270,8	9693,7±834,8
GVT 80%	8966,6±1498,4	12256,6±2063,9*	9590,2±1590,4	9126,7±1269,7

Legenda: GVT+RFS 40% = German Volume Training com restrição de fluxo sanguíneo a 40%; GVT 40% = German Volume Training a 40%; GVT 80% = German Volume Training a 80%. * diferença significativa em relação ao repouso

Na análise comparativa da PBR realizada por meio da ANOVA Two-Way, verificou-se ausência de interação significativa entre os protocolos ($F = 0,362$; $p = 0,700$). Contudo, foi observada interação significativa em relação ao fator tempo ($F = 63,205$; $p < 0,001$). Especificamente na condição tempo, constatou-se um aumento significativo em todos os protocolos quando comparados os momentos de repouso e imediatamente pós-exercício ($p < 0,001$), conforme demonstrado na Tabela 5.

Tabela 5 - Perimetria do Braço Relaxado (PBR)

Protocolos	Repouso	Imediatamente depois
GVT+RFS 40%	35,1±1,8	36,0±1,7*
GVT 40%	34,8±1,7	36,0±1,7*
GVT 80%	35,6±1,9	36,5±1,7*

Legenda: GVT+RFS 40% = German Volume Training com restrição de fluxo sanguíneo a 40%; GVT 40% = German Volume Training a 40%; GVT 80% = German Volume Training a 80%. * diferença significativa em relação ao repouso.

Na análise comparativa da PBC por meio da ANOVA Two-Way, verificou-se que não houve interação significativa entre os protocolos ($F = 0,038$; $p = 0,963$). Entretanto, observou-se efeito significativo para o fator tempo ($F = 147,999$; $p < 0,001$). Especificamente na condição tempo, identificou-se aumento significativo em todos os protocolos quando comparados os momentos de repouso e imediatamente pós-exercício ($p < 0,05$), conforme apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 - Perimetria do Braço Contraído (PBC)

Protocolos	Repouso	Imediatamente depois
GVT+RFS 40%	37,0±1,7	38,0±1,9*
GVT 40%	37,3±1,6	38,2±1,8*
GVT 80%	37,4±1,7	37,8±1,6*

*Legenda: GVT+RFS 40% = German Volume Training com restrição de fluxo sanguíneo a 40%; GVT 40% = German Volume Training a 40%; GVT 80% = German Volume Training a 80%. * diferença significativa em relação ao repouso.*

DISCUSSÃO

O presente estudo investigou os efeitos agudos da combinação entre a Restrição do Fluxo Sanguíneo (RFS) e o Treinamento de Volume Alemão (GVT) sobre as respostas hemodinâmicas e o desenvolvimento muscular em homens recreacionalmente treinados. Os principais resultados indicaram que: (a) todos os protocolos promoveram efeito hipotensivo na pressão arterial diastólica (PAD); (b) houve elevação das variáveis hemodinâmicas dentro de limites seguros; e (c) observou-se aumento do edema pós-exercício. Este foi o primeiro estudo a avaliar de forma combinada os métodos GVT e RFS sobre parâmetros hemodinâmicos.

Estudos prévios analisaram apenas o efeito isolado da RFS, mostrando redução da pressão arterial após o exercício (Maior et al., 2015; Rodrigues Neto et al., 2015; Rodrigues Neto et al., 2016), enquanto não há registros sobre o impacto isolado do GVT nesse aspecto.

Neste trabalho, foi identificada hipotensão pós-exercício (HPE) na PAD em todos os protocolos comparando-se os momentos pré-teste e 15 e 30 minutos após o exercício, sendo que apenas o protocolo GVT+RFS 40% apresentou HPE imediata. Esse efeito pode estar relacionado à maior liberação de óxido nítrico, mediada pela enzima óxido nítrico sintetase, responsável pela conversão de L-arginina em óxido nítrico, o que melhora a função endotelial (Anderson & Wozniak, 2004; Viaro et al., 2000). A utilização da RFS de forma intermitente, aliada ao maior número de séries (10), pode ter intensificado essa reperfusão e, consequentemente, o efeito hipotensivo (Patterson et al., 2019; Rodrigues Neto et al., 2016).

Em relação às respostas hemodinâmicas, houve aumento significativo da pressão arterial sistólica e diastólica, da frequência cardíaca e do duplo produto, o que pode ser explicado pela redução do fluxo sanguíneo e consequente ativação do reflexo pressor muscular, elevando a resposta cardiovascular autonômica (Spranger et al., 2015). O elevado volume de repetições (100 no total) também pode ter contribuído para essa resposta aumentada, corroborando achados de Rodrigues Neto et al. (2017).

Embora não existam estudos sobre o efeito combinado do GVT e da RFS no desenvolvimento muscular, Amirthalingam et al. (2017) observaram que o GVT isolado, em 10 séries comparadas a cinco, não proporcionou maiores ganhos de força ou hipertrofia após 12 semanas. No entanto, esse protocolo mostrou aumento hipertrófico crônico, o que corrobora os achados agudos de aumento sarcoplasmático neste estudo. Assim, tanto o GVT isolado quanto sua combinação com RFS parecem induzir adaptações musculares em curto e longo prazo, independentemente do segmento corporal, da execução (uni/bilateral) e do volume total.

As respostas metabólicas e o recrutamento de unidades motoras são fatores determinantes na hipertrofia (Allauca-Llumiquinga et al., 2024; Pearson & Hussain, 2015; Pérez et al., 2020; Pope et al., 2013; Reina-Ramos & Herrera, 2014; Reyes-Reyes, 2023). Dessa forma, sugere-se que estudos futuros investiguem os efeitos crônicos dessa combinação.

Entre as limitações, destaca-se o pequeno tamanho amostral (n=10), comum em pesquisas com esse tipo de protocolo (Goldfarb et al., 2008; Rodrigues Neto et al., 2016; Takarada et al., 2000), e o uso de monitor automático (HEM 7113, Omron Healthcare, Inc., Japão) para mensuração da frequência cardíaca, equipamento amplamente aceito na literatura.

CONCLUSÃO

Os protocolos aplicados resultaram em redução da pressão arterial diastólica e promoveram elevação das variáveis hemodinâmicas (pressão arterial sistólica, frequência cardíaca e duplo produto), mantendo-se dentro de limites considerados seguros. Além disso, foi observado um aumento do volume muscular tanto no braço em repouso quanto no braço em contração. Dessa forma, torna-se necessário o desenvolvimento de novos estudos para elucidar de forma mais consistente os mecanismos fisiológicos envolvidos, verificar os efeitos a longo prazo e ampliar a compreensão sobre os potenciais benefícios clínicos dessas estratégias em distintas populações e contextos de saúde.

REFERÊNCIAS

- ACSM. (2004). *Exercise and hypertension*. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(3), 533-553.
- ACSM. (2009). *Progression models in resistance training for healthy adults*. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(3), 687-708.
- ACSM. (2010). *Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição*. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Allauca-Llumiyinga, M. B.; Santy, L. F. F.; Cárdenas-Pérez, D. (2024). *Efectos del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo sobre las extremidades superiores e inferiores en pacientes postquirúrgicos: una revisión sistemática*. *Cuestiones de Fisioterapia*, 53(2), 19-23.
- Almanza, A.; Giusiano, P.; Martincorena, N.; Brites, P.; Gómez, J.; Peláez, A. (2022). *Efectos del entrenamiento físico con restricción del flujo vascular durante la hemodiálisis*. *Revista de Nefrología, Diálisis y Trasplante*, 42(1), 11-21.
- Amirthalingam, T.; Mavros, Y.; Wilson, G. C.; Clarke, J. L.; Mitchell, L.; Hackett, D. A. (2017). *Effects of a modified German volume training program on muscular hypertrophy and strength*. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(11), 3109-3119.
- Anderson, J. E.; Wozniak, A. C. (2004). *Satellite cell activation on fibers: modeling events in vivo – an invited review*. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 82(5), 300-310.
- Arenas-Sánchez, G.; Mamani-Tapia, B.; Inostroza-Téllez, E.; Peiret-Villacura, L.; Farias-Valenzuela, C.; Orellana-Montini, J.; Espinoza-Salinas, A. (2023). *Efecto del entrenamiento con oclusión vascular sobre la potencia muscular en el ejercicio de press banca en adultos entrenados*. *Revista EuroAmericana de Ciencias del Deporte*, 12(9), 1-15.
- Ávila, C. B.; Gatica, C. C.; Medina, L. B.; Rosa, F. J. B.; Salazar, L. A. (2024). *Abordaje fisioterapéutico del ejercicio con restricción parcial del flujo sanguíneo: Revisión narrativa*. *Retos*, 58, 617-632.
- Bahamondes-Ávila, C.; Gatica, C. C.; Medina, L. B.; Rosa, F. B.; Salazar, L. A. (2024). *Abordaje fisioterapéutico del ejercicio con restricción parcial del flujo sanguíneo*. *Retos*, 58, 617-632. <https://doi.org/10.47197/retos.v58.99878>.
- Brzycki, M. (1993). *Strength testing – predicting a one-rep max from reps-to-fatigue*. *Journal of Physical Education Recreation and Dance*, 64(1), 88-88.
- Carvalho Neto, M. C.; Santos Monteiro, A. J.; Barreto, H. G. S.; Brandão, I. S.; Nascimento, J. D. M.; Reis França, L.; Gouveia, S. S. V. (2024). *Efeitos do treinamento de restrição de

fluxo sanguíneo (BFR-TR) em pacientes com osteoartrite de joelho: revisão sistemática*. **Fisioterapia Brasil**, 25(2), 1401-1415.

Goldfarb, A. H.; Garten, R. S.; Chee, P. D. M.; Cho, C.; Reeves, G. V.; Hollander, D. B.; Kraemer, R. R. (2008). *Resistance exercise effects on blood glutathione status and plasma protein carbonyls: influence of partial vascular occlusion*. **European Journal of Applied Physiology**, 104(5), 813-819.

Hackett, D. A.; Amirthalingam, T.; Mitchell, L.; Mavros, Y.; Wilson, G. C.; Halaki, M. (2018). *Effects of a 12-week modified German volume training program on muscle strength and hypertrophy – a pilot study*. **Sports**, 6(1), 7. <https://doi.org/10.3390/sports6010007>.

Laurentino, G. C.; Ugrinowitsch, C.; Roschel, H.; Aoki, M. S.; Soares, A. G. M.; Tricoli, V. (2012). *Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression*. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 44(3), 406-412.

<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318233b4bc>.

Maior, A. S.; Simão, R.; Rocha, M. M. S.; Freitas, S. B.; Willardson, J. M. (2015). *Influence of blood flow restriction during low-intensity resistance exercise on the post-exercise hypotensive response*. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 29(10), 2894-2899.

Mampel, J. E.; Val, A. Y.; Lavilla, M. S.; Solanas, R. A.; Anciso, I. Z. (2023). *El entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo: efectos fisiológicos y aplicaciones en rehabilitación*. **Revista Sanitaria de Investigación**, 4(1), 58.

Neves, J. S.; Rodrigues Neto, G. (2022). *Efeito do exercício com carga assimétrica na pressão arterial em indivíduos recreacionalmente treinados*. João Pessoa: Faculdade de Enfermagem Nova Esperança.

Patterson, S. D.; Hughes, L.; Warmington, S.; Burr, J. F.; Scott, B. R.; Owens, J.; Loenneke, J. P. (2019). *Blood flow restriction exercise: considerations of methodology, application and safety*. **Frontiers in Physiology**, 10, 533. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00533>.

Pearson, S. J.; Hussain, S. R. (2015). *A review on the mechanisms of blood-flow restriction resistance training-induced muscle hypertrophy*. **Sports Medicine**, 45(2), 187-200. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0264-9>.

Pérez, D. A. G.; Retamal, M. C.; Pereira, J. A. V. (2020). *Efectos del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo sobre el tejido muscular y óseo: un estudio piloto*. **Archivos de Medicina del Deporte**, 37(196), 92-98.

Pickering, T. G.; Hall, J. E.; Appel, L. J.; Falkner, B. E.; Graves, J.; Hill, M. N.; Roccella, E. J. (2005). *Recommendations for blood pressure measurement in humans and experimental animals. Part 1: Blood pressure measurement in humans*. **Circulation**, 111(5), 697-716.

- Pope, Z. K.; Willardson, J. M.; Schoenfeld, B. J. (2013). *Exercise and blood flow restriction*. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(10), 2914–2926.
- Reina-Ramos, C.; Herrera, R. D. (2014). *Entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo e hipertrofia muscular*. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 10(38), 366-382.
- Reyes-Reyes, P. C. (2023). *Partial restriction of blood flow with endurance, physiological foundation and training methodology*. *Revista de Ciencia y Tecnología en la Cultura Física*, 18(1).
- Rodrigues Neto, G.; Novaes, J. S.; Gonçalves, M.; Batista, G. R.; Mendonça, R. M. S. C.; Miranda, H. L.; Cirilo-Sousa, M. S. (2015). *Hypotensive effects of resistance exercises with blood flow restriction*. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(4), 1064-1070. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000734>.
- Rodrigues Neto, G.; Novaes, J. S.; Gonçalves, M. M.; Piazero, B. K. L.; Cirilo-Sousa, M. S. (2017). *Acute effects of resistance exercise with continuous and intermittent blood flow restriction on hemodynamic measurements and perceived exertion*. *Perceptual and Motor Skills*, 124(1).
- Shephard, R. J. (1988). *PAR-Q, Canadian Home Fitness Test and exercise screening alternatives*. *Sports Medicine*, 5(3), 185-195.
- Silva, J. F.; da Silva, I. M.; de Queiros, V. S.; Martins, F. J. A.; Dantas, P. M. S.; Cabral, B. G. A. T. (2024). *Efeito agudo do exercício com restrição de fluxo sanguíneo no desempenho físico em adultos treinados: revisão de escopo*. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, 18(114), 139-154.
- Spranger, M. D.; Krishnan, A. C.; Levy, P. D.; O’Leary, D. S.; Smith, S. A. (2015). *Blood flow restriction training and the exercise pressor reflex: a call for concern*. *American Journal of Physiology – Heart and Circulatory Physiology*, 309(9), H1440-H1452.
- Takarada, Y.; Takazawa, H.; Sato, Y.; Takebayashi, S.; Tanaka, Y.; Ishii, N. (2000). *Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans*. *Journal of Applied Physiology*, 88(6), 2097.
- Ubieta-García, A.; Cousiño, L. A. J.; Santiago-Pescador, S. (2023). *Restricción de flujo sanguíneo en la rehabilitación del ligamento cruzado anterior*. *Revista Cubana de Ortopedia y Traumatología*, 37(1).
- Viaro, F.; Nobre, F.; Évora, P. R. B. (2000). *Expression of nitric oxide synthases in the pathophysiology of cardiovascular diseases*. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 74(4), 365-379.

FICHA DE COLETA DE DADOS			
NOME:			
VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS			
MASSA CORPORAL			
ESTATURA			
IDADE			
PROTOCOLO GVT 80%			
VARIÁVEIS HEMODINÂMICAS			
REPOUSO	PAS (mm Hg)	PAD (mm Hg)	FC
IMEDIATAMENTE APÓS			
15 MIN			
30 MIN			
PERIMETRIA (CM)			
REPOUSO			
IMEDIATAMENTE APÓS			
PROTOCOLO GVT 40%			
VARIÁVEIS HEMODINÂMICAS			
REPOUSO	PAS (mm Hg)	PAD (mm Hg)	FC
IMEDIATAMENTE APÓS			
15 MIN			
30 MIN			
PERIMETRIA (CM)			
REPOUSO			
IMEDIATAMENTE APÓS			
PROTOCOLO GVT 40% + RFS			
VARIÁVEIS HEMODINÂMICAS			
REPOUSO	PAS (mm Hg)	PAD (mm Hg)	FC
IMEDIATAMENTE APÓS			
15 MIN			
30 MIN			
PERIMETRIA (CM)			
REPOUSO			
IMEDIATAMENTE APÓS			
TESTE DE PREDIÇÃO DE 1RM			
	Máximo	80%	40%
ROSCA DIRETA			