

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
PROGRAMA INTERINSTITUCIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
CIÊNCIAS FISIOLÓGICAS ASSOCIAÇÃO AMPLA UFSCar/UNESP

TALISSON SANTOS CHAVES

**COMPARAÇÃO DOS EFEITOS DOS PROTOCOLOS DE
PROGRESSÃO DA SOBRECARGA DO TREINAMENTO DE FORÇA
NOS GANHOS DE FORÇA E HIPERTROFIA MUSCULAR: UM
ESTUDO UNI-CEGO, RANDOMIZADO, CONTROLADO INTRA
SUJEITO**

São Carlos-SP
2023

TALISSON SANTOS CHAVES

COMPARAÇÃO DOS EFEITOS DOS PROTOCOLOS DE PROGRESSÃO DA SOBRECARGA DO TREINAMENTO DE FORÇA NOS GANHOS DE FORÇA E HIPERTROFIA MUSCULAR: UM ESTUDO UNI-CEGO, RANDOMIZADO, CONTROLADO INTRA-SUJEITO

“Tese apresentada ao Programa Interinstitucional de Pós-graduação em Ciências Fisiológicas Associação Ampla UFSCar/UNESP da Universidade Federal de São Carlos, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Ciências Fisiológicas”.

Orientador: Dr. Cleiton Augusto Libardi



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa Interinstitucional de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas

Folha de Aprovação

Defesa de Tese de Doutorado do candidato Talisson Santos Chaves, realizada em 11/04/2023.

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Cleiton Augusto Libardi (UFSCar)

Prof. Dr. Carlos Ugrinowitsch (USP)

Prof. Dr. Wladimir Rafael Beck (UFSCar)

Prof. Dr. Manoel Emilio Lixandrão (USP)

Prof. Dr. Felipe Cassaro Vechin (USP)

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa Interinstitucional de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas.

Aos meus pais
DEDICO

AGRADECIMENTOS

"Agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização desse sonho, especialmente aos meus pais Rita de Cássia Santos Chaves e Rolemberg da Silva Chaves, ao meu irmão Smile Chaves e sua família, à minha companheira Michelly Soares, aos integrantes e amigos do Laboratório de Adaptações Neuromusculares ao Treinamento de Força (MuscuLab/UFSCar) e ao meu orientador Cleiton Augusto Libardi."

Todos os homens têm, por natureza, desejo de conhecer.

(Aristóteles)

RESUMO

Esse foi um estudo uni-cego, randomizado, controlado intra-sujeito que teve como objetivo comparar os efeitos dos protocolos de progressão da sobrecarga pela intensidade (progINT) e volume (progVOL) na força muscular e área de secção transversa muscular (ASTM). Trinta e nove voluntários (20 homens e 19 mulheres) tiveram suas pernas randomizadas para o progINT e progVOL. Ambos os protocolos de treinamento foram realizados unilateralmente na cadeira extensora, 2-3 vezes por semana durante 10 semanas. O protocolo progINT consistiu na utilização de uma zona de repetições máximas previamente determinada (i.e., 9 a 12 repetições), e o peso foi ajustado somente quando o indivíduo realizou mais ou menos repetições do que o previamente estipulado. Para o progVOL o peso não foi alterado, mas as repetições foram aumentadas sempre que o momento de falha muscular concêntrica fosse prolongado. Os desfechos primários (Força muscular e ASTM) foram avaliados antes e após 23 sessões de treinamento. A força muscular foi avaliada por meio do teste de 1 repetição máxima (1RM) na cadeira extensora e a ASTM do vasto lateral por ultrassonografia. Para a comparação do volume total de treino (i.e., séries x repetições x peso [kg] [VTT]) acumulado entre os protocolos foi considerado a soma do VTT de todas as sessões de TF. Já para a comparação da progressão do VTT entre os protocolos, considerou a média do VTT das três primeiras e das três últimas sessões do período experimental. Os avaliadores foram cegados para alocação das pernas. Foi adotado um nível de significância de $p < 0,05$. Ambos os protocolos promoveram aumentos dos valores de 1RM do pré (progINT: $52,90 \pm 16,32$ kg; progVOL: $51,67 \pm 15,84$ kg) para o pós (progINT: $69,05 \pm 18,55$ kg, progVOL: $66,82 \pm 17,95$ kg), sem diferença entre eles ($p > 0,05$). Ambos os protocolos promoveram aumentos dos valores de ASTM do pré (progINT: $21,34 \pm 4,71$ cm²; progVOL: $21,08 \pm 4,62$ cm²) para o pós (progINT: $23,53 \pm 5,41$ cm², progVOL: $23,39 \pm 5,19$ cm²), sem diferença entre eles ($p > 0,05$). Não houve diferença entre protocolos no VTT acumulado (progINT: 53703 ± 17390 vs. progVOL: 52528 ± 18283 kg; $p = 0,34$) e na progressão do VTT (progINT: 882 ± 491 kg vs. progVOL: 1107 ± 586 kg; $p = 0,084$). Não encontramos diferenças entre os protocolos de progressão da sobrecarga pela intensidade e pelo volume, nos ganhos de força e hipertrofia muscular em indivíduos não treinados.

Palavras-chave: Aumento do Músculo Esquelético. Fortalecimento muscular. Treinamento com pesos.

ABSTRACT

This was a single-blind, randomized, within-subject controlled study that aimed to compare the effects of overload progression protocols by intensity (progINT) and volume (progVOL) on muscle strength and muscle cross-sectional area (MCSA). Thirty-nine volunteers (20 men and 19 women) had their legs randomized to progINT and progVOL. Both training protocols were performed unilaterally on the knee extension machine, 2-3 times per week for 10 weeks. The progINT protocol consisted of using a previously determined maximal repetition zone (i.e., 9 to 12 repetitions), and load was adjusted only when the individual performed more or fewer repetitions than previously stipulated. For the progVOL, load was not altered, but repetitions were increased whenever the moment of concentric muscular failure was prolonged. The primary outcomes (muscle strength and MCSA) were evaluated before and after 23 training sessions. Muscle strength was evaluated through the one-repetition maximum test (1RM) on the knee extension machine, and lateral vastus MCSA was evaluated by ultrasound. To compare the volume load (i.e., sets x repetitions x weight [kg] [VL]) accumulated between the protocols, the sum of the VL of all training sessions was considered. To compare the VL progression between the protocols, the average VL of the first three and last three sessions of the experimental period was considered. Evaluators were blinded to the allocation of legs. A significance level of $p < 0.05$ was adopted. Both protocols promoted increases in 1RM values from pre (progINT: 52.90 ± 16.32 kg; progVOL: 51.67 ± 15.84 kg) to post (progINT: 69.05 ± 18.55 kg, progVOL: 66.82 ± 17.95 kg), with no difference between them ($p > 0.05$). Both protocols promoted increases in MCSA values from pre (progINT: 21.34 ± 4.71 cm²; progVOL: 21.08 ± 4.62 cm²) to post (progINT: 23.53 ± 5.41 cm², progVOL: 23.39 ± 5.19 cm²), with no difference between them ($p > 0.05$). There was no difference between protocols in accumulated VL (progINT: $53,703 \pm 17,390$ vs. progVOL: $52,528 \pm 18,283$ kg; $p = 0.34$) or in progression VL (progINT: 882 ± 491 kg vs. progVOL: $1,107 \pm 586$ kg; $p = 0.084$). We found no differences between overload progression protocols by intensity and volume in gains of strength and muscle hypertrophy in untrained individuals.

Keywords: Skeletal Muscle Enlargement. Muscle strength. Resistance training.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** - Ilustração da área de secção transversa muscular (ASTM) de um sujeito reconstruída no PowerPoint e delimitada no ImageJ antes (A) e após (B) o período de treinamento de força 22
- Figura 2** - Fluxograma CONSORT do processo de coleta de dados 28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características iniciais dos participantes	26
Tabela 2 - Características iniciais dos participantes estratificadas por sexo	27
Tabela 3 - Características iniciais dos participantes estratificadas por protocolo	27
Tabela 4 - Desfechos primários antes (Pré) e após (Pós) os protocolos de treinamento de força com progressão da intensidade (progINT) e com progressão do volume (progVOL)	30
Tabela 5 - Número de repetições acumuladas após os protocolos de treinamento de força com progressão da intensidade (progINT) e com progressão do volume (progVOL).	31
Tabela 6 - Peso absoluto e relativo utilizados na primeira e última sessão após os protocolos de treinamento de força com progressão da intensidade (progINT) e com progressão do volume (progVOL).	32
Tabela 7 - Peso acumulado após os protocolos de treinamento de força com progressão da intensidade (progINT) e com progressão do volume (progVOL)	32
Tabela 8 - Volume total acumulado após os protocolos de treinamento de força com progressão da intensidade (progINT) e com progressão do volume (progVOL)	33
Tabela 9 - Progressão do VTT após os protocolos de treinamento de força com progressão da intensidade (progINT) e com progressão do volume (progVOL)	33

LISTA DE ABREVIATURAS

e.g.	Por exemplo
i.e.	Isto é

LISTA DE SIGLAS

- 1-RM – Uma Repetição Máxima
- ASTM – Área de Secção Transversa Muscular
- Cm – Centímetros
- CV – Coeficiente de Variação
- DM – Diferença Média
- DP – Desvio Padrão
- ET – Erro Típico
- IC95% – Intervalo de Confiança de 95 por cento
- IMC – Índice de Massa Corporal
- Kg – Kilogramas
- progINT – Progressão pela Intensidade
- progVOL – Progressão pelo Volume
- SP – São Paulo
- TE – Tamanho do Efeito
- TF – Treinamento de Força
- UFSCar – Universidade Federal de São Carlos
- UNESP – Universidade Estadual Paulista
- VTT – Volume Total de Treinamento

SUMÁRIO

1. Introdução.....	10
2. Objetivos.....	13
3. Hipóteses	14
4. Métodos	15
4.1. Delineamento experimental.....	15
4.2. Participantes	16
4.2.1. Critérios de elegibilidade.....	16
4.2.2. Tamanho amostral	16
4.2.3. Randomização	17
4.3. Área de secção transversa muscular	18
4.4. Força muscular	20
4.5. Protocolos de treinamento de força	21
4.6. Cegamento.....	22
4.7. Análises estatísticas	23
5. Resultados.....	25
5.1. Participantes e características da linha de base	25
5.2. Força muscular	28
5.3. Área de secção transversa muscular	28
5.4. Volume	30
5.5. Intensidade.....	30
5.6. Volume total de treinamento	32
5.7. Correlação entre a progressão do VTT e os desfechos primários	33
7. Discussão.....	34
8. Conclusão	40
9. Referências bibliográficas	41
10. Apêndices	46
11. Anexos.....	50

1 INTRODUÇÃO

Tem sido demonstrado que a força e massa muscular esquelética são vitais para saúde do ser humano (RANTANEN, 2003; WESTCOTT, 2012; MCLEOD, M. et al., 2016). Para manter ou aumentar ambos, o treinamento de força (TF) é considerado a intervenção mais eficaz (ACSM, 2009). Recomenda-se que a prescrição do TF para a obtenção de ganhos de força e hipertrofia muscular (i.e., aumento da área de secção transversa muscular [ASTM]) considere alguns princípios do treinamento físico (KRAEMER; RATAMESS; FRENCH, 2002; KRAEMER, 2003). Um dos princípios imperativos é o da sobrecarga progressiva, o qual envolve o aumento gradual do estresse colocado sobre o corpo durante o treinamento físico (ACSM, 2009). Sugere-se que promover a progressão da sobrecarga é uma condição necessária para uma adaptação continuada ao TF (KRAEMER; RATAMESS, 2004).

A progressão da sobrecarga pode ser promovida pela manipulação de uma ou mais variáveis do TF como intensidade (peso [kg]), volume (número de séries e/ou repetições), frequência (quantidade de sessões de TF por semana), duração das repetições (tempo das fases excêntrica e concêntrica) e pausa entre séries (intervalo de descanso) (KRAEMER; RATAMESS, 2004). Dentre essas variáveis, a manipulação da intensidade é tradicionalmente utilizada e recomendada para promover a sobrecarga progressiva (ACSM, 2009; SCHOENFELD et al., 2021). O aumento da sobrecarga pela intensidade ocorre pelo aumento do peso utilizado durante a sessão de TF (progINT). Dentre as diferentes estratégias de progINT, uma das mais aplicadas é o aumento do peso tendo como referência uma zona de repetições máximas, na qual preconiza-se que se o indivíduo realizar mais repetições do que o limite superior de repetições previsto na zona de repetições escolhida (e.g., 9 a 12 repetições) o peso seja aumentado (ACSM, 2009). No entanto, a progressão da sobrecarga pela progINT tem sido desafiada por estudos recentes que investigaram os efeitos de protocolos que progridem a sobrecarga por meio de mudanças no volume, aumentando o número de repetições (progVOL) sempre que possível. Especificamente, nesse modelo o peso não é alterado e não há limite de repetições. Portanto, as repetições podem ser aumentadas sempre que o indivíduo puder adiar o momento da falha muscular concêntrica (MITCHELL et al., 2012; LASEVICIUS et al., 2018; NÓBREGA et al., 2018). Entretanto, até o momento pouco se sabe se esse protocolo de progressão da sobrecarga é tão eficaz quanto o progINT para induzir ganhos de força e hipertrofia muscular.

Embora ambos os protocolos promovam a progressão da sobrecarga, pode ser desafiador quantificar essa progressão ao longo do período de intervenção. Uma maneira prática e relativamente simples de mensurar a progressão da sobrecarga é por meio da quantificação do volume total de treinamento (VTT = séries x repetições x peso [kg]). Estudos do nosso laboratório evidenciaram que tanto progINT quanto a progVOL podem levar a uma progressão do VTT durante um período de TF (BARCELOS et al., 2018; NÓBREGA et al., 2018; DE OLIVEIRA et al., 2019). Embora esses estudos não demonstrem uma associação entre o VTT acumulado (soma do VTT de todas as sessões de treinamento realizadas durante o período experimental) e as adaptações, os resultados indicam que a progressão do VTT pode estar associada com os ganhos de força e hipertrofia muscular. Por exemplo, protocolos de TF com similares progressões do VTT não apresentaram diferenças nos ganhos de força e hipertrofia muscular, apesar de terem produzido um VTT acumulado diferente (BARCELOS et al., 2018; DAMAS et al., 2019). Além disso, Nóbrega et al., (2023) demonstraram uma correlação significativa e moderada entre a progressão do VTT e os ganhos de força ($r = 0,51$; $p = 0,01$) e hipertrofia muscular ($r = 0,49$; $p = 0,01$). Portanto, considerando essas premissas, é plausível hipotetizar que se a progINT e a progVOL afetarem diferentemente a progressão do VTT, então é possível que esses protocolos de progressão também possam influenciar tais adaptações de maneira diferente.

Para melhor compreensão desse cenário, em recente estudo do nosso grupo, comparamos os protocolos progINT e progVOL e seus efeitos no VTT acumulado, na progressão do VTT, força e hipertrofia muscular (NÓBREGA et al., 2023). Os resultados não revelaram diferenças significantes no VTT acumulado. No entanto, foi demonstrado maior progressão do VTT e hipertrofia muscular para o progINT quando comparado ao progVOL, sem diferenças significantes nos ganhos de força. É válido ressaltar que a análise do tamanho do efeito observado para a comparação dos ganhos de força muscular entre os protocolos de progressão sugere um efeito moderado a favor do progINT. Infelizmente, o baixo tamanho amostral pode ter limitado a nossa capacidade de alcançar significância estatística. Esse foi o primeiro estudo que indicou que o progINT pode produzir maior progressão do VTT e maior hipertrofia muscular comparado ao progVOL. No entanto, esse estudo não é livre de limitações. Essa investigação foi uma análise secundária de dados previamente publicados pelo nosso laboratório (BARCELOS et al., 2018; NÓBREGA et al., 2018). Neste caso, a ausência de randomização entre os grupos de comparação impede a atribuição de causalidade entre os maiores efeitos do progINT na progressão do VTT, força e hipertrofia muscular

quando comparado ao progVOL. A mesma limitação se aplica às associações demonstradas entre a progressão do VTT e as adaptações. Portanto, a hipótese de que o progINT pode produzir maior progressão do VTT, maiores ganhos de força e hipertrofia muscular precisam ser adequadamente testadas por meio de um ensaio controlado randomizado.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO RELACIONADO AOS DESFECHOS PRIMÁRIOS

Comparar os efeitos dos protocolos de progressão da sobrecarga do treinamento de força pela intensidade (progINT) e volume (progVOL) na força muscular e área de secção transversa muscular (ASTM).

2.2 OBJETIVOS RELACIONADO AOS DESFECHOS SECUNDÁRIOS

2.2.1 Comparar os efeitos do progINT e progVOL no volume total de treinamento (VTT) acumulado e na progressão do VTT.

2.2.2 Testar se a progressão do VTT está associada aos aumentos na força muscular e ASTM.

3 HIPÓTESES

3.1 HIPÓTESE DOS DESFECHOS PRIMÁRIOS

O modelo progINT promoverá maior ganho de força muscular e hipertrofia muscular quando comparado ao progVOL.

3.2 HIPÓTESES DOS DESFECHOS SECUNDÁRIOS

3.2.1 O modelo progINT não promoverá maior VTT acumulado, mas promoverá maior progressão do VTT quando comparado ao progVOL.

3.2.2 Haverá associação entre a progressão do VTT e os ganhos de força muscular e ASTM

4 MÉTODOS

4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Esse é um estudo prospectivo, controlado-randomizado unicego (pesquisadores cegos para as avaliações) e intra-sujeito (i.e., cada perna realizava um protocolo de treinamento) conduzido no Brasil entre julho e outubro de 2022. Esse estudo foi relatado seguindo as recomendações descritas no checklist CONSORT e utilizou a extensão CONSORT para delineamento intra-sujeito (CHUNG et al., 2020). A opção pelo delineamento intra-sujeito foi para minimizar o impacto de variáveis de confusão que podem ocorrer entre grupos paralelos e possibilitar que perdas de acompanhamento sejam iguais entre as condições experimentais (CHUNG et al., 2020). Além disso, esse delineamento reduz a variabilidade entre sujeitos e permite que cada participante forneça duas unidades experimentais, o que possibilita a redução do tamanho amostral necessário para testar a hipótese (MACINNIS et al., 2017). Neste sentido, cada perna dos participantes foi aleatoriamente alocada para um dos protocolos de TF: *i*) progressão da sobrecarga pela intensidade (progINT) ou *ii*) progressão da sobrecarga pelo volume (progVOL). Nesse estudo, o protocolo progINT foi adotado como controle positivo por ser tradicionalmente realizado e recomendado para promover ganhos de força e hipertrofia muscular (ACSM, 2009; SCHOENFELD et al., 2021). Utilizamos dois desfechos primários, os quais foram analisados de forma independente. Múltiplos desfechos primários como é o caso do presente estudo são frequentemente utilizados quando a investigação de diferentes resultados são relevantes e igualmente importantes para compreensão mais completa dos efeitos da intervenção (VICKERSTAFF et al., 2015; MCLEOD, C. et al., 2019). Neste estudo, tanto a força muscular quanto a ASTM foram considerados desfechos primários, uma vez que ambas as medidas são importantes adaptações induzidas pelo TF e estão intimamente associadas com diversos desfechos clínicos com acentuada relevância para a saúde humana (e.g., incapacidade funcional, risco de diabetes e mortalidade) (RANTANEN, 2003; WESTCOTT, 2012; MCLEOD, M. et al., 2016; SRIKANTHAN; HORWICH; TSENG, 2016). Inicialmente, os participantes realizaram uma visita ao laboratório para realização da ultrassonografia para aquisição da ASTM. Após 72 horas, a ASTM foi mensurada novamente para a realização dos cálculos envolvendo a reprodutibilidade da medida. Nesse mesmo dia, após as avaliações de ultrassonografia, foi realizado o teste de uma repetição máxima (1RM) para mensuração da força muscular. Após 72 horas, o teste de 1RM foi novamente realizado. Noventa e seis horas após a realização do teste de 1RM, foi realizada a primeira das 23

sessões de TF. O TF foi realizado durante 10 semanas, com sessões realizadas de 2 a 3 vezes por semana. Por fim, a ultrassonografia e o teste de 1RM foram realizados 96 horas após a última sessão de TF. O protocolo do estudo foi retrospectivamente registrado no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (<https://ensaiosclinicos.gov.br/rg/RBR-57v9mrb>).

4.2 PARTICIPANTES

4.2.1 Critérios de elegibilidade

Foram incluídos homens e mulheres com idade entre 18 e 35 anos que não praticavam TF há pelo menos 6 meses. Foram excluídos os participantes que possuíam lesões musculoesqueléticas ou quaisquer distúrbios neuromusculares de membros inferiores que pudessem inviabilizar a realização dos protocolos de TF por qualquer umas das pernas.

4.2.2 Tamanho amostral

Para o cálculo do tamanho amostral nós realizamos uma análise de poder baseada em simulações para ANOVA de medidas repetidas de dois caminhos. Usamos o pacote Superpower no Rstudio disponível em Lakens and Caldwell (2021). Para determinar o tamanho da amostra necessária, executamos 10.000 simulações e estabelecemos que um tamanho mínimo de amostra de 38 participantes era necessário para atingir um poder estatístico de 80%, considerando $\alpha = 0,05$, $r = 0,72$ (correlação entre as pernas) e um tamanho do efeito (TE) para uma interação ordinal de $f = 0,12$ (estatística f de Cohen). Considerando possíveis perdas de acompanhamento, optamos por iniciar o estudo com um número maior de participantes. O valor de correlação entre pernas utilizado foi uma média obtida a partir do valor de correlação encontrada em estudos anteriores do nosso laboratório para o aumento dos valores de 1RM ($r = 0,66$) e ASTM ($r = 0,78$) (ANGLERI; UGRINOWITSCH; LIBARDI, 2017; NÓBREGA et al., 2018; DAMAS et al., 2019; CHAVES et al., 2020; SANTANIELO et al., 2020; ANGLERI et al., 2022). Para o cálculo amostral, quanto menor o TE determinado a priori, maior é o número de participantes necessários para testar a hipótese (PETERSON; FOLEY, 2021). Infelizmente, o aumento no tamanho amostral implica na necessidade de maiores recursos financeiros e estrutura física para comportar a logística de coleta. Considerando isso, utilizamos o menor tamanho de efeito viável para nossas condições laboratoriais (LAKENS, 2022). De acordo com o f de cohen, um efeito é considerado "pequeno" se for inferior a 0,10, "moderado" se estiver entre 0,10 e 0,39, e "grande" se for superior a 0,40 (COHEN, 1988). É importante salientar que o tamanho de efeito selecionado

para o cálculo amostral (i.e., $f = 0,12$) está próximo ao limite inferior do critério de interpretação (i.e., pequeno). Por essa razão, acreditamos que o tamanho de efeito escolhido foi adequado para garantir a viabilidade da investigação, bem como um poder estatístico adequado para captar ou descartar quaisquer efeitos importantes em nossos resultados.

4.2.3 Randomização

Devido a característica do delineamento experimental, cada participante do estudo realizou ambos os protocolos de TF (i.e., cada perna realizou um deles). No entanto, a sequência de alocação de cada perna para os protocolos de TF foi realizada utilizando a randomização em blocos e estratificada (BROGLIO, 2018). A randomização em blocos ocorreu dentro dos estratos gerados com base na dominância (dominante/não dominante), perna mais forte (direita/esquerda) e magnitude do desequilíbrio entre pernas dentro do sujeito no desempenho do teste de 1RM (alta/moderada/baixa). A sequência de alocação foi obtida por meio de um serviço central de randomização da internet (www.randomization.com). Após a geração do código de alocação, o protocolo de TF a qual cada perna dos participantes foi alocada foi comunicada diretamente pelo pesquisador aos outros pesquisadores responsáveis pela aplicação do TF. Todos os indivíduos foram instruídos sobre potenciais riscos e benefícios e forneceram consentimento informado por escrito após a divulgação completa dos métodos. Esse estudo foi aprovado pelo comitê de ética da Universidade Federal de São Carlos (5.505.441) e conduzido de acordo com a Declaração de Helsinque.

4.3 ÁREA DE SECÇÃO TRANSVERSA MUSCULAR

A ASTM do vasto lateral foi mensurada por meio de imagens de ultrassonografia (US) modo-B, utilizando um probe linear de 7,5 MHz (MySono U6, Samsung Industria e Comércio Ltda., São Paulo, Brasil) e seguindo o protocolo previamente validado por Lixandrão et al., (2014). Os participantes foram instruídos a se abster de atividades físicas vigorosas por pelo menos 72 h antes de cada avaliação (NEWTON et al., 2008; DAMAS et al., 2016). Ao chegar no laboratório, os participantes foram posicionados em decúbito dorsal por 15 minutos para garantir a estabilização de fluidos teciduais. O avaliador, por meio de palpação, identificou a distância entre o trocânter maior e o epicôndilo lateral do fêmur para determinar os comprimentos do fêmur direito e esquerdo do participante. O ponto correspondente a 50 % do comprimento foi marcado com caneta dermográfica como referência para a aquisição das imagens. A partir do ponto de 50 %, a pele também foi marcada nas direções medial e lateral,

em intervalos de 2 cm entre as marcações para orientar o deslocamento da sonda no plano sagital paralelamente ao eixo longo do fêmur. Gel de transmissão solúvel em água foi aplicado para garantir o acoplamento acústico da sonda de US sem comprimir a epiderme. Os participantes do estudo foram instruídos e lembrados a não divulgar a alocação das pernas ao avaliador independente. Para obtenção das imagens da ASTM a sonda do US foi deslocada no plano sagital, iniciando-se no ponto de alinhamento da borda superior da sonda com a marca cutânea mais medial (sobre o músculo reto femoral) e terminando na face lateral da coxa. Em seguida, as imagens foram abertas no *software Power Point* (Microsoft, EUA), rotacionadas manualmente para reconstruir toda a fásia do músculo vasto lateral de forma a permitir a visualização panorâmica de toda a ASTM, como descrito previamente por Reeves, Maganaris e Narici (2004). A imagem reconstruída foi aberta no *software ImageJ* e a função "poligonal" foi usada para circundar e mensurar a ASTM do vasto lateral, excluído ao máximo a fásia muscular e tecido ósseo subjacentes (Figura 1). O erro típico (ET) e o coeficiente de variação (CV) foram $0,60 \text{ cm}^2$ e $2,83 \%$, respectivamente.

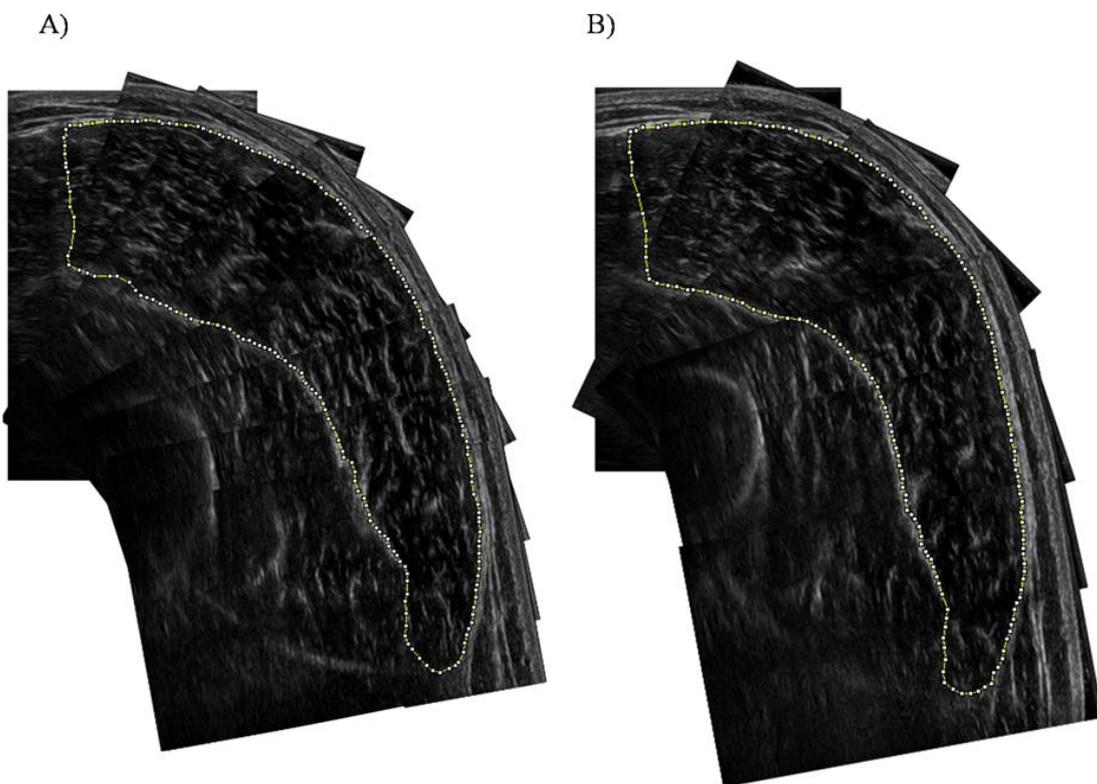


Figura 1. Ilustração da área de secção transversa muscular (ASTM) de um sujeito reconstruída

no PowerPoint e delimitada no ImageJ antes (A) e após (B) o período de treinamento de força.

4.4 FORÇA MUSCULAR

A força muscular foi mensurada por meio do teste de 1 repetição máxima (1RM) realizados unilateralmente na cadeira extensora (Effort NKR; Nakagym, São Paulo, Brasil), seguindo as recomendações descritas por Brown et al., (2001). Inicialmente, os participantes realizaram um aquecimento geral em bicicleta ergométrica a $20 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ por 5 minutos, seguido por duas séries de aquecimento específico na cadeira extensora. Na primeira série, os participantes realizaram 8 repetições com aproximadamente 50% da 1RM. Em seguida, foram realizadas três repetições com carga de aproximadamente 70% da 1RM. Um intervalo de dois minutos foi aplicado entre as séries de aquecimento. Após o aquecimento, os participantes realizaram o teste de 1RM. Na cadeira extensora os participantes iniciaram o teste com o joelho flexionado (90° verificado por goniômetro manual), em seguida realizaram a fase concêntrica do movimento até a máxima amplitude confortável, para então retornar à posição inicial. Foram permitidas até cinco tentativas para atingir a 1RM de extensão do joelho, com intervalos de 3 minutos entre as tentativas. Os participantes do estudo foram instruídos e lembrados a não divulgar a alocação das pernas ao avaliador independente. O horário da realização do teste de força não foi o mesmo para todos os sujeitos, mas foi controlado entre as condições (i.e., intra-sujeito). O ET e o CV foram 1,67 kg e 3,27 %, respectivamente.

4.5 Protocolos de treinamento de força

Os protocolos de TF foram realizados unilateralmente na cadeira extensora de duas a três vezes por semanas durante 10 semanas. Embora a frequência semanal de TF possa ter variado entre os indivíduos ao longo das semanas, todos completaram 23 sessões. Além disso, o delineamento experimental adotado permitiu que essas variações não influenciassem a comparação entre os protocolos, já que as duas pernas de cada sujeito eram treinadas no mesmo dia. No início de cada sessão de TF, os participantes realizaram um aquecimento geral em cicloergômetro (Ergo-Fit®, Pirmasens, Rheinland-Pfalz, Alemanha), pedalando a $20 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ por 5 min. No protocolo progINT o participante iniciava o programa de treinamento com um peso relativo de 80% de 1RM e a falha muscular concêntrica deveria ocorrer sempre entre 9 a 12 repetições. Nesse protocolo o peso era ajustado série a série, sempre que a falha

muscular concêntrica não acontecia dentro da zona de repetições estipulada. Assim, o peso poderia ser aumentado ou diminuído de acordo com o número de repetições realizadas e percepção dos pesquisadores sobre o desempenho do sujeito. Não houve um limite máximo estabelecido para o ajuste do peso, mas o valor mínimo para a alteração era de 1 kg. Esse procedimento de ajuste visou maior flexibilidade para adaptar a progressão do peso às necessidades dos participantes. Dessa forma, a progressão da sobrecarga acontecia sempre que o participante conseguisse realizar a série com mais peso. No protocolo progVOL o participante realizava o máximo de repetições possíveis até o ponto de falha muscular concêntrica com um peso correspondente à 80% de 1RM. Durante todo o período de treinamento, o peso utilizado permaneceu constante. Portanto, a progressão da sobrecarga acontecia sempre que o participante conseguisse realizar mais repetições antes do momento de falha muscular. Ambos os protocolos foram realizados com 4 séries e 90 segundos de intervalo entre elas. As intervenções foram aplicadas dentro da mesma sessão de treinamento e a ordem de aplicação dos protocolos foi randomizada e contrabalanceada. Um encorajamento verbal foi fornecido para ambos os protocolos para garantir o máximo de esforço. A equipe de pesquisadores era formada por profissionais de Educação Física com ampla experiência na prescrição e condução do TF. O peso absoluto e relativo [i.e., percentual de 1RM] utilizados na primeira e última sessão foram utilizados para comparar a intensidade dos protocolos no início e ao final do período experimental. A soma do VTT de todas as sessões para cada um dos protocolos foi utilizada para calcular o VTT acumulado. Já a média do VTT das três primeiras e três últimas sessões de TF foram utilizadas para análise da progressão do VTT.

4.6 CEGAMENTO

Para evitar o risco de viés relacionado à mensuração dos desfechos, foi promovido o cegamento dos pesquisadores que realizaram o teste de 1RM e a ultrassonografia. No entanto, devido ao caráter da investigação, não foi possível cegar os participantes e os provedores da intervenção para os protocolos realizados. Para minimizar o risco de viés em decorrência disso, a equipe de pesquisadores cegou os voluntários para a hipótese do estudo. Os participantes foram orientados também a evitar a adoção de co-intervenções e/ou mudanças comportamentais que pudessem afetar diferentemente os membros. Além disso, os pesquisadores responsáveis pelo TF foram previamente orientados sobre os protocolos

aplicados para garantir a fidelidade da prescrição e evitar quaisquer tratamentos diferenciais na implementação dos protocolos.

4.7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

A normalidade dos dados foi verificada pelo teste Shapiro-Wilk e a homogeneidade de variância pelo teste de Levene. Uma ANOVA de medidas repetidas de dois caminhos tendo protocolos e tempo como fatores fixos e participantes como fatores aleatórios foi utilizada para comparar os desfechos primários (1RM e ASTM) e secundários (progressão do VTT, peso absoluto e relativo). Em caso de um valor de F significativo, o ajuste de Tukey foi utilizado para comparações múltiplas. O peso, número de repetições e VTT acumulados ao longo da intervenção foram comparados entre os protocolos por meio de um teste t pareado. Foi realizada também uma análise de correlação de Pearson para cada protocolo separadamente para investigar a associação entre os aumentos percentuais da progressão do VTT e os aumentos percentuais dos valores de 1RM e ASTM. Adicionalmente, para evitar o pensamento dicotômico na interpretação dos desfechos primários (i.e., presença ou ausência de efeito), interpretamos, além do teste de significância da hipótese nula, o tamanho do efeito (TE) e o intervalo de confiança (IC95%). O TE foi relatado por meio da diferença média (DM) que consiste na diferença média entre grupos nos valores absolutos. A interpretação dessa estimativa é dependente das unidades do instrumento de avaliação e, portanto, permite uma melhor interpretação prática dos resultados (KELLEY; PREACHER, 2012). Os valores são apresentados como média \pm desvio padrão (DP). O nível de significância adotado foi $p \leq 0,05$. As análises foram realizadas usando o software RStudio e GraphPad Prism versão 8.0.0.

5 RESULTADOS

5.1 PARTICIPANTES E CARACTERÍSTICAS INICIAIS

As características iniciais dos participantes estão descritas na tabela 1. Além disso, apresentamos tabelas com as características iniciais dos participantes estratificadas por sexo (Tabela 2) e por protocolo (Tabela 3). Dos 101 participantes elegíveis para o estudo, 53 participantes concordaram em participar e tiveram suas pernas randomizadas para os protocolos. Dez participantes desistiram antes de iniciar a intervenção. Dos 43 que iniciaram a intervenção, três desistiram por motivos pessoais não relacionados à intervenção. Além disso, um participante retirou o consentimento antes de participar das avaliações finais. Assim, 39 participantes (i.e., 78 pernas) foram incluídos na análise dos desfechos primários. Um fluxograma CONSORT do ensaio controlado randomizado é apresentado na Figura 2.

Tabela 1. Características iniciais dos participantes.

N		39
Idade (anos)		24 ± 4
Massa corporal (kg)		68,2 ± 12,4
Estatura (m)		1,70 ± 0,08
IMC (kg/m ²)		23,5 ± 3,7
Nº de pessoas com desequilíbrio entre pernas na força muscular	Alto	16
	Moderado	12
	Baixo	11

IMC = Índice de massa corporal; Os valores são apresentados como média ± desvio padrão.

Tabela 2. Características iniciais dos participantes estratificadas por sexo

Sexo	Homens	Mulheres
N (% da amostra)	20 (51%)	19 (49%)
Idade (anos)	24 ± 3,2	23 ± 4,8
Massa corporal (kg)	73,1 ± 13,5	62,6 ± 8,4
Estatura (m)	1,76 ± 0,06	1,63 ± 0,05
IMC (kg/m ²)	23,5 ± 4,1	23,4 ± 3,3

IMC = Índice de massa corporal. Os valores são apresentados como média ± desvio padrão.

Tabela 3. Características iniciais dos participantes estratificadas por protocolo

Protocolos	progINT	progVOL
1RM (kg)	52,89 ± 16,31	51,66 ± 15,84
ASTM (cm ²)	21,34 ± 4,71	21,08 ± 4,62
N de pernas dominantes (% da amostra)	19 (48%)	20 (52%)
N de pernas mais fortes (% da amostra)	24 (61%)	15 (39%)
Nº de pessoas com desequilíbrio entre pernas na força muscular	Alto	8
	Moderado	6
	Baixo	5

progINT = protocolo de progressão pela intensidade; progVOL = protocolo de progressão pelo volume; 1RM = 1 repetição máxima; ASTM = área de secção transversa muscular; Nº = número; Os valores são apresentados como média ± desvio padrão.

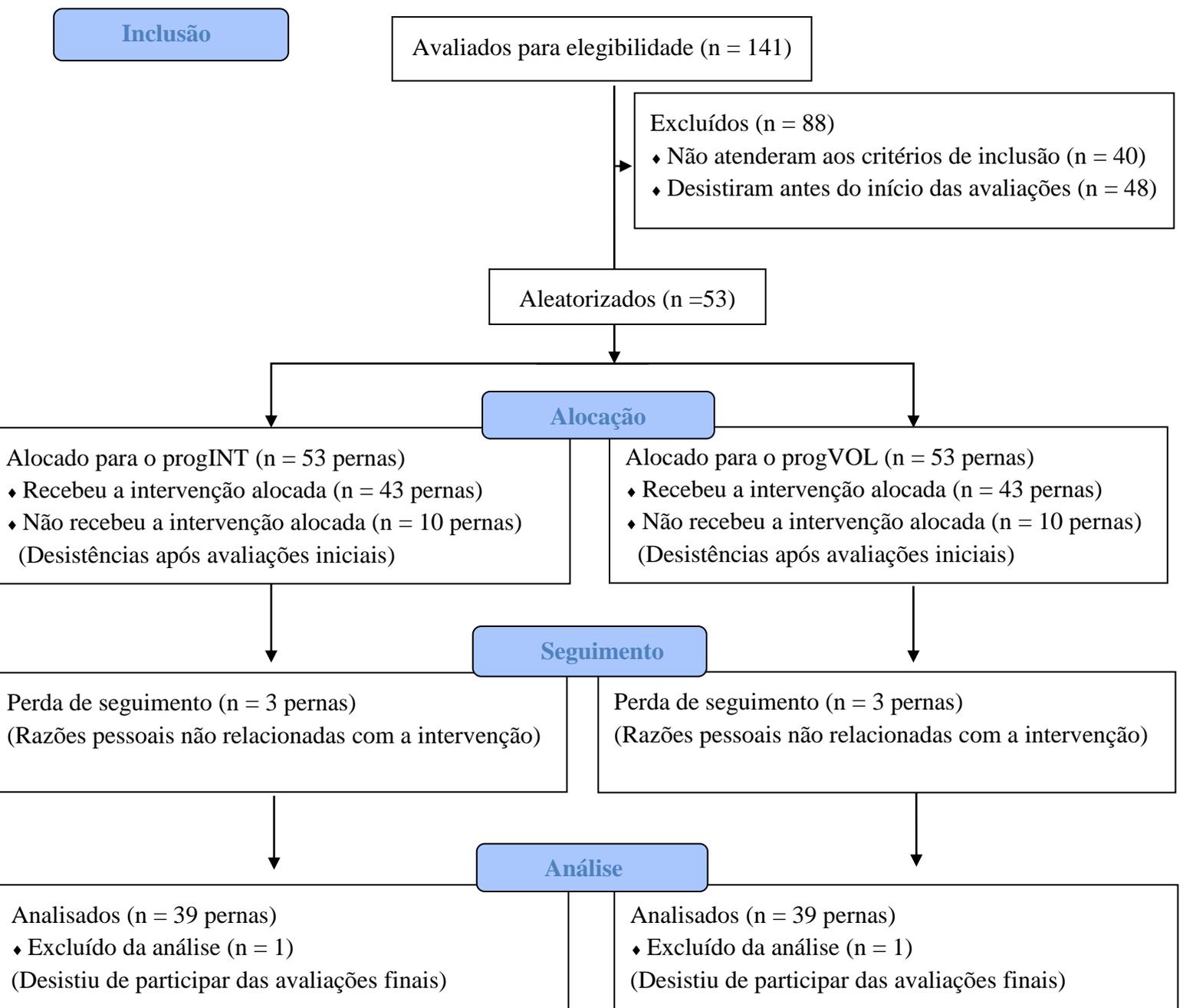


Figura 2. Fluxograma CONSORT do processo de coleta de dados

5.2 FORÇA MUSCULAR

A ANOVA de medidas repetidas de dois caminhos demonstrou que não houve interação significativa grupo vs. tempo ($F_{[1, 38]} = 1,618$; $p = 0,21$) e efeito principal de grupo ($F_{[1, 38]} = 3,176$; $p = 0,08$). No entanto, foi observado um efeito principal de tempo para a 1RM ($F_{[1, 38]} = 215,5$; $p < 0,0001$). O *post hoc* revelou que ambos os protocolos apresentaram aumentos significantes nos valores obtidos no teste de 1RM do pré para o pós treinamento ($p < 0,0001$ para ambos os protocolos) (Tabela 4).

5.3 ÁREA DE SECÇÃO TRANSVERSA MUSCULAR (ASTM)

A ANOVA de medidas repetidas de dois caminhos demonstrou que não houve interação significativa grupo vs. tempo ($F_{[1, 38]} = 0,146$; $p = 0,70$), bem como efeito principal de grupo ($F_{[1, 38]} = 0,694$; $p = 0,40$). No entanto, foi observado um efeito principal de tempo na ASTM ($F_{[1, 38]} = 66,94$; $p < 0,0001$). A análise de *post hoc* indicou que ambos os protocolos aumentaram significativamente a ASTM do pré para o pós treinamento ($p < 0,0001$ para ambos os protocolos) (Tabela 4).

Tabela 4. Desfechos primários antes (Pré) e após (Pós) os protocolos de treinamento de força com progressão da intensidade (progINT) e com progressão do volume (progVOL).

Desfechos	progINT			progVOL			DM (IC95%)
	Pré	Pós	Δ pré-pós	Pré	Pós	Δ pré-pós	
1RM (kg)	52,90 ± 16,32	69,05 ± 18,55*	16,15 ± 7,16	51,67 ± 15,84	66,82 ± 17,95*	15,15 ± 7,03	1,00 (-0,59 a 2,59)
ASTM (cm ²)	21,34 ± 4,71	23,53 ± 5,41*	2,19 ± 2,18	21,08 ± 4,62	23,39 ± 5,19*	2,32 ± 1,77	-0,13 (-0,77 a 0,52)

*Diferença estatisticamente significativa comparado ao Pré. DM: Diferença média entre grupos. Valores negativos favorecem ao progVOL. Abreviações: 1RM = Teste de 1 repetição máxima; ASTM = Área de secção transversa muscular; DP = Desvio padrão; IC95% = Intervalo de confiança de 95%. Valores relatados como média ± DP.

5.4 VOLUME

O teste t pareado revelou que o número de repetições acumuladas ao longo de todas as sessões foi significativamente maior para o progVOL comparado ao progINT ($T_{[38]} = -7.041$; $p < 0,0001$). Os valores de média e desvio-padrão (DP), bem como os valores de intervalo de confiança de 95% (IC95%) da diferença média (DM) são apresentados na tabela 5.

Tabela 5. Número de repetições acumuladas após os protocolos de treinamento de força com progressão da intensidade (progINT) e com progressão do volume (progVOL).

Desfecho	progINT	progVOL	DM (IC95%)
Volume (repetições)	1000 ± 67	1292 ± 302*	-292 (-375 a -207)

*Diferença estatisticamente significante comparado ao progINT. DM: diferença média; IC95%: Intervalo de confiança de 95%. Os valores são apresentados como média ± desvio padrão.

5.5 INTENSIDADE

5.5.1 Peso relativo e absoluto da primeira e última sessão

Em ambos os protocolos os indivíduos iniciaram a primeira sessão de TF com o mesmo peso relativo (80% de 1RM). Em valores absolutos isso representou um peso de $42,3 \pm 13,1$ kg para o protocolo progINT e $41,6 \pm 12,7$ kg para o protocolo progVOL. A ANOVA de medidas repetidas de dois caminhos demonstrou uma interação protocolo vs tempo no peso absoluto ($F_{[1, 38]} = 84,02$; $p < 0,0001$) e relativo ($F_{[1, 38]} = 93,56$; $p < 0,0001$) utilizado na primeira e última sessão de treinamento. O *post hoc* indicou que o protocolo progINT apresentou aumento significativo do peso absoluto ($p < 0,0001$) e relativo ($p < 0,0001$) da primeira para a última sessão. Por outro lado, para o progVOL, não houve alteração significativa no peso absoluto ($p = 0,99$), mas uma diminuição significativa no peso relativo ($p < 0,0001$). Os valores de média, DP e IC95% da DM são apresentados na tabela 6.

Tabela 6. Peso absoluto e relativo utilizados na primeira e última sessão após os protocolos de treinamento de força com progressão da intensidade (progINT) e com progressão do volume (progVOL).

Desfecho	progINT		progVOL		DM (IC95%)
	Primeira	Última	Primeira	Última	
Peso absoluto (kg)	42,3 ± 13,1	61,4 ± 20,7*	41,6 ± 12,7	41,6 ± 12,7	19 (14,8 a 23,2)
¹ Peso relativo (% 1RM)	80 ± 0	88 ± 14*	80 ± 0	62 ± 7,3*	26 (20,7 a 31,7)

*Diferença estatisticamente significativa para a primeira sessão. ¹Valores apresentados para a última sessão representam a porcentagem em relação ao teste de 1RM Pós. DM: diferença média; IC95%: Intervalo de confiança de 95%. Os valores são apresentados como média ± desvio padrão.

5.5.2 *Peso acumulado*

A comparação pelo teste t pareado revelou que o peso acumulado ao longo de todas as sessões foi significativamente maior para o progINT comparado ao progVOL ($T_{[38]} = 7.384$; $p < 0,0001$). Os valores de média, DP e IC95% da DM são apresentados na tabela 7.

Tabela 7. Peso acumulado após os protocolos de treinamento de força com progressão da intensidade (progINT) e com progressão do volume (progVOL).

Desfecho	progINT	progVOL	DM (IC95%)
Peso (kg)	1282 ± 392*	989 ± 307	-293 (212 a 372)

*Diferença estatisticamente significativa comparado ao progVOL. DM: diferença média; IC95%: Intervalo de confiança de 95%. Os valores são apresentados como média ± desvio padrão.

5.6 VOLUME TOTAL DO TREINAMENTO

5.6.1 *Volume total do treinamento acumulado*

O teste t pareado revelou que o VTT acumulado ao longo das sessões não foi diferente entre os protocolos ($T_{[38]} = 0,96$; $p = 0,346$). Os valores de média, DP e IC95% da DM são apresentados na tabela 8.

Tabela 8. Volume total acumulado após os protocolos de treinamento de força com progressão da intensidade (progINT) e com progressão do volume (progVOL).

Desfecho	progINT	progVOL	DM (IC95%)
VTT acumulado (kg)	53703 ± 17390	52528 ± 18283	1174 (-1289 a 3637)

VTT: volume total do treinamento, DM: diferença média; IC95%: Intervalo de confiança de 95%. Os valores são apresentados como média ± desvio padrão.

5.6.2 Progressão do volume total do treinamento

A ANOVA de medidas repetidas de dois caminhos demonstrou uma interação significativa grupo vs. tempo ($F_{[1, 38]} = 10,71$; $p = 0,002$). O *post hoc* indicou que ambos os protocolos apresentaram aumentos significantes nos valores de VTT do início para o final do período experimental ($p < 0,0001$ para ambos os protocolos). No entanto, não houve diferença significativa entre progINT e progVOL (DM = 118,7 kg; IC95% [-248,8 a 11,5 kg]; $p = 0,084$) (Tabela 9).

Tabela 9. Progressão do VTT após os protocolos de treinamento de força com progressão da intensidade (progINT) e com progressão do volume (progVOL).

Desfecho	progINT		progVOL		DM (IC95%)
	Início	Fim	Início	Fim	
VTT (kg)	1590 ± 525	2472 ± 858*	1484 ± 536	2591 ± 983*	-224 (-363 a -85)

* Diferença estatisticamente significativa comparado aos valores iniciais. DM: diferença média; IC95%: Intervalo de confiança de 95%. Os valores são apresentados como média ± desvio padrão.

5.7 CORRELAÇÃO ENTRE A PROGRESSÃO DO VTT E OS DESFECHO PRIMÁRIOS

Não houve correlação significativa entre a progressão do VTT e os ganhos de força muscular para o progINT ($r = 0,29$; IC95% [-0,018 a 0,56]; $p = 0,065$) e progVOL ($r = 0,008$; IC95% [-0,31 a 0,32]; $p = 0,96$). Similarmente, não houve correlação significativa entre a

progressão do VTT e aumentos na ASTM para o progINT ($r = 0,01$; IC95% [-0,30 a 0,32]; $p = 0,94$) e progVOL ($r = -0,18$; IC95% [-0,47 a 0,13]; $p = 0,25$).

6 DISCUSSÃO

Os principais achados do presente estudo foi que não houve diferenças entre os efeitos dos protocolos progINT e progVOL nos ganhos de força e hipertrofia muscular. Esses achados indicam que ambos os protocolos de progressão da sobrecarga podem ser utilizados por homens e mulheres jovens, iniciantes em TF.

6.1 GANHOS DE FORÇA MUSCULAR

Em nosso estudo observamos um aumento de 15,5 kg (31,4 %) para o progVOL e 16,5 kg (32,8 %) para o progINT no teste de 1RM, o que está alinhado com estudos prévios que também possuíam homens e mulheres em sua amostra (CURETON et al., 1988; COLLIANDER; TESCH, 1991; IVEY et al., 2000). Na comparação entre protocolos, a magnitude de efeito observada foi uma pequena diferença média não estatisticamente significante de 1,0 (1,5 %) kg no teste de 1RM favorecendo o protocolo progINT quando comparado ao protocolo progVOL. A interpretação do IC95% mostra que os dados foram compatíveis com 2,59 kg (5,1 %) favorecendo ao progINT e 0,59 kg (2,1 %) favorecendo ao progVOL. Interpretando a magnitude do efeito encontrada no estudo bem como as extremidades do IC95%, é possível que esses achados indiquem um pequeno ou nenhum efeito na comparação entre protocolos. Considerando que no momento não há evidências que demonstrem que os pequenos efeitos contidos dentro do IC95% indiquem algum benefício relevante para saúde e desempenho dessa população, sugerimos que ambos os protocolos são igualmente eficazes para promover ganhos máximos de força nessa população. No entanto, admitimos que futuros estudos investigando a mínima mudança importante nos ganhos de força poderiam alterar essa conclusão. A hipótese do presente estudo de que o protocolo progINT produziria maiores ganhos de força foi pautada em estudo prévio do nosso laboratório (NÓBREGA et al., 2023), o qual observou um efeito moderado no ganho de força a favor do progINT, embora não tenha sido estatisticamente significante. No entanto, nosso estudo não corroborou esses achados, pois o efeito observado, conforme mencionado anteriormente, foi praticamente nulo. Esses resultados estão de acordo com recentes achados de Plotkin et al., (2022) que compararam os efeitos dos protocolos progINT e progVOL em sujeitos treinados e obtiveram resultados similares aos do presente estudo. É possível que isso esteja relacionado ao fato de ambos os estudos terem sido randomizados.

Esses achados parecem não corroborar com a associação demonstrada em estudos prévios entre a intensidade e os ganhos de força (SCHOENFELD, B. J. et al., 2017; LACIO et al., 2021; LOPEZ et al., 2021; CARVALHO et al., 2022). No presente estudo, embora ambos os protocolos tenham iniciado a intervenção com o mesmo peso relativo (80% de 1RM), devido a progressão do peso, o protocolo progINT terminou o período experimental com um peso correspondente à 88% de 1RM avaliado após o treinamento. Por outro lado, o protocolo progVOL, no qual não houve ajuste do peso, os participantes terminaram o programa de TF treinando com 62% de 1RM avaliado após o treinamento. Embora tais diferenças na intensidade tenham sido constatadas, é possível que essa diferença não tenha sido grande o bastante para prover diferenças nos ganhos de força muscular entre os protocolos. De fato, estudos prévios sugerem que parece haver uma maior diferença nos ganhos de força entre protocolos de alta intensidade ($> 80\%$ 1RM) quando comparado a protocolos de baixa intensidade ($< 60\%$ 1RM), enquanto que apenas uma pequena diferença é observada com relação a protocolos de moderada intensidade (60%-79% 1RM) (LOPEZ et al., 2021; CARVALHO et al., 2022). Portanto, é provável que a diferença na intensidade provocada pelos protocolos ao longo do treinamento não tenha sido um fator determinante. Porém, admitimos que períodos maiores que 10 semanas poderiam contribuir ainda mais para redução da intensidade do protocolo progVOL e, conseqüentemente, impactar os ganhos de força muscular. Futuros estudos podem investigar essa questão. Portanto, ambos os protocolos de progressão da sobrecarga podem ser utilizados quando o objetivo é o aumento de força muscular em um programa de TF de 10 semanas.

6.2. HIPERTROFIA MUSCULAR

Com relação a hipertrofia muscular, ambos protocolos apresentaram aumento na ASTM (progINT: 2,19 cm² [11,2 %] e progVOL: 2,32 cm² [10,5%]). A magnitude da hipertrofia muscular encontrada nesse estudo é comparável com outros estudos da literatura que aplicaram TF em homens e mulheres não treinados (ABE et al., 2000; AHTIAINEN et al., 2016). Na comparação entre protocolos, a magnitude de efeito observada foi uma pequena diferença média não estatisticamente significante de 0,13 cm² (0,77%) na ASTM favorecendo ao progVOL em comparação com o protocolo progINT. A interpretação do IC95% revela que os dados foram compatíveis com 0,76 cm² (2,03%) favorecendo ao progINT e 1,03 cm² favorecendo ao progVOL (3,57%). Interpretando a magnitude do efeito encontrada no estudo, bem como as extremidades do IC95%, é possível que esses achados indiquem um pequeno ou

nenhum efeito na comparação entre protocolos. Considerando que também não há evidências que demonstrem que estas pequenas diferenças entre protocolos indiquem algum benefício relevante para essa população, sugerimos que ambos os protocolos são igualmente eficazes para promover a hipertrofia muscular. Interessantemente, nossos achados não corroboraram os resultados do estudo prévio do nosso laboratório (NÓBREGA et al., 2023). A diferença no delineamento experimental pode justificar essa discrepância, já que o estudo de Nóbrega foi uma análise exploratória e retrospectiva de dados e, portanto, não possuiu grupos randomizados. Em estudo recente, Plotkin et al., (2022), avançaram no delineamento experimental utilizando um ensaio controlado randomizado e, assim como observado no presente estudo, também não encontraram diferenças importantes na hipertrofia muscular entre os protocolos progINT e progVOL. Apesar de não ter corroborado nosso estudo prévio (NÓBREGA et al., 2023), o achado do presente estudo não é tão surpreendente. Embora as intensidades utilizadas nos protocolos tenham se diferenciado ao longo da intervenção, ressaltamos que o grau de esforço envolvido na execução das séries foi máximo, uma vez que ambos os protocolos foram realizados até a falha muscular. Assim, considerando que uma ampla faixa de intensidade e número de repetições, quando realizadas até a falha muscular ou próximo dela, são igualmente eficazes para promover a hipertrofia muscular (SCHOENFELD, B. J. et al., 2017; LACIO et al., 2021; LOPEZ et al., 2021; REFALO et al., 2021; CARVALHO et al., 2022), não é surpreendente que ambos protocolos tenham demonstrado similar eficácia no aumento da ASTM. Portanto, sugerimos que ambos os protocolos podem ser utilizados quando o objetivo for promover hipertrofia muscular.

6.3. VOLUME TOTAL DO TREINAMENTO

Em nosso estudo não observamos diferenças significantes no VTT acumulado entre os protocolos. Esse achado corrobora com o estudo anterior do nosso laboratório (NÓBREGA et al., 2023). Para a progressão do VTT, apesar de observarmos uma interação grupo vs tempo, o teste *post hoc* não demonstrou diferença estatisticamente significativa entre protocolos. A ausência de significância estatística no pequeno efeito observado entre os protocolos nas médias referentes ao final do treinamento (DM: 118 kg) pode ser atribuída à falta de poder estatístico. De fato, os testes *post hoc* realizam a correção do nível de significância para múltiplas comparações, o que implica em um aumento do limiar de significância para evitar erros do tipo I (PERNEGER, 1998). Conseqüentemente, esses testes podem ser mais conservadores do que a ANOVA, podendo não revelar diferenças estatisticamente

significantes em comparações específicas entre os protocolos em diferentes pontos do tempo. No entanto, convém ressaltar que, independentemente da significância estatística, o efeito observado na comparação entre os protocolos é baixo, tornando improvável que o efeito possua alguma importância prática. Assim, é possível que a presença ou ausência de significância estatística não modifique as conclusões derivadas dos dados obtidos. Interessantemente, em nosso estudo anterior demonstramos maior progressão do VTT para o protocolo progINT (NÓBREGA et al., 2023). É possível que diferenças no delineamento justifiquem esses achados já que em Nóbrega et al., (2023) os grupos de comparação não foram randomizados. Nesse caso, é possível que as diferenças observadas na progressão do VTT entre os protocolos não sejam resultado direto dos protocolos em si. Além disso, um delineamento intra-sujeito diminui a variabilidade inter-sujeitos, conferindo maior precisão na comparação. Portanto, sugerimos que os protocolos utilizados em nosso estudo parecem não promover diferenças importantes na progressão do VTT.

Outra hipótese explorada nesse estudo é se a progressão do VTT estaria associada com os ganhos de força e hipertrofia muscular. Investigamos essa questão em nosso estudo anterior e demonstramos uma correlação moderada e significativa entre a progressão do VTT e os ganhos de força ($r = 0,51$; $p = 0,01$) e hipertrofia muscular ($r = 0,49$; $p = 0,01$). No presente estudo, para ambos os protocolos não foi demonstrado correlação significativa entre a progressão do VTT e os ganhos de força (progINT: $r = 0,29$; $p = 0,06$; progVOL: $r = 0,008$; $p = 0,96$), bem como entre a progressão do VTT e o aumento na ASTM (progINT: $r = 0,01$; $p = 0,94$; progVOL: $r = -0,18$; $p = 0,25$). Tomando em conjunto, os resultados do presente estudo indicam que a progressão do VTT parece não estar associada as adaptações ao TF.

7 CONCLUSÃO

Não encontramos diferenças entre os protocolos de progressão da sobrecarga pela intensidade e pelo volume, nos ganhos de força e hipertrofia muscular em indivíduos não treinados, ao menos quando ambos são realizados até a falha muscular. Esses achados sugerem que ambos os protocolos de progressão podem ser utilizados para essa população. Futuros estudos devem replicar e expandir esses achados analisando outros grupamentos musculares e maior tempo de treinamento.

RERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABE, T.; DEHOYOS, D. V.; POLLOCK, M. L.; GARZARELLA, L. Time course for strength and muscle thickness changes following upper and lower body resistance training in men and women. **Eur J Appl Physiol**, v. 81, n. 3, p. 174-180, 2000.
- ACSM. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Med Sci Sports Exerc**, v. 41, n. 3, p. 687-708, 2009.
- AHTIAINEN, J. P.; WALKER, S.; PELTONEN, H.; HOLVIALA, J.; SILLANPÄÄ, E.; KARAVIRTA, L.; SALLINEN, J.; MIKKOLA, J.; VALKEINEN, H.; MERO, A.; HULMI, J. J.; HÄKKINEN, K. Heterogeneity in resistance training-induced muscle strength and mass responses in men and women of different ages. **Age (Dordr)**, v. 38, n. 1, p. 10, 2016.
- ANGLERI, V.; UGRINOWITSCH, C.; LIBARDI, C. A. Crescent pyramid and drop-set systems do not promote greater strength gains, muscle hypertrophy, and changes on muscle architecture compared with traditional resistance training in well-trained men. **Eur J Appl Physiol**, v. 117, n. 2, p. 359-369, 2017.
- ANGLERI, V.; DAMAS, F.; PHILLIPS, S. M.; SELISTRE-DE-ARAÚJO, H. S.; CORNACHIONE, A. S.; STOTZER, U. S.; SANTANIELO, N.; SOLIGON, S. D.; COSTA, L. A. R.; LIXANDRÃO, M. E.; CONCEIÇÃO, M. S.; VECHIN, F. C.; UGRINOWITSCH, C.; LIBARDI, C. A. Resistance training variable manipulations are less relevant than intrinsic biology in affecting muscle fiber hypertrophy. **Scand J Med Sci Sports**, v. 32, n. 5, p. 821-832, 2022.
- BARCELOS, C.; DAMAS, F.; NÓBREGA, S. R.; UGRINOWITSCH, C.; LIXANDRÃO, M. E.; MARCELINO EDER DOS SANTOS, L.; LIBARDI, C. A. High-frequency resistance training does not promote greater muscular adaptations compared to low frequencies in young untrained men. **Eur J Sport Sci**, v. 18, n. 8, p. 1077-1082, 2018.
- BROGLIO, K. Randomization in Clinical Trials: Permuted Blocks and Stratification. **Jama**, v. 319, n. 21, p. 2223-2224, 2018.
- BROWN, L. E.; WEIR, J. P.; BROWN, L.; WEIR, D. J. ASEP PROCEDURES RECOMMENDATION I: ACCURATE ASSESSMENT OF MUSCULAR STRENGTH AND POWER. 2001, p.
- CARVALHO, L.; JUNIOR, R. M.; BARREIRA, J.; SCHOENFELD, B. J.; ORAZEM, J.; BARROSO, R. Muscle hypertrophy and strength gains after resistance training with different volume-matched loads: a systematic review and meta-analysis. **Appl Physiol Nutr Metab**, v. 47, n. 4, p. 357-368, 2022.
- CHAVES, T. S.; PIRES DE CAMPOS BIAZON, T. M.; MARCELINO EDER DOS SANTOS, L.; LIBARDI, C. A. Effects of resistance training with controlled versus self-selected repetition duration on muscle mass and strength in untrained men. **PeerJ**, v. 8, n., p. e8697, 2020.
- CHUNG, B.; PANDIS, N.; SCHERER, R. W.; ELBOURNE, D. CONSORT Extension for Within-Person Randomized Clinical Trials. **J Dent Res**, v. 99, n. 2, p. 121-124, 2020.
- COHEN, J. **Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences**: L. Erlbaum Associates, 1988

COLLIANDER, E. B.; TESCH, P. A. Responses to eccentric and concentric resistance training in females and males. **Acta Physiol Scand**, v. 141, n. 2, p. 149-156, 1991.

CURETON, K. J.; COLLINS, M. A.; HILL, D. W.; MCELHANNON, F. M., JR. Muscle hypertrophy in men and women. **Med Sci Sports Exerc**, v. 20, n. 4, p. 338-344, 1988.

DAMAS, F.; PHILLIPS, S. M.; LIXANDRÃO, M. E.; VECHIN, F. C.; LIBARDI, C. A.; ROSCHEL, H.; TRICOLI, V.; UGRINOWITSCH, C. Early resistance training-induced increases in muscle cross-sectional area are concomitant with edema-induced muscle swelling. **Eur J Appl Physiol**, v. 116, n. 1, p. 49-56, 2016.

DAMAS, F.; ANGLERI, V.; PHILLIPS, S. M.; WITARD, O. C.; UGRINOWITSCH, C.; SANTANIELO, N.; SOLIGON, S. D.; COSTA, L. A. R.; LIXANDRÃO, M. E.; CONCEIÇÃO, M. S.; LIBARDI, C. A. Myofibrillar protein synthesis and muscle hypertrophy individualized responses to systematically changing resistance training variables in trained young men. **J Appl Physiol (1985)**, v. 127, n. 3, p. 806-815, 2019.

DE OLIVEIRA, R. M.; UGRINOWITSCH, C.; KINGSLEY, J. D.; DA SILVA, D. G.; BITTENCOURT, D.; CARUSO, F. R.; BORGHI-SILVA, A.; LIBARDI, C. A. Effect of individualized resistance training prescription with heart rate variability on individual muscle hypertrophy and strength responses. **Eur J Sport Sci**, v. 19, n. 8, p. 1092-1100, 2019.

IVEY, F. M.; TRACY, B. L.; LEMMER, J. T.; NESSAIVER, M.; METTER, E. J.; FOZARD, J. L.; HURLEY, B. F. Effects of strength training and detraining on muscle quality: age and gender comparisons. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, v. 55, n. 3, p. B152-157; discussion B158-159, 2000.

KELLEY, K.; PREACHER, K. J. On effect size. **Psychological Methods**, v. 17, n., p. 137-152, 2012.

KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A.; FRENCH, D. N. Resistance training for health and performance. **Curr Sports Med Rep**, v. 1, n. 3, p. 165-171, 2002.

KRAEMER, W. J. Strength training basics: designing workouts to meet patients' goals. **Phys Sportsmed**, v. 31, n. 8, p. 39-45, 2003.

KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. **Med Sci Sports Exerc**, v. 36, n. 4, p. 674-688, 2004.

LACIO, M.; VIEIRA, J. G.; TRYBULSKI, R.; CAMPOS, Y.; SANTANA, D.; FILHO, J. E.; NOVAES, J.; VIANNA, J.; WILK, M. Effects of Resistance Training Performed with Different Loads in Untrained and Trained Male Adult Individuals on Maximal Strength and Muscle Hypertrophy: A Systematic Review. **Int J Environ Res Public Health**, v. 18, n. 21, p., 2021.

LAKENS, D.; CALDWELL, A. R. Simulation-Based Power Analysis for Factorial Analysis of Variance Designs. v. 4, n. 1, p. 2515245920951503, 2021.

LAKENS, D. Sample Size Justification. **Collabra: Psychology**, v. 8, n. 1, p., 2022.

LASEVICIUS, T.; UGRINOWITSCH, C.; SCHOENFELD, B. J.; ROSCHEL, H.; TAVARES, L. D.; DE SOUZA, E. O.; LAURENTINO, G.; TRICOLI, V. Effects of different

intensities of resistance training with equated volume load on muscle strength and hypertrophy. **Eur J Sport Sci**, v. 18, n. 6, p. 772-780, 2018.

LIXANDRÃO, M. E.; UGRINOWITSCH, C.; BOTTARO, M.; CHACON-MIKAHIL, M. P.; CAVAGLIERI, C. R.; MIN, L. L.; DE SOUZA, E. O.; LAURENTINO, G. C.; LIBARDI, C. A. Vastus lateralis muscle cross-sectional area ultrasonography validity for image fitting in humans. **J Strength Cond Res**, v. 28, n. 11, p. 3293-3297, 2014.

LOPEZ, P.; RADAELLI, R.; TAAFFE, D. R.; NEWTON, R. U.; GALVÃO, D. A.; TRAJANO, G. S.; TEODORO, J. L.; KRAEMER, W. J.; HÄKKINEN, K.; PINTO, R. S. Resistance Training Load Effects on Muscle Hypertrophy and Strength Gain: Systematic Review and Network Meta-analysis. **Med Sci Sports Exerc**, v. 53, n. 6, p. 1206-1216, 2021.

MACINNIS, M. J.; MCGLORY, C.; GIBALA, M. J.; PHILLIPS, S. M. Investigating human skeletal muscle physiology with unilateral exercise models: when one limb is more powerful than two. **Appl Physiol Nutr Metab**, v. 42, n. 6, p. 563-570, 2017.

MCLEOD, C.; NORMAN, R.; LITTON, E.; SAVILLE, B. R.; WEBB, S.; SNELLING, T. L. Choosing primary endpoints for clinical trials of health care interventions. **Contemp Clin Trials Commun**, v. 16, n., p. 100486, 2019.

MCLEOD, M.; BREEN, L.; HAMILTON, D. L.; PHILP, A. Live strong and prosper: the importance of skeletal muscle strength for healthy ageing. **Biogerontology**, v. 17, n. 3, p. 497-510, 2016.

MITCHELL, C. J.; CHURCHWARD-VENNE, T. A.; WEST, D. W.; BURD, N. A.; BREEN, L.; BAKER, S. K.; PHILLIPS, S. M. Resistance exercise load does not determine training-mediated hypertrophic gains in young men. **J Appl Physiol (1985)**, v. 113, n. 1, p. 71-77, 2012.

NEWTON, M. J.; MORGAN, G. T.; SACCO, P.; CHAPMAN, D. W.; NOSAKA, K. Comparison of responses to strenuous eccentric exercise of the elbow flexors between resistance-trained and untrained men. **J Strength Cond Res**, v. 22, n. 2, p. 597-607, 2008.

NÓBREGA, S. R.; UGRINOWITSCH, C.; PINTANEL, L.; BARCELOS, C.; LIBARDI, C. A. Effect of Resistance Training to Muscle Failure vs. Volitional Interruption at High- and Low-Intensities on Muscle Mass and Strength. **J Strength Cond Res**, v. 32, n. 1, p. 162-169, 2018.

NÓBREGA, S. R.; SCARPELLI, M. C.; BARCELOS, C.; CHAVES, T. S.; LIBARDI, C. A. Muscle Hypertrophy Is Affected by Volume Load Progression Models. **J Strength Cond Res**, v. 37, n. 1, p. 62-67, 2023.

PERNEGER, T. V. What's wrong with Bonferroni adjustments. v. 316, n. 7139, p. 1236-1238, 1998.

PETERSON, S. J.; FOLEY, S. Clinician's Guide to Understanding Effect Size, Alpha Level, Power, and Sample Size. **Nutr Clin Pract**, v. 36, n. 3, p. 598-605, 2021.

PLOTKIN, D.; COLEMAN, M.; VAN EVERY, D.; MALDONADO, J.; OBERLIN, D.; ISRAETEL, M.; FEATHER, J.; ALTO, A.; VIGOTSKY, A. D.; SCHOENFELD, B. J. Progressive overload without progressing load? The effects of load or repetition progression on muscular adaptations. **PeerJ**, v. 10, n., p. e14142, 2022.

RANTANEN, T. Muscle strength, disability and mortality. **Scand J Med Sci Sports**, v. 13, n. 1, p. 3-8, 2003.

REEVES, N. D.; MAGANARIS, C. N.; NARICI, M. V. Ultrasonographic assessment of human skeletal muscle size. **Eur J Appl Physiol**, v. 91, n. 1, p. 116-118, 2004.

REFALO, M. C.; HAMILTON, D. L.; PAVAL, D. R.; GALLAGHER, I. J.; FEROS, S. A.; FYFE, J. J. Influence of resistance training load on measures of skeletal muscle hypertrophy and improvements in maximal strength and neuromuscular task performance: A systematic review and meta-analysis. **J Sports Sci**, v. 39, n. 15, p. 1723-1745, 2021.

SANTANIELO, N.; NÓBREGA, S. R.; SCARPELLI, M. C.; ALVAREZ, I. F.; OTOBONI, G. B.; PINTANEL, L.; LIBARDI, C. A. Effect of resistance training to muscle failure vs non-failure on strength, hypertrophy and muscle architecture in trained individuals. **Biol Sport**, v. 37, n. 4, p. 333-341, 2020.

SCHOENFELD; JAMES, F.; JOZO, G.; CODY, H.; ERIC, H.; STUART, P.; JAMES, S.; ANDREW, V. Resistance Training Recommendations to Maximize Muscle Hypertrophy in an Athletic Population: Position Stand of the IUSCA. **International Journal of Strength and Conditioning**, v. 1, n. 1, p., 2021.

SCHOENFELD, B. J.; GRGIC, J.; OGBORN, D.; KRIEGER, J. W. Strength and Hypertrophy Adaptations Between Low- vs. High-Load Resistance Training: A Systematic Review and Meta-analysis. **J Strength Cond Res**, v. 31, n. 12, p. 3508-3523, 2017.

SRIKANTHAN, P.; HORWICH, T. B.; TSENG, C. H. Relation of Muscle Mass and Fat Mass to Cardiovascular Disease Mortality. **The American Journal of Cardiology**, v. 117, n. 8, p. 1355-1360, 2016.

VICKERSTAFF, V.; AMBLER, G.; KING, M.; NAZARETH, I.; OMAR, R. Z. Are multiple primary outcomes analysed appropriately in randomised controlled trials? A review. **Contemp Clin Trials**, v. 45, n. Pt A, p. 8-12, 2015.

WESTCOTT, W. L. Resistance training is medicine: effects of strength training on health. **Curr Sports Med Rep**, v. 11, n. 4, p. 209-216, 2012.

APÊNDICE A- TERMOS DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



Universidade Federal de São Carlos
 Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
 Programa Interinstitucional de Pós-Graduação em
 Ciências Fisiológicas - UFSCar/Unesp



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(Resolução 466/2012 do CNS)

O(a) Senhor(a) está sendo convidado(a) a participar da pesquisa **“Comparação de modelos de progressão do volume no treinamento de força nos ganhos de força e hipertrofia muscular: um estudo controlado randomizado intra-sujeitos”**.

Local de desenvolvimento do projeto

Laboratório de Adaptações Neuromusculares ao Treinamento de Força (MUSCULAB), Departamento de Educação Física e Motricidade Humana (DEFMH), Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

Objetivos

O objetivo do presente estudo será testar se a intervenção de treinamento de força realizado com o modelo de progressão do volume baseado em zona de repetições máximas (RM zone) é mais eficaz para aumento de força e massa muscular comparado ao modelo de progressão do volume baseado no percentual de 1 repetição máxima (%1RM). Além disso, serão investigados mecanismos biomoleculares envolvidos no ganho de massa muscular por meio da avaliação de amostras de tecido muscular.

CrITÉrios de inclusão e exclusão

Você foi selecionado (a) por não ter praticado exercício físico, em especial musculação, ao longo dos últimos 6 meses, ter idade entre 18 e 35 anos, não apresentar limitações musculares ou articulares que impeçam a prática de exercícios e não ser portador de doenças crônicas, tais como: diabetes, hipertensão, entre outras.

Procedimentos do estudo

A intervenção realizada nesse estudo terá duração total de 12 semanas. Inicialmente, será realizada uma visita ao laboratório para avaliação por ultrassonografia do tamanho do músculo vasto lateral, localizado na coxa, e um teste de força no exercício popularmente conhecido como “cadeira extensora”. Após 72 horas, ambas as avaliações serão repetidas em uma segunda visita ao laboratório. Após um novo intervalo de 96h, em uma terceira visita, biópsias musculares serão realizadas em ambas as pernas e a primeira sessão de treinamento já será realizada. Vinte e quatro horas após a primeira sessão, novas biópsias serão realizadas em ambas as pernas. Inicia-se então um período de treinamento, realizado de maneira unilateral para ambas as pernas (i.e., um protocolo para cada perna), entre duas e três vezes por semana. O agendamento das sessões de treinamento será feito de maneira individual, acomodando, sempre que possível, os horários de preferência de cada participante. Noventa e seis horas após a penúltima (23ª) sessão de treinamento, biópsias musculares serão novamente realizadas em ambas as pernas, seguidas pela última sessão de treino (24ª). Vinte e quatro horas após esta última sessão, novas biópsias

serão realizadas em ambas as pernas. Por fim, após 72h, repetimos as avaliações do tamanho do músculo vasto lateral e o teste de força.

Participação e benefícios

Sua participação é voluntária, isto é, a qualquer momento o (a) senhor (a) poderá desistir de participar e retirar seu consentimento. Terá o esclarecimento sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar, e sua recusa não trará nenhum prejuízo na sua relação com o pesquisador ou com a instituição que forneceu os dados. Os benefícios diretos da sua participação no estudo envolvem o desenvolvimento de capacidades físicas importantes (e.g., força e potência muscular) e aumento na massa muscular (i.e., hipertrofia muscular) dos músculos treinados (i.e., músculos do quadríceps), que estão atrelados à promoção de melhora funcional e metabólica, respectivamente. Por fim, a participação nessa pesquisa contribuirá para produção de conhecimento que irá embasar o aperfeiçoamento de protocolos e métodos de treinamento que objetivam a médio e longo prazo à ampliação da prática de atividades físicas e o aumento de sua eficiência na promoção de benefícios à saúde e ao bem-estar dos praticantes. Estes são benefícios que poderão ser transferidas aos participantes futuramente.

Riscos e desconfortos

Com relação às biópsias musculares, trata-se de um procedimento invasivo e os riscos compreendem hematomas e um leve desconforto no local de realização da intervenção. Este é atualmente o único método disponível para análise de mecanismos moleculares associados ao tecido muscular em seres humanos e é imprescindível para a completa realização desta pesquisa. O procedimento é realizado com a aplicação de anestésico no local, seguido por uma pequena incisão através da qual o médico insere uma agulha para coletar uma pequena amostra de tecido muscular (aproximadamente 100mg). Em seguida a incisão é devidamente fechada e protegida com bandagem. Todos os equipamentos utilizados são devidamente esterilizados antes e depois do procedimento e o material utilizado é descartado imediatamente após o uso. Cada biópsia muscular dura aproximadamente 15 minutos. Em caso de qualquer problema com o procedimento das biópsias, o (a) senhor (a) terá toda a assistência necessária dos pesquisadores e colaboradores desse estudo durante e após o período do estudo. As biópsias musculares serão realizadas por um médico do esporte com vasta experiência na realização do procedimento [Luiz Augusto Riani Costa (CRM SP-97147)]. Além disso, você poderá sentir dores musculares decorrentes das micro lesões causadas pelo exercício. Essas micro lesões são responsáveis, em parte, pela adaptação ao exercício físico, não acarretando qualquer tipo de comprometimento à sua função muscular. Em casos raros, intercorrências como febre e dor excessiva podem ocorrer, necessitando auxílio médico. Nestes casos, os custos com consultas e aquisição de medicamentos serão de responsabilidade dos pesquisadores. Adicionalmente, uma vez que serão realizados protocolos diferentes para ambas as pernas, é possível que isso resulte em assimetria entre os membros. Entretanto, é possível que essa diferença não seja grande o suficiente para ser percebida a olho nu, sendo detectada apenas pelo método de avaliação utilizado em nosso estudo. Por fim, possíveis assimetrias musculares poderão ser corrigidas com treinamento realizado a posteriori, gratuitamente, sob responsabilidade do pesquisador.

Com o objetivo de atender todos os cuidados necessários perante o enfrentamento da pandemia e diminuir os riscos de contaminação, os seguintes procedimentos serão realizados: a) todos os



pesquisadores, avaliadores e participantes do estudo envolvidos no projeto utilizarão máscaras durante todo o período de coleta (sessões de treinamento e avaliações); haverá uma sala separada para avaliações e apenas um avaliador e um participante do estudo deverão permanecer simultaneamente dentro do mesmo ambiente para a realização das avaliações; c) haverá uso e acesso irrestrito a álcool gel 70% para higienização das mãos, materiais e equipamentos utilizados durante as coletas; d) os horários das avaliações serão espaçados para que possamos ter tempo hábil para higienização dos ambientes com álcool 70% antes e depois de cada avaliação e/ou sessão de treinamento para evitar contato entre os participantes do estudo; e) Por fim, é válido ressaltar que as coletas do estudo serão iniciadas após a vacinação dos envolvidos (pelo menos 2 doses) e em concordância com o sistema de monitoramento da pandemia do Estado de São Paulo e com as orientações do Núcleo Executivo de Vigilância em Saúde (NEVS), vinculado ao Comitê Gestor da Pandemia da Universidade Federal de São Carlos.

Em todas essas situações, caso algum dano ocorra, os pesquisadores dão toda a assistência imediata e integral necessária até a resolução do quadro, e caso uma emergência médica ocorra, os responsáveis pelo estudo lhe acompanharão a um estabelecimento de saúde para assistência.

Garantia de esclarecimento

Todas as explicações necessárias serão fornecidas pelo pesquisador de maneira clara e sempre que ocorrerem dúvidas, até que todas elas sejam sanadas.

Caráter confidencial dos registros

Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não serão liberados sem a sua permissão. Os dados coletados poderão ter seus resultados divulgados em eventos, revistas e/ou trabalhos científicos, entretanto o (a) Sr. (a) não será identificado em momento algum. Sua participação no estudo, caso concorde com todos os termos aqui descritos, acontecerá por aproximadamente 31 (trinta e uma) visitas.

Custos e reembolso

O (A) participante não receberá nenhuma vantagem financeira. As despesas com o transporte e alimentação decorrentes da sua participação na pesquisa não serão custeadas pelo pesquisador responsável. Entretanto, gastos decorrentes de possíveis danos com quaisquer etapas do estudo serão de responsabilidade do pesquisador e orientador da pesquisa.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, no “Laboratório de Adaptações Neuromusculares ao Treinamento de Força” e a outra será fornecida ao (a) senhor (a). Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

O pesquisador responsável poderá fornecer qualquer esclarecimento sobre o estudo, assim como tirar dúvidas, bastando contato pelo e-mail e/ou telefone listados abaixo.

Pesquisador responsável: Talisson Santos Chaves

Celular: (16) 99611-8320

E-mail: talisson.chaves@estudante.ufscar.br

Orientador: Prof. Dr. Cleiton Augusto Libardi

Rodovia Washington Luiz, km 235, Departamento de Educação Física – CEP 13.565-905

São Carlos/SP, Brasil. Fone: (16)99747-3611. E-mail: c.libardi@ufscar.br

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar. O pesquisador me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar que funciona na Pró-Reitoria de Pós- Graduação e Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, localizada na Rodovia Washington Luiz, Km. 235 - Caixa Postal 676 - CEP 13.565-905 - São Carlos - SP – Brasil. Fone (16) 3351-8110. Endereço eletrônico: cephumanos@ufscar.br

São Carlos,dede

Nome do (a) participante completo por extenso

Assinatura do (a) participante

ANEXO A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: COMPARAÇÃO DE MODELOS DE PROGRESSÃO DO VOLUME TOTAL NO TREINAMENTO DE FORÇA EM GANHOS DE FORÇA E HIPERTROFIA MUSCULAR: UM ESTUDO CONTROLADO RANDOMIZADO INTRA-SUJEITO

Pesquisador: Talisson Chaves

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 56259622.0.0000.5504

Instituição Proponente: Centro de Ciências Biológicas e da Saúde

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.505.441

Apresentação do Projeto:

O projeto de pesquisa “Comparação de modelos de progressão do volume total no treinamento de força em ganhos de força e hipertrofia muscular: um estudo controlado randomizado intra-sujeito”, trata-se de um estudo do tipo ensaio clínico aleatorizado (ECA) com dois braços de estudo em que os mesmos voluntários serão submetidos a 2 tipos de treinamento resistido: Intervenção 1 – perna será submetida a um protocolo de treinamento resistido baseado em modelo de progressão do volume baseado em zona de repetições máximas (RM zone), com duração de 12 semanas, Intervenção 2 – perna contralateral que será submetida à intervenção de treinamento resistido baseado em %1RM. Os desfechos controlados não estão claramente descritos no item objetivo, mas fica subentendido que será a força muscular e a massa muscular.

Para isso, serão empregados os seguintes procedimentos de avaliação:

1. Biópsia bilaterais do músculo vasto lateral antes e após as 12 semanas de treinamento
2. Ultrassonografia bilateral
3. Teste de força muscular através para se obter o valor de força em uma repetição máxima

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1904321.pdf	02/06/2022 13:48:35		Aceito
Outros	Carta_resposta.pdf	02/06/2022 13:47:49	Talisson Chaves	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_corrigido.pdf	02/06/2022 13:44:59	Talisson Chaves	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	02/06/2022 13:44:01	Talisson Chaves	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto_Talisson.pdf	25/02/2022 16:38:46	Talisson Chaves	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	25/02/2022 16:38:01	Talisson Chaves	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

ANEXO B - PROTOCOLO DE ESTUDO REGISTRADO NO REBEC



ReBEC
Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos

> Record > View

RBR-57v9mrb Comparison between models of resistance training volume progression on strength and muscle mass

Date of registration: 11/10/2022 (mm/dd/yyyy)

Last approval date: 11/10/2022 (mm/dd/yyyy)

Study type:

Interventional

Scientific title:

en

Comparison of volume load progression models in Resistance training in strength gains and muscle hypertrophy: a within-subject randomized controlled trial

pt-br

Comparação de modelos de progressão do volume total no Treinamento de força em ganhos de força e hipertrofia muscular: um estudo controlado randomizado intra-sujeito

es

Comparison of volume load progression models in Resistance training in strength gains and muscle hypertrophy: a within-subject randomized controlled trial

Trial identification

- UTN code: U1111-1283-2662
- Public title:

en

Comparison between models of resistance training volume progression on strength and muscle mass

pt-br

Comparação entre Modelos de Progressão do volume do Treinamento de Força na Força e Massa Muscular