UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS – RIO CLARO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO HUMANO E TECNOLOGIAS

EFEITOS DO TREINAMENTO DE FORÇA COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO ASSOCIADO À ELETROESTIMULAÇÃO NEUROMUSCULAR NA HIPERTROFIA MUSCULAR E DESEMPENHO DO MEMBRO INFERIOR: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO

ISABELA CRISTINA SOARES

Rio Claro – SP
2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS – RIO CLARO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO HUMANO E TECNOLOGIAS

EFEITOS DO TREINAMENTO DE FORÇA COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO ASSOCIADO À ELETROESTIMULAÇÃO NEUROMUSCULAR NA HIPERTROFIA MUSCULAR E DESEMPENHO DO MEMBRO INFERIOR: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO

ISABELA CRISTINA SOARES

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Câmpus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Humano e Tecnologias.

Orientadora: Profa. Dra. Cristiane Rodrigues Pedroni
Coorientador: Prof. Dr. Leonardo Coelho Rabello de Lima

Rio Claro – SP
2024

S676e

Soares, Isabela Cristina

Efeitos do treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo associado à eletroestimulação neuromuscular na hipertrofia muscular e desempenho do membro inferior: ensaio clínico randomizado / Isabela Cristina Soares. -- Rio Claro, 2024

65 p. : tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Rio Claro

Orientadora: Cristiane Rodrigues Pedroni

Coorientadora: Leonardo Coelho Rabello de Lima

1. Fisioterapia. 2. Estimulação eletrica nervosa transcutanea. 3. Desenvolvimento muscular. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Rio Claro

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: EFEITOS DO TREINAMENTO DE FORÇA COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO ASSOCIADO À ELETROESTIMULAÇÃO NEUROMUSCULAR NA HIPERTROFIA MUSCULAR E DESEMPENHO DO MEMBRO INFERIOR: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO

AUTORA: ISABELA CRISTINA SOARES
ORIENTADORA: CRISTIANE RODRIGUES PEDRONI
COORIENTADOR: LEONARDO COELHO RABELLO DE LIMA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Desenvolvimento Humano e Tecnologias, área: Tecnologias nas Dinâmicas Corporais pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. CRISTIANE RODRIGUES PEDRONI (Participaçao Presencial)
Departamento de Fisioterapia e Terapia Ocupacional / UNESP - Faculdade de Filosofia e Ciências de Marília - SP

Profa. Dra. JULIA ZOCCOLARO DURIGAN (Participaçao Presencial)
Departamento de Educação Física / Universidade de Marília - UNIMAR

Profa. Dra. MAHARA DAIAN GARCIA LEMES PROENÇA (Participaçao Presencial)
Departamento de Fisioterapia e Terapia Ocupacional / UNESP - Faculdade de Filosofia e Ciências de Marília - SP

Rio Claro, 26 de março de 2024

DEDICATÓRIA

"Aos meus pais, **Nerli dos Santos Soares** e **José Ferreira Soares**,
que foram os pilares que sustentaram meus sonhos,
os guias que iluminaram meu caminho e os heróis que sempre estiveram ao meu lado, nos bons e nos maus momentos.
Cada conquista que alcancei é reflexo do apoio infinito que vocês me deram."

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço aos meus pais, Nerli e José. Vocês me ensinaram a persistir, a sonhar e a nunca desistir, mesmo quando os desafios pareciam insuperáveis. Obrigada por incentivarem e apoiarem minhas escolhas, mesmo que isso significasse estarmos 400km longe na imensa maioria do tempo. Esta distância pode parecer grande, mas o vínculo que compartilhamos é tão forte que transcende qualquer limite geográfico.

À minha família, que de uma forma ou outra sempre esteve ao meu lado. À minha irmã Ana Flávia, aos meus avôs Delfim (*in memoriam*) e Juvanil, minhas avós Alexandrina *(in memoriam*) e Maria Helena e primos Bruna, Bruno e Leandro, que este trabalho não seja apenas um reflexo do meu esforço individual, mas também uma expressão do amor e apoio que recebi de cada um de vocês. Mesmo quando não pude estar presente fisicamente nos encontros de família, festas e aniversários, me senti envolvida pelo amor e pela compreensão que vocês continuaram a me oferecer.

Ao meu companheiro, Marcos Felippe. Agradeço por sempre estar ao meu lado, pela compreensão nos momentos de ausência, por toda a paciência e cuidado que sempre teve e tem comigo, por me aguentar nos dias mais difíceis e sempre me fazer lembrar que sou capaz. Obrigada por ser meu companheiro de vida e por compartilhar comigo não apenas os momentos felizes, mas também os desafios.

À pessoa que tornou minha vida acadêmica mais leve e divertida, Mavi. Quero expressar minha profunda gratidão por ter você como minha amiga ao longo dessa jornada. Agradeço por todo seu suporte tanto na parte da pesquisa quanto em questões da vida pessoal. Obrigada por estar ao meu lado em cada passo desse caminho durante os anos da graduação e pós-graduação e por dividir os fardos e angústias da vida adulta comigo. Sua presença nestes anos foi um raio de luz nos dias mais sombrios e uma fonte constante de apoio e encorajamento. Desde as longas noites de coletas, as reclamações e desabafos compartilhados até os momentos de incerteza, você esteve sempre lá, oferecendo seu ombro para chorar, seu ouvido para escutar e suas piadas para animar. Que este seja apenas o início de muitas conquistas que celebraremos juntas.

À minha orientadora, Profª Dra. Cristiane Rodrigues Pedroni, por me aceitar como orientanda e abraçar a ideia do projeto. Sou grata pela sua compreensão e apoio durante estes anos. Cada desafio e dificuldades que enfrentamos durante a realização desta pesquisa me ensinaram lições valiosas sobre perseverança, autonomia e autodirecionamento.

Ao meu coorientador, Profº Dr. Leonardo Coelho Rabello de Lima, que mesmo de longe se fez presente e realizou contribuições fundamentais para o sucesso deste trabalho. Sua

disposição em compartilhar seu conhecimento foi inspiradora e enriquecedora para o desenvolvimento do projeto.

Ao Centro Especializado em Reabilitação (CER), ambiente no qual desenvolvi as coletas deste trabalho, pela oportunidade de utilizar o espaço e os equipamentos e se tornar em grande parte do tempo minha segunda casa.

Aos integrantes do Laboratório de Pesquisa em Ortopedia e Recursos Terapêuticos que auxiliaram na execução desta pesquisa. Sem a dedicação e comprometimento de vocês nada neste trabalho seria possível. Vocês desempenharam um papel fundamental no sucesso deste projeto e serei eternamente grata pela colaboração de vocês. Obrigada Amanda, Giovana, João Neto, João Pedro, Luana, Luisa, Maria Clara, Roberta e Rodrigo.

Aos amigos que a Pós-graduação me proporcionou, em especial à Melissa e a Thainá, que dividiram comigo momentos de troca de experiências acadêmicas e momentos de descontração e fizeram a rotina no ambiente acadêmico se tornar mais leve por conta disso.

A todos os voluntários que aceitaram participar deste Ensaio Clínico e dispuseram de seu tempo para o período de treinamento e coleta dos dados. Graças à participação e compromisso de vocês pudemos contribuir para o avanço da pesquisa na ciência da reabilitação. Cada contribuição que vocês fizeram é inestimável e ajudará a melhorar a vida de muitos no futuro.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Sendo assim, agradeço pelo apoio financeiro para o desenvolvimento desse trabalho.

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"

"No pares nunca de soñar
No tengas miedo a volar
Vive tu vida"

RESUMO

Introdução: Diferente do Exercício Convencional (EC), que utilizam cargas ≥70% de Uma Repetição Máxima (1RM), o treinamento com Restrição de Fluxo Sanguíneo (RFS) e RFS associada à Estimulação elétrica neuromuscular (RFS-E) surgiram como estratégias para otimizar a hipertrofia muscular com baixa sobrecarga articular. Até o presente momento, não existem estudos na literatura que analisem de forma comparativa os efeitos destas três técnicas de fortalecimento. **Objetivos**: Avaliar os efeitos do treinamento de força com EC, RFS e RFS-E do músculo quadríceps em sujeitos fisicamente ativos e sem histórico de lesão nos parâmetros de Espessura Muscular (EM) e Desempenho do Membro Inferior (DMI). **Métodos**: Trata-se de um ensaio clínico randomizado. Foram recrutados 60 indivíduos, de ambos os sexos, com idade entre 18 e 45 anos, fisicamente ativos. Foi realizada uma anamnese inicial para caracterização da amostra e coleta dos dados antropométricos. O desempenho do membro inferior foi avaliado a partir das variáveis de salto vertical na plataforma de contato nos modos Counter Movement Jump (CMJ), Squat Jump (SJ) e Drop Jump (DJ) a partir de uma elevação de 30 e 60cm. Foi utilizada a ultrassonografia para avaliação da EM do reto femoral e do quadríceps. O teste de uma repetição máxima (1RM) unilateral na cadeira extensora foi utilizado para quantificar a carga durante as intervenções. Em seguida, os voluntários foram randomizados em três grupos: Grupo EC (GEC), Grupo RFS (GRFS) e Grupo RFS-E (GRFS-E). O treinamento foi realizado duas vezes na semana, por um período de oito semanas, com reavaliação do teste de 1RM na quarta semana. A análise dos dados foi realizada pelo software GraphPad Prism versão 9.0.2. Após a análise de normalidade, uma análise de variância de modelo misto ANOVA two-way comparou a EM de reto femoral e quadríceps e variáveis do salto vertical antes e depois do protocolo de treinamento e foi adotado nível de significância de 0,05. **Resultados**: Foi possível observar aumento significativo de EM do reto femoral no grupo GRFS-E pré e pós protocolo de treinamento (p=0,04) e superioridade ao GEC nesta mesma variável (p=0,01). Com relação ao salto vertical, a altura do DJ30 nos grupos GRFS-E e GEC foram superiores ao GRFS (p=003), sem diferença nos saltos CMJ, SJ e DJ60 (p=>0,05). **Conclusão**: Em indivíduos ativos, um protocolo de treinamento de 8 semanas com RFS-E se demonstrou eficaz para o aumento de EM se comparados ao EC e RFS, porém sem diferença entre as técnicas com relação ao DMI.

Palavras-chave: Terapia de Restrição de Fluxo Sanguíneo; Estimulação Elétrica Nervosa Transcutânea; Músculo Quadríceps; Desenvolvimento Muscular.

ABSTRACT

Introduction: Different from Conventional Exercise (CE), which use loads ≥70% of One Repetition Maximum (1RM), training with Blood Flow Restriction (BFR) and BRF associated with neuromuscular electrical stimulation (BRF-E) emerged as strategies to optimize muscle hypertrophy with low joint overload. To date, there are no studies in the literature that analyze the effects of these three strengthening techniques in a comparative way. **Objectives**: To evaluate the effects of strength training with CE, BFR and BFR-E of the quadriceps muscle in physically active subjects with no history of injury on the parameters of Muscle Thickness (MT) and Lower Limb Performance (LLP). **Methods**: This is a randomized clinical trial. 60 individuals of both sexes, aged between 18 and 45 years old, physically active, were recruited. An initial anamnesis was carried out to characterize the sample and collect anthropometric data. The performance of the lower limb was evaluated based on the vertical jump variables on the contact platform in the Counter Movement Jump (CMJ), Squat Jump (SJ) and Drop Jump (DJ) modes from an elevation of 30 and 60cm. Ultrasonography was used to evaluate MT of the rectus femoris and quadriceps. The unilateral one repetition maximum test (1RM) on the leg extension chair was used to quantify the load during the interventions. Then, the volunteers were randomized into three groups: Group CE (GCE), Group BFR (GBFR) and Group BFR-E (GBFR-E). Training was carried out twice a week, for a period of eight weeks, with reassessment of the 1RM test in the fourth week. Data analysis was performed using GraphPad Prism software version 9.0.2. After the normality analysis, a two-way ANOVA mixed model analysis of variance compared the MT of the rectus femoris and quadriceps and vertical jump variables before and after the training protocol and a significance level of 0.05 was adopted. **Results**: It was possible to observe a significant increase in ME of the rectus femoris in the BRF-E group before and after the training protocol (p=0.04) and superiority to GCE in this same variable (p=0.01). Regarding the vertical jump, the DJ30 height in the GBFR-E and GCE groups were higher than the GBFR (p=003), with no difference in the CMJ, SJ and DJ60 jumps (p=>0.05). **Conclusion**: In active individuals, an 8-week training protocol with BFR-E proved to be effective in increasing MT compared to CE and BFR, but with no difference between the techniques in relation to LLP.

Keywords: Blood Flow Restriction Therapy; Transcutaneous Electric Nerve Stimulation; Quadriceps Muscle; Muscle Development.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Caracterização da amostra.....37

Tabela 2 – Médias e desvios padrão dos valores de espessura de reto femoral e quadríceps, dos membros inferiores dominante (MD) e não dominante (MND) dos voluntários de acordo com grupos de intervenção em T0 e T8.....38

Tabela 3 – Médias e desvios padrão dos valores obtidos do salto vertical na modalidade CMJ em T0 e T8.....40

Tabela 4 – Médias e desvios padrão dos valores obtidos do salto vertical na modalidade SJ em T0 e T8.....40

Tabela 5 – Médias e desvios padrão dos valores obtidos do salto vertical na modalidade DJ 30 cm em T0 e T8.....41

Tabela 6 - Médias e desvios padrão dos valores obtidos do salto vertical na modalidade DJ 60 cm em T0 e T8.....41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Itens de protocolo padrão: Declaração de Recomendações para Estudos Internacionais SPIRIT.....27

Figura 2 – Posicionamento nos saltos CMJ e SJ.....30

Figura 3 – Posicionamento nos saltos DJ30 e DJ60.....30

Figura 4 – Posicionamento e avaliação ultrassonográfica dos músculos reto femoral e quadríceps femoral.....31

Figura 5 – Posicionamento para a mensuração da PAST.....32

Figura 6 – Fluxograma do Ensaio Clínico.....35

Figura 7 – Espessura reto femoral do membro dominante (RFD) e não dominante (RFND).....39

Figura 8 – Espessura do quadríceps do membro dominante e não dominante.....39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

US: Ultrassom

SV: Salto Vertical

CMJ: Counter Movement Jump

SJ: Squat Jump

DJ: Drop Jump

RSI: Índice de Força Reativa

1RM: Uma Repetição Máxima

EC: Exercício Convencional

RFS: Restrição de Fluxo Sanguíneo

EENM: Estimulação Elétrica Neuromuscular

RFS-E: Restrição de Fluxo Sanguíneo associado à Eletroestimulação

IPAQ: Questionário Internacional de Atividade Física

IMC: Índice de Massa Corporal

PAST: Pressão Arterial Sistólica de Treino

GRFS: Grupo Restrição de Fluxo Sanguíneo

GRFS-E: Grupo Restrição de Fluxo Sanguíneo associado à Eletroestimulação

GEC: Grupo Exercício Convencional

T0: Avaliação Inicial

T4: Avaliação após 4 semanas

T8: Avaliação Final.

AVDS: Atividades de Vida Diária

MMD: Mudança Mínima Detectável

SUMÁRIO

1. TRAJETÓRIA ACADÊMICA 15
2. CONTEXTUALIZAÇÃO 17
3. INTRODUÇÃO 17
4. REVISÃO DE LITERATURA 19
   4.1 HIPERTROFIA MUSCULAR 19
   4.2 AVALIAÇÃO DA HIPERTROFIA 20
   4.3 DESEMPENHO DE MEMBRO INFERIOR 20
   4.4 TREINAMENTO PARA HIPERTROFIA MUSCULAR 21
   4.5 QUADRÍCEPS FEMORAL 22
   4.6 RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO 22
   4.7 ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR 23
   4.8 RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO ASSOCIADO À ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR 24
5. OBJETIVO E HIPÓTESE 25
6. MATERIAIS E MÉTODOS 26
   A. CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE 27
   B. AMOSTRA 27
   C. RANDOMIZAÇÃO 28
   D. PROCEDIMENTOS 28
      I) Avaliação inicial (T0) 28
      II) Avaliação após 4 semanas (T4) 31
      III) Avaliação Final (T8) 32
   E. INTERVENÇÃO 32
      I) GRUPO RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO (GRFS) 32
      II) GRUPO RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO ASSOCIADO À ELETROESTIMULAÇÃO 32
      III) GRUPO EXERCÍCIO CONVENCIONAL 33
   F. DESFECHOS 35
7. ANÁLISE ESTATÍSTICA 35
8. RESULTADOS 36
   8.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA 36
   8.2 ESPESSURA MUSCULAR DE RETO FEMORAL E QUADRÍCEPS FEMORAL 37
   8.3 CMJ E SJ 39
   8.4 DJ30 E DJ60 39
9. DISCUSSÃO 41

10. CONCLUSÃO 45
11. REFERÊNCIAS 46
12. ANEXO 61

1. TRAJETÓRIA ACADÊMICA

No ano de 2018, iniciei a graduação em Fisioterapia na Universidade Estadual Paulista – UNESP campus Marília. Desde o primeiro ano de faculdade já tinha claro para mim que as áreas que eu mais me identificava dentro da fisioterapia eram as de Ortopedia e Desportiva. Ao longo destes quatro anos de estudos, pude confirmar através das aulas práticas e teóricas e experiências de estágio supervisionado que eram realmente estas áreas que tinham meu coração.

Em 2021, em contato com a Profa. Dra. Cristiane Rodrigues Pedroni juntamente com a Profa. Dra. Mariana de Almeida Lourenço, desenvolvi o projeto de Iniciação Científica intitulado "Efeitos imediatos do agulhamento a seco em pontos-gatilhos miofasciais: ensaio controlado aleatorizado", no qual fui contemplada com a bolsa PIBIC Reitoria. A partir deste projeto, tive meu primeiro contato com a pesquisa científica e pude ver a complexidade e a satisfação de realizar um Ensaio Clínico Randomizado ainda durante a graduação. Com isso, tive a certeza de que gostaria de seguir a carreira acadêmica. Em março de 2022, apresentei meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado "Efeitos Agudos do Agulhamento a Seco e Eletropuntura em Pontos-gatilho Miofasciais do Músculo Trapézio Superior: Ensaio Controlado Aleatorizado", derivado do meu projeto de iniciação científica.

Ingressei no mestrado acadêmico em abril de 2022, no programa de Desenvolvimento Humano e Tecnologias, UNESP – Instituto de Biociências, Campus Rio Claro, sob orientação da Profa. Dra. Cristiane Pedroni. Ainda neste mesmo ano, recebi o convite proporcionado pela profa. Dra. Angélica Mércia Pascon Barbosa juntamente com a Profa. Dra. Cristiane Pedroni para aprofundar meus conhecimentos com o uso do ultrassom voltado para avaliações fisioterapêuticas como bolsista de Treinamento Técnico da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP. Em outubro, fui contemplada com a bolsa de Mestrado Acadêmico do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq.

Participei de encontros acadêmicos quinzenais através do Laboratório de Pesquisa em Ortopedia e Recursos Terapêuticos (LAPORT), nos quais foram compartilhados e discutidos resultados parciais das diferentes pesquisas e ministradas aulas para o conhecimento de diferentes ferramentas avaliativas utilizadas na prática clínica e na pesquisa científica. Ainda com o LAPORT, participei da aplicação de programas de prevenção de lesões realizados no CER – UNESP dos atletas de futsal feminino e masculino da cidade de Marília.

Ao longo da minha trajetória acadêmica realizada durante a Pós-graduação, tive a oportunidade de assistir e ministrar aulas, tanto práticas quanto teóricas, que foram extremamente importantes para minha formação tanto profissional quanto acadêmica. Também

realizei dois estágios docência e fui contemplada com o auxílio de Orientador Acadêmico da Graduação, ambos nas matérias de Eletrotermofototerapia e Fisioterapia Desportiva. Esta experiência dentro da sala de aula foi desafiadora e primordial para que eu sempre buscasse aperfeiçoar a minha didática dentro da sala de aula.

Tive a oportunidade de publicar um artigo científico como autora e pude participar da elaboração como coautora de dois artigos. Além disso, pude participar como ouvinte de 3 eventos científicos e 3 congressos, sendo um deles regional e dois nacionais. Como autora, apresentei 6 trabalhos e fui coautora de 16 trabalhos, sendo em sua maioria trabalhos de resultados parciais derivados do meu projeto de Mestrado apresentados por alunos do LAPORT em congressos nacionais e internacionais.

Em um destes eventos científicos que pude participar, realizado na Universidade de São Paulo – USP Campus de Ribeirão Preto, tive a oportunidade de entrar em contato com o prof. Dr. Leonardo Coelho Rabello, que futuramente viria a ser coorientador do atual trabalho, e discutir as variáveis do projeto que na época estava na fase de realização dos testes piloto. Esta conversa, seu conhecimento prévio sobre a técnica de Restrição de Fluxo Sanguíneo e avaliações com o ultrassom e a plataforma de salto, bem como todo o suporte após foi de fundamental importância para a realização de todo o projeto.

Durante todo o ano de 2023, pude participar ativamente de todo o treinamento dos alunos vinculados a este projeto de Mestrado, ensinando a teoria e a prática de todos os instrumentos de avaliação e protocolos de intervenção, bem como realizei o recrutamento e avaliações iniciais e finais dos voluntários da pesquisa. Por fim, tive a felicidade de compor o corpo docente da Faculdade de Ensino Superior do Interior Paulista e supervisionar o Estágio em Fisioterapia Musculoesquelética, participando ativamente da formação de novos fisioterapeutas. Esta experiência foi desafiadora e muito gratificante.

Acredito que este ainda não seja o fim da minha jornada acadêmica, e sim somente o começo. Ainda há muitas descobertas a fazer, desafios a enfrentar e conquistas a alcançar. Estou ansiosa pelo que o futuro reserva e pronta para continuar crescendo, aprendendo e contribuindo para o mundo ao meu redor.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO

Este exemplar de dissertação é um dos requisitos obrigatórios para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Humano e Tecnologias, pós-graduação oferecida pelo Instituto de Biociências – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP. Inicialmente, apresentarei minha Trajetória Acadêmica, com o intuito de evidenciar os trabalhos realizados durante a realização do Mestrado Acadêmico. Posteriormente, será apresentada a Revisão de Literatura para contextualizar e familiarizar os leitores sobre os temas que serão abordados no decorrer da dissertação. Por fim, serão apresentados os materiais e métodos utilizados no estudo, com os resultados obtidos e discussão dos achados. Vale ressaltar que este trabalho é parte de um Ensaio Clínico maior, que também teve como avaliação a atividade eletromiográfia dos músculos do quadríceps femoral e a força e resistência por meio da dinamometria isocinética antes e após o protocolo de treinamento.

3. INTRODUÇÃO

Diversas estratégias de fortalecimento muscular de membros inferiores, mais precisamente do músculo quadríceps femoral, vêm sendo estudadas ao longo dos anos. Isso se deve à importância funcional que este grupo muscular possui, uma vez que a força de quadríceps possui associação positiva com o desempenho nas Atividades de Vida Diárias (AVDS) em tarefas do cotidiano (Wearing et al., 2019). Além disso, a diminuição de força e hipertrofia deste grupo muscular é um dos fatores de risco para o desenvolvimento e progressão de diversas lesões e disfunções em indivíduos saudáveis e fisicamente ativos, como por exemplo lesões musculares e ligamentares, osteoartrite de joelho, síndrome da dor patelofemoral, entre outras patologias relacionadas à articulação do joelho (Øiestad et al., 2022; Myer et al., 2004; Van Dyk et al., 2016).

Estudos demonstram que a arquitetura muscular está associada ao desempenho e é adaptável ao treinamento (Blazevich et al., 2007; Pollard et al., 2019). É amplamente aceito nos domínios da ciência do exercício e da reabilitação que um dos fatores necessários para que haja ganhos significativos de hipertrofia muscular é a utilização de cargas individualizadas ≥70% de Uma Repetição Máxima (1RM) para um determinado movimento (Androulakis-Korakakis et al., 2020; Vopat et al., 2020; Alvar et al., 2009).

No entanto, existem certos casos nos quais a realização de exercícios com altas cargas, ou Exercício Convencional (EC), não são tolerados pelos indivíduos devido à presença de dor,

fraqueza e/ou limitações funcionais que acabam impedindo a obtenção dessas cargas mais pesadas recomendadas, limitando a resposta neuromuscular desejada ao tratamento e atrasando o alcance dos objetivos de reabilitação (Hoyt et al., 2015; Slysz et al., 2016).

Uma alternativa para potencializar o fortalecimento e hipertrofia muscular é a utilização da Restrição do Fluxo Sanguíneo (RFS), que consiste na oclusão parcial dos vasos sanguíneos por meio da utilização de um manguito inflável posicionado na porção proximal do membro durante o treinamento de força concomitante a uma baixa carga de resistência (Hedt et al., 2022). Ensaios clínicos sobre este tema têm utilizado tipicamente exercícios resistidos, com cargas relativamente baixas (20-30% de 1RM), altas repetições por série (15-30 repetições) e com curtos intervalos de descanso entre as séries (30-60 segundos) (Abe et al., 2012; Pope et al., 2013; Colomer-Poveda et al., 2017; Ladlow et al., 2018).

Acredita-se que os efeitos acumulados de fadiga, tensão mecânica, estresse metabólico e hiperemia reativa contribuam para promover a adaptação do músculo com cargas menores, resultando em ganhos de força equivalentes e/ou maiores do que as formas tradicionais de treinamento (Slysz et al., 2016).

Outro recurso amplamente utilizado para otimizar os ganhos de hipertrofia muscular é a aplicação da Estimulação Elétrica Neuromuscular (EENM) que consiste em uma modalidade clínica que inicia potenciais de ação em ramos nervosos intramusculares, resultando em uma contração involuntária do músculo (Lepley et al., 2015). Em indivíduos saudáveis, a EENM parece ser um complemento ao treinamento voluntário porque induz especificamente a atividade de grandes unidades motoras que são mais difíceis de ativar durante a contração voluntária (Watanabe et al., 2021). Associar a EENM ao programa de treinamento pode aumentar significativamente a força de grandes grupos musculares, como o quadríceps, em comparação ao mesmo treino para ganho de força sem o estímulo neuromuscular (Glaviano & Saliba, 2016; Hauger et al., 2018).

A combinação das duas técnicas possui escassez de estudos (Patterson et al., 2019). Apesar de ser um recurso para potencializar a hipertrofia muscular, existem variações nos procedimentos e abordagens, especialmente no que diz respeito aos efeitos crônicos resultantes da associação da Restrição do Fluxo Sanguíneo associada à Eletroestimulação Neuromuscular (RFS-E) em indivíduos saudáveis (Bergamasco et al., 2022). As alterações musculares resultantes de ambas as técnicas isoladamente se assemelham em sua fisiologia de recrutamento muscular, o que destaca a hipótese de potencialização destes efeitos quando associados durante o exercício resistido (Natsume et al., 2019).

O efeito combinado da EENM e da RFS na hipertrofia muscular não foi completamente investigado. Embora sejam duas técnicas recomendadas isoladamente para redução da atrofia de membros inferiores, os protocolos e metodologias se diferem, principalmente, acerca dos efeitos crônicos da associação da RFS-E (Patterson et al., 2019).

A existência de estudos que analisem de maneira comparativa os efeitos das técnicas de RFS e RFS-E com o EC é limitada. Atualmente, a maior parte dos estudos se concentram em grupos populacionais que sofreram algum tipo de lesão na articulação do joelho. Até o presente momento, são poucos os estudos que investigam os efeitos da utilização da RFS e RFS-E com o objetivo de ganho de hipertrofia em populações saudáveis e fisicamente ativas. Isso é particularmente evidente se tratarmos a sua eficácia em relação ao músculo quadríceps e no desempenho de membro inferior.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 HIPERTROFIA MUSCULAR

Dentre as capacidades do tecido musculoesquelético, destaca-se o processo de hipertrofia, ou seja, o aumento de tamanho em resposta a determinados estímulos, como por exemplo os baseados em exercícios resistidos (Schiaffino et al., 2021). Frequentemente, esta adaptação fisiológica é utilizada para melhorar o desempenho atlético e a capacidade funcional em populações saudáveis (Heaselgrave et al., 2019; Horwath et al., 2019; Schoenfeld et al., 2019).

Esta alteração de tamanho é influenciada por dois principais fatores, sendo elas as variáveis exógenas e endógenas. Fatores endógenos estão relacionados a propriedades intrínsecas do músculo, englobando variáveis genômicas, epigenéticas, transcriptômicas e proteômicas (Turner et al., 2019). Já os fatores exógenos incluem variáveis relacionadas ao exercício resistido, como o número de repetições, intensidade, frequência e volume de treinamento, bem como variáveis relacionadas à dieta, como suplementação de proteína, ingestão de energia e consumo de suplementos anabolizantes (Joanisse et al., 2020).

A partir da carga externa imposta ao tecido músculo esquelético, uma cascata de eventos ocorre internamente para que ocorra o processo de hipertrofia muscular (Wackerhage, Schoenfeld, Hamilton, et al., 2019). Acredita-se que a matriz extracelular desempenhe um papel

crítico na mecanotransdução em sinais bioquímicos que, em última análise, regulam o controle da massa muscular esquelética a partir da sobrecarga mecânica (Lim et al., 2022).

4.2 AVALIAÇÃO DA HIPERTROFIA

A hipertrofia muscular pode ser avaliada quantitativamente de diversas formas que demonstram alta confiabilidade, sendo as mais comumente utilizadas a avaliação da espessura e da área transversal muscular usando ultrassonografia em modo B, tomografia computadorizada ou ressonância magnética. (Haun et al., 2019).

A ultrassonografia (US) é uma técnica de varredura rápida, acessível e não invasiva que está amplamente disponível. Sua utilização para a mensuração da espessura muscular dos extensores de joelho vem sendo descrita como uma ferramenta válida, que possui boa confiabilidade intra e interexaminadores (Pardo et al., 2018; Pinto-Ramos et al., 2022; Abiko et al., 2022), além de poder ser realizada com mais frequência por ser portátil, livre de exposição à radiação e não possuir uma alta complexidade de avaliações repetidas em ambiente clínico, diferentemente das técnicas citadas anteriormente (Mitsiopoulos et al., 1998; Zhao et al., 2022).

4.3 DESEMPENHO DE MEMBRO INFERIOR

Entre os principais fatores relacionados ao desempenho de membros inferiores, a força e massa muscular estão diretamente relacionadas a atividades motoras que definem a performance, como por exemplo na corrida e Saltos Verticais (SV) (Suchomel et al., 2016; Jones et al., 2016; Suchomel et al., 2018). A altura do SV é uma das variáveis mais utilizadas para avaliar o desempenho, pois é um indicador de potência muscular dos membros inferiores (Markovic et al., 2004) e fadiga neuromuscular (Buchheit et al., 2010; Sanchez-Medina & González-Suárez, 2009).

O SV é um movimento multiarticular que envolve as articulações do quadril, joelho e tornozelo e que requer coordenação motora complexa, sendo identificado como uma das habilidades de movimento fundamentais (Gallahue & John, 2006). Diferentes tipos de saltos verticais foram propostos para avaliar a função da parte inferior do corpo, entre eles o Counter Movement Jump (CMJ), o Squat Jump (SJ) e o Drop Jump (DJ), que se destacam como ferramentas com validade e confiabilidade para estimativa da potência explosiva de membros inferiores em indivíduos fisicamente ativos (Markovic et al., 2004).

O CMJ tem sido utilizado principalmente para monitorar o desempenho esportivo, assimetrias entre membros, fadiga neuromuscular e a eficácia de diferentes programas de treinamento (Berton et al., 2018; Claudino et al., 2017; Lake et al., 2020; Sakurai et al., 2023). Ele é caracterizado por um contramovimento inicial antes da fase de retirada dos dedos da plataforma, fornecendo informações sobre a força reativa dos membros inferiores (Bobbert et al., 1996). A altura do salto é a variável que se destaca como métrica de desempenho, por ser preditor direto de desempenho em diversas tarefas específicas do esporte e da preparação física (Markstrom & Olsson, 2013).

No SJ, o indivíduo parte de uma posição de semi-agachamento isométrico, com o tempo variando entre três a cinco segundos, antes de realizar a decolagem (Van Hooren & Zolotarjova, 2017). Esta modalidade de SV é frequentemente utilizada para avaliação da capacidade dos músculos dos membros inferiores de exercerem força durante uma ação apenas concêntrica (Samozino et al., 2008; Van Hooren & Zolotarjova, 2017).

Já o DJ é frequentemente utilizado como exercício de treinamento e um teste de potência e força reativa em programas de desenvolvimento atlético (You & Huang, 2022). Seu principal objetivo é minimizar o tempo de contato na aterrissagem enquanto tenta atingir a altura máxima do salto. Esta modalidade de salto fornece informações a respeito do Índice de Força Reativa (RSI), que permite avaliar a capacidade do indivíduo de mudar rapidamente de contração muscular excêntrica para concêntrica (Gervasi et al., 2022; Prieske et al., 2018; Prieske et al., 2018).

4.4 TREINAMENTO PARA HIPERTROFIA MUSCULAR

A prescrição de exercícios para faixas de repetição no treinamento de resistência é frequentemente baseada em uma determinada porcentagem dos valores de força máxima (Alvar et al., 2009). Um método amplamente utilizado para quantificar valores de força máxima é o teste de Uma Repetição Máxima (1RM), definido como o peso máximo que pode ser levantado uma única vez, mantendo a amplitude de movimento completa (Maud & Foster, 2006). Grgic e colaboradores concluíram em sua revisão sistemática que o teste de 1RM geralmente apresenta confiabilidade teste-reteste boa a excelente, independentemente da experiência em treinamento resistido, número de sessões de familiarização, seleção de exercícios, segmento corporal avaliado e sexo ou idade dos participantes (Grgic et al., 2020).

Atualmente, as diretrizes do *American College of Sports Medicine* recomendam que seja realizados exercícios com 8-12 repetições, com cargas entre 70 a 85% de 1 repetição máxima

(1RM) e frequência de treinamento de 2-3 vezes por semana para que haja aumento de hipertrofia muscular (Androulakis-Korakakis et al., 2020; Alvar et al., 2009).

Estudos demonstram que o treinamento de resistência com alta carga (60 a 80% de 1RM), ou Exercício Convencional (EC), por um período de no mínimo 6 semanas, são eficazes para o ganho de força isotônica e isométrica bem como de hipertrofia muscular se comparado ao treino de resistência com baixa carga (<30% 1RM) (Lasevicius et al., 2018; Schoenfeld et al., 2015; Lasevicius et al., 2022; Schoenfeld et al., 2017).

4.5 QUADRÍCEPS FEMORAL

O músculo quadríceps femoral pertence ao grupo muscular primário que está envolvido na função da articulação do joelho, sendo composto pelos músculos reto femoral, vasto medial, vasto intermédio e vasto lateral. A principal função deste grupo muscular é a de extensão do joelho. Entretanto, o músculo reto femoral auxilia em 33% no movimento de flexão de quadril enquanto o músculo vasto medial oblíquo atua como estabilizador medial da patela (Cheon et al., 2020). A diminuição de força e hipertrofia deste grupo muscular é um dos fatores de risco para lesão em atletas e indivíduos fisicamente ativos (Neal et al., 2019; Fousekis et al., 2011; Van Dyk et al., 2016; Myer et al., 2004; Øiestad et al., 2022).

Diretrizes baseadas em evidências mais recentes destacam a importância do fortalecimento do músculo quadríceps para reduzir a dor e melhorar a função em pacientes que possuem disfunções articulares do joelho (Amin, 2009; Fernandes et al., 2013). Apesar disso, exercícios de fortalecimento do quadríceps com altas cargas podem agravar os sintomas na articulação do joelho se não forem adaptados à capacidade desta articulação, por gerarem uma maior sobrecarga articular para atingir o limiar necessário para que ocorra a hipertrofia muscular (Muraki et al., 2015).

Diante disso, surge a necessidade da investigação de novas alternativas de treinamento de força muscular que equivalem aos resultados obtidos durante do exercício convencional com altas cargas sem causar sobrecargas mecânicas exacerbadas na articulação do joelho.

4.6 RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO

Uma alternativa para potencializar os ganhos de hipertrofia muscular com menor sobrecarga articular é a técnica de Restrição do Fluxo Sanguíneo (RFS), ou *Blood Flow Restriction Training*, que consiste na aplicação de um manguito de pressão, geralmente na parte

proximal do músculo ou grupo muscular, que oclui parcialmente os vasos sanguíneos enquanto o paciente realiza o exercício com baixa carga (Hedt et al., 2022). A RFS tem sido reconhecida como uma ferramenta promissora na prática clínica por ser capaz de induzir a hipertrofia muscular semelhante ao exercício convencional com alta carga porém com menor estresse articular (Centner et al., 2019; Hughes et al., 2017; Scott et al., 2016).

Ao aplicar a RFS, uma hipóxia local ocorre dentro de determinado grupo muscular, iniciando uma cascata metabólica que estimula a síntese de proteínas musculares, altera a regulação genética das células satélites musculares e aumenta o recrutamento de fibras musculares, promovendo maiores resultados de força e resistência muscular após o período de treinamento (Martin et al., 2022).

Diversas revisões sistemáticas e meta-análises atuais demonstraram que a associação do treinamento resistido com RFS aumenta efetivamente a força e a hipertrofia muscular em jovens saudáveis (Loenneke et al., 2012; Slysz et al., 2016; Pereira et al., 2022). Vilaça-Alves et al. concluíram que exercícios de resistência associados a RFS promovem respostas hormonais agudas de maneira semelhante ao exercício tradicional com altas cargas (Vilaça-Alves et al., 2023).

Hughes e colaboradores (2019) compararam a eficácia da RFS com 30% 1RM e do EC com 70% 1RM na reabilitação pós-operatória de pacientes com reconstrução do ligamento cruzado anterior através de um ensaio clínico randomizado, durante um período de 8 semanas com o exercício de *leg press* unilateral em ambos os membros. Ao final do estudo, foi possível concluir que ambos os grupos apresentaram melhoras na hipertrofia e na força muscular, porém o grupo com RFS possuiu uma maior redução na dor e efusão nas articulações do joelho, levando a ganhos gerais na função física autorrelatada por meio de questionários.

4.7 ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR

Outro recurso utilizado para ganho de força e hipertrofia muscular é a associação da Estimulação Elétrica Neuromuscular (EENM) durante a execução do exercício, que consiste na aplicação de trens pré-programados de estímulos elétricos aos músculos por meio de eletrodos de superfície posicionados na pele, com o objetivo final de gerar fortes contrações musculares (Rahmati et al., 2021). A EENM é amplamente utilizada durante o processo de reabilitação de diversas lesões musculoesqueléticas, como por exemplo no pós-operatório da reconstrução do ligamento cruzado anterior, no qual ocorre uma atrofia do músculo quadríceps que contribui para a fraqueza muscular persistente, devido a alterações na arquitetura muscular, atrofia

seletiva de fibras e déficits neurais de ativação muscular (Amestoy et al., 2022; Hauger et al., 2018; Krishnan & Williams, 2015; Moran et al., 2019; Toth et al., 2020)

Em indivíduos saudáveis, a EENM parece ser um complemento ao treinamento voluntário por induzir especificamente a atividade de grandes unidades motoras que contribuem para o metabolismo energético aeróbico e anaeróbico e são mais difíceis de ativar durante a contração voluntária (Hainaut & Duchateau, 1992; Watanabe et al., 2021). Watanabe e colaboradores concluíram que a aplicação da EENM associada ao exercício voluntário de intensidade moderada promoveu efeitos nos sistemas cardiovascular e metabólico semelhantes ao exercício de intensidade vigorosa, porém sem percepção de esforço extenuante (Watanabe et al., 2023).

4.8 RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO ASSOCIADO À ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR

O efeito combinado da EENM e da RFS na hipertrofia muscular não foi completamente investigado. Embora sejam duas técnicas recomendadas isoladamente para redução da atrofia de membros inferiores, os protocolos e metodologias se diferem, principalmente, acerca dos efeitos crônicos da associação da Restrição de Fluxo Sanguíneo associada à Eletroestimulação Neuromuscular (RFS-E) (Patterson et al., 2019). A combinação da RFS com a EENM de baixa intensidade aplicada no músculo quadríceps induz o ganho de força isométrica e isocinética de membros inferiores, além do aumento significativo da espessura muscular, gerando resultados hipertróficos com baixo dano mecânico e sobrecarga articular (Natsume et al., 2015).

Estudos experimentais demonstraram que a RFS-E promove maior fadiga muscular e maior ativação das vias reguladoras de síntese proteica se comparado às técnicas de RFS e EENM isoladas. Ainda, a RFS-E foi capaz de regular positivamente a massa muscular e aumentar a área da seção transversal da fibra muscular, induzindo a hipertrofia muscular (Natsume et al., 2019; Yoshikawa et al., 2019).

5. OBJETIVO E HIPÓTESE

Considerando o que foi exposto acima, este estudo teve como objetivo verificar e comparar os efeitos do treinamento de força de quadríceps com o exercício convencional, com a restrição de fluxo sanguíneo isolada e a mesma associada à eletroestimulação na espessura muscular e no desempenho de membros inferiores, em uma população fisicamente ativa, a partir de um protocolo de treinamento com frequência de 2 vezes por semana, durante 8 semanas.

Esperava-se que, apesar destas técnicas evidenciarem aumentos significativos de espessura muscular e performance de membros inferiores, os grupos que realizaram o protocolo de restrição de fluxo sanguíneo apresentariam resultados superiores ao grupo com o exercício convencional e que estes fossem potencializados quando associados à eletroestimulação, por conta do maior recrutamento muscular e sobrecarga metabólica gerada pela associação destas técnicas.

6. MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo de três braços, randomizado paralelo, duplo cego (avaliador de resultados e responsável pela análise estatística). O estudo seguiu o TIDieR (modelo para lista de verificação de descrição e replicação de intervenção) (Yamato et al., 2016) e os itens de protocolo padrão de 2013: recomendações para Declaração de Ensaios Internacionais (Chan et al., 2016) (Figura 1).

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista, campus de Marília, sob o parecer de número 5.809.107 (CAAE 63810022.7.0000.5406) (Anexo 1) e atendeu à resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. O ensaio randomizado controlado seguiu as recomendações do CONSORT e está registrado no Registro de Ensaios Clínicos (RBR-8vvpztm). Os participantes foram informados sobre todos os procedimentos do estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido antes de sua participação no estudo.

	Período do Estudo				
	Triagem	**Linha de base**	**Pós-alocação**		
TIMEPOINT	**-T1**	**T0**	**T1**	**T4**	**T8**
INSCRIÇÃO:					
Critérios de elegibilidade	X				
Termo de consentimento	X				
Alocação		X			
INTERVENÇÕES					
Restrição de Fluxo Sanguíneo			X		
Restrição de Fluxo Sanguíneo + eletroestimulação			X		
Exercício convencional			X		
AVALIAÇÕES					
Espessura Muscular		X			X

Pressão total de oclusão		X			
Performance no Salto Vertical		X			X
Teste de 1 repetição máxima		X		X	

Figura 1. Itens de protocolo padrão: Declaração de Recomendações para Estudos Internacionais SPIRIT

A. CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

Foram incluídos no estudo: (a) indivíduos de ambos os sexos; (b) com idade entre 18 e 45 anos; (c) considerados "ativos" ou "muito ativos" de acordo com o Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ); (d) que tivessem assinado o termo de consentimento livre e esclarecido; (e) que não realizassem nenhum tipo de treino de fortalecimento de membros inferiores durante o período da aplicação do protocolo de treinamento; (f) sem histórico de lesão na articulação do joelho.

Não foram incluídos no estudo: (a) indivíduos com o Índice de Massa Corporal (IMC) acima de 30; (b) que tivessem utilizado estimulantes, como álcool e cafeína, 24 horas antes das avaliações; (c) que apresentassem comprometimentos que impedissem de realizar os procedimentos, como alterações de sensibilidades e distúrbios mentais que poderiam levar a uma alteração dos resultados ou ser lesivos ao sujeito; (d) que possuíssem fatores de risco para tromboembolismo (doença de Crohn, fratura prévia de quadril, pelve ou fêmur, cirurgia de grande porte nos últimos seis meses e/ou varizes); (e) que possuíssem história familiar de trombose venosa profunda ou embolia pulmonar; (f) considerados hipertensos (pressão arterial em repouso > 150/90 mmHg).

B. AMOSTRA

Para o cálculo amostral, foram utilizados valores prévios do estudo de Bergamasco et al. (2021) pelo *software* G*Power 3.1.9.7. Considerando um erro alfa de 0,05 (5%) e um poder de 0,85 (85%), o tamanho estimado necessário para o estudo de avaliação seria uma amostra total de 39 participantes no total, sendo cada grupo composto por 13 participantes.

C. RANDOMIZAÇÃO

A randomização foi realizada através do site https://www.sealedenvelope.com/, em 5 blocos de 12 participantes, antes do recrutamento. Os participantes foram aleatoriamente alocados em três grupos: (A) Grupo RFS; (B) Grupo RFS-E; (C) Grupo Exercício Convencional. A alocação oculta dos voluntários foi realizada por meio do emprego de envelopes opacos, selados e sequencialmente numerados, sendo abertos apenas no momento da intervenção pelo pesquisador responsável pela aplicação dos programas de treinamento. Os avaliadores não tiveram acesso a essas informações. Os participantes foram instruídos a não fazer quaisquer comentários sobre o grupo que foi designado, garantindo assim o cegamento dos avaliadores. Além disso, o responsável pela análise estatística também não soube quais resultados correspondem a qual grupo.

D. PROCEDIMENTOS

I) Avaliação inicial (T0)

A avaliação inicial foi realizada em dois dias, antes do protocolo de treinamento. No primeiro dia, foi realizada a anamnese, com a coleta dos dados pessoais (idade, sexo, IMC, estatura, massa corporal), quais exercícios físicos os participantes praticam e sua regularidade, bem como a aplicação do IPAQ para caracterização e homogeneização da amostra, além da mensuração da pressão arterial sistólica e diastólica em repouso (Matsudo et al., 2012).

Em seguida, foi realizada a análise do salto vertical por meio dos saltos nos modos countermovement jump (CMJ), squat jump (SJ) e drop jump (DJ), utilizando-se da plataforma de contato (Elite Jump System 1; S2 Sports, São Paulo, Brasil). Para realizar o CMJ, os voluntários foram instruídos a realizar uma rápida flexão do joelho seguida de uma extensão do joelho (Petridis et al., 2019). Já no SJ, o voluntário foi orientado a realizar um agachamento isométrico com angulação autopreferida durante cinco segundos e em seguida realizar o salto (Petronijevic et al., 2018). Ambos os testes contaram com três tentativas submáximas para familiarização seguida de três tentativas válidas, com intervalo de 1 minuto de descanso entre cada salto (Figura 2). Posteriormente, no DJ, o voluntário foi orientado a realizar o salto através da superfície elevada e instruído a descer sobre a plataforma e realizar um salto vertical máximo, com o tempo mínimo de contato com a plataforma após a aterrissagem da caixa de salto (Figura 3). Também foram realizados três testes submáximos para familiarização, seguido

de três saltos verticais de uma altura de 30 cm e 60 cm respectivamente, com intervalo de 30 segundos de descanso entre eles (Arslan et al., 2020; Mateos-Angulo et al., 2020). Em todos os saltos, o voluntário foi orientado a permanecer com as mãos no quadril para diminuir a participação dos membros superiores no movimento. Além disso, a aterrissagem foi realizada simultaneamente com os pés mantendo a dorsiflexão do tornozelo e evitando flexão dos joelhos para alterações de medidas (Bergamasco et al., 2022).



Figura 2: Posicionamento nos saltos CMJ e SJ.



Figura 3: Posicionamento nos saltos DJ30 e DJ60.

Já no segundo dia, foi realizada a avaliação da espessura muscular através da ultrassonografia em modo B utilizando transdutor de matriz linear 2D (GE Healthcare, Zipf,

Áustria). Todas as medidas foram realizadas por um único avaliador previamente treinado. O voluntário foi posicionado em decúbito dorsal, evitando a rotação do quadril. Para obter a imagem, foi utilizado gel condutor para melhor reprodução das imagens e foi padronizada a posição do probe perpendicularmente à distância de 60% entre a espinha ilíaca ântero-superior e a borda superior da patela, colocado suavemente na área marcada sem deprimir a superfície dérmica (Mueller, 2016). O transdutor foi posicionado de modo que o fêmur ficasse no centro da tela e que o limite do músculo ficasse visível e foram registradas três imagens de cada membro. Posteriormente, foi realizada a medida da espessura transversal do músculo reto femoral e quadríceps femoral (reto femoral + vasto intermédio) em cada exame (Cheon et al., 2020) (Figura 4).

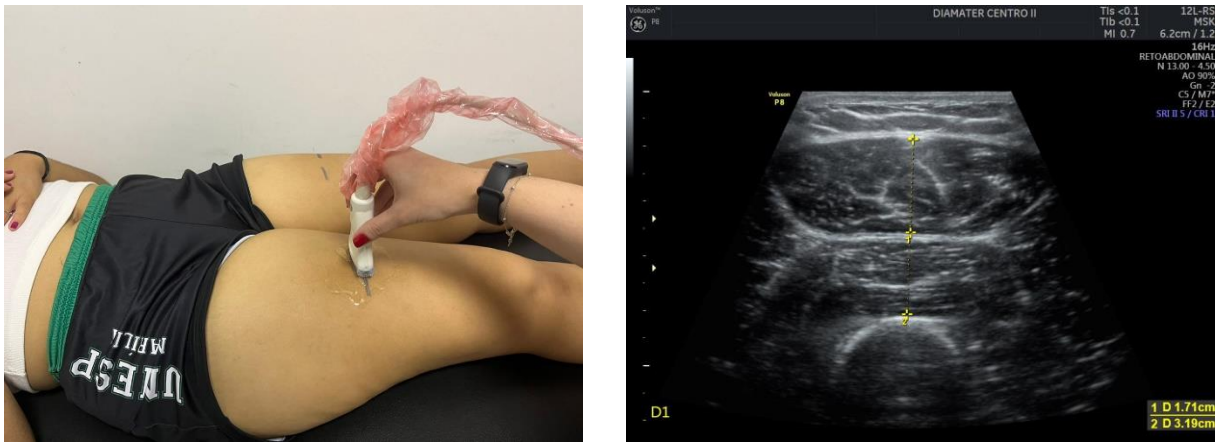


Figura 4: Posicionamento e avaliação ultrassonográfica dos músculos reto femoral e quadríceps femoral.

Em seguida, foi mensurada a pressão arterial sistólica de treino (PAST) em milímetros de mercúrio, por meio da ultrassonografia utilizando o doppler vascular (GE Healthcare, Zipf, Áustria). O manguito de pressão foi posicionado na parte proximal da coxa, próximo à prega inguinal, enquanto o transdutor foi posicionado sobre a artéria tibial (Figura 5). O manguito foi insuflado até o pulso da artéria tibial ser interrompido e a pressão de oclusão total foi definida como a pressão mínima necessária para interromper o pulso tibial (Bergamasco et al., 2022).



Figura 5: Posicionamento para a mensuração da PAST.

O teste de uma repetição máxima (1RM) foi realizado para quantificar a carga durante o treinamento. Foi realizado um aquecimento prévio de cinco minutos de caminhada rápida com progressão de velocidade na esteira. Em seguida, o voluntário foi posicionado sentado, com joelhos e pés na largura do quadril e realizou o teste de 1RM na cadeira extensora (Movement ®), sendo instruído a realizar um único movimento de extensão, partindo da posição inicial de 90 graus de flexão até o máximo possível da extensão de joelho (0 graus de extensão, aproximadamente), realizando as fases concêntrica e excêntrica com duração de dois segundos cada, sem pausa entre as contrações (Arslan et al., 2020; Mateos-Angulo et al., 2020). A carga inicial foi baseada no histórico de treinamento do voluntário. Se o voluntário não conseguisse realizar uma repetição ou realizar mais de uma, a carga foi ajustada e o descanso entre as tentativas foi estabelecido em cinco minutos (Schoenfeld et al., 2015).

II) Avaliação após 4 semanas (T4)

O teste de 1RM foi reavaliado após 4 semanas do protocolo para que a resistência fosse ajustada e a intensidade de treinamento se mantivesse adequada.

III) Avaliação Final (T8)

Foi realizada após as 8 semanas e 16 sessões do protocolo de treinamento, e assim como em T0, foi dividida em dois dias com a mesma ordem e instrumentos utilizados previamente.

E. INTERVENÇÃO

I) GRUPO RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO (GRFS)

Os indivíduos do GRFS foram submetidos à aplicação da técnica de restrição do fluxo sanguíneo. O manguito de pressão (Avanutri®) foi posicionado no terço proximal da coxa (região da prega inguinal), com a PAST correspondente a 50% da pressão total de oclusão para que ocorresse uma restrição equivalente e individualizada dos participantes (Kilgas et al., 2022; Patterson et al., 2019; McEwen et al., 2019). Esta pressão foi ajustada em 5% a cada semana de protocolo até atingir os 80% de pressão de restrição total. Foram realizadas quatro séries de 30,15,15,15 repetições respectivamente de extensão de joelho na cadeira extensora com 30% de 1RM e o manguito de pressão permaneceu inflado durante o todo o exercício e descanso entre as séries, que foi padronizado em um minuto (Noyes et al., 2021; Erickson et al., 2019).

II) GRUPO RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO ASSOCIADO À ELETROESTIMULAÇÃO

Os participantes incluídos no GRFS-E foram submetidos à aplicação da estimulação elétrica neuromuscular no músculo quadríceps, combinada a técnica de restrição do fluxo sanguíneo, durante o movimento de extensão de joelho resistido (Bergamasco et al., 2022). O protocolo de GRFS-E seguiu os mesmos parâmetros do GRFS. Os músculos do quadríceps foram eletroestimulados utilizando eletrodos bipolares ligados a um estimulador elétrico neuromuscular (Neurodyn II Ibramed®). A corrente de estimulação foi em forma de onda bifásica assimétrica, com frequência de 50Hz e duração de pulso de 500us, com tempo de contração e descanso de 2 segundos. Os eletrodos retangulares foram posicionados no ponto motor dos respectivos músculos, vasto lateral, vasto medial e reto femoral (Doucet et al., 2012). A intensidade teve o limiar motor do participante como referência, assim como a contração muscular do quadríceps visível (Truong et al., 2017).

III) GRUPO EXERCÍCIO CONVENCIONAL

Os participantes do GEC receberam o treinamento com o fortalecimento convencional recomendado pelo Colégio Americano de Medicina Esportiva, com 3 séries de 10 repetições, com carga de 70% de 1RM, na cadeira extensora. Foi padronizado um tempo de descanso entre as séries de 1 minuto (Hughes et al., 2019; Garber et al., 2011).

Todas as sessões de treinamento foram supervisionadas por um membro treinado da equipe de pesquisa. O fluxograma do ensaio clínico (Figura 6) demonstra a ordem dos procedimentos de recrutamento, avaliação, randomização, intervenção e reavaliação utilizados pelo estudo. O protocolo de treinamento foi realizado por um período de 8 semanas, com frequência de duas vezes por semana, com intervalo mínimo de 48 horas entre uma sessão e outra, totalizando 16 sessões.

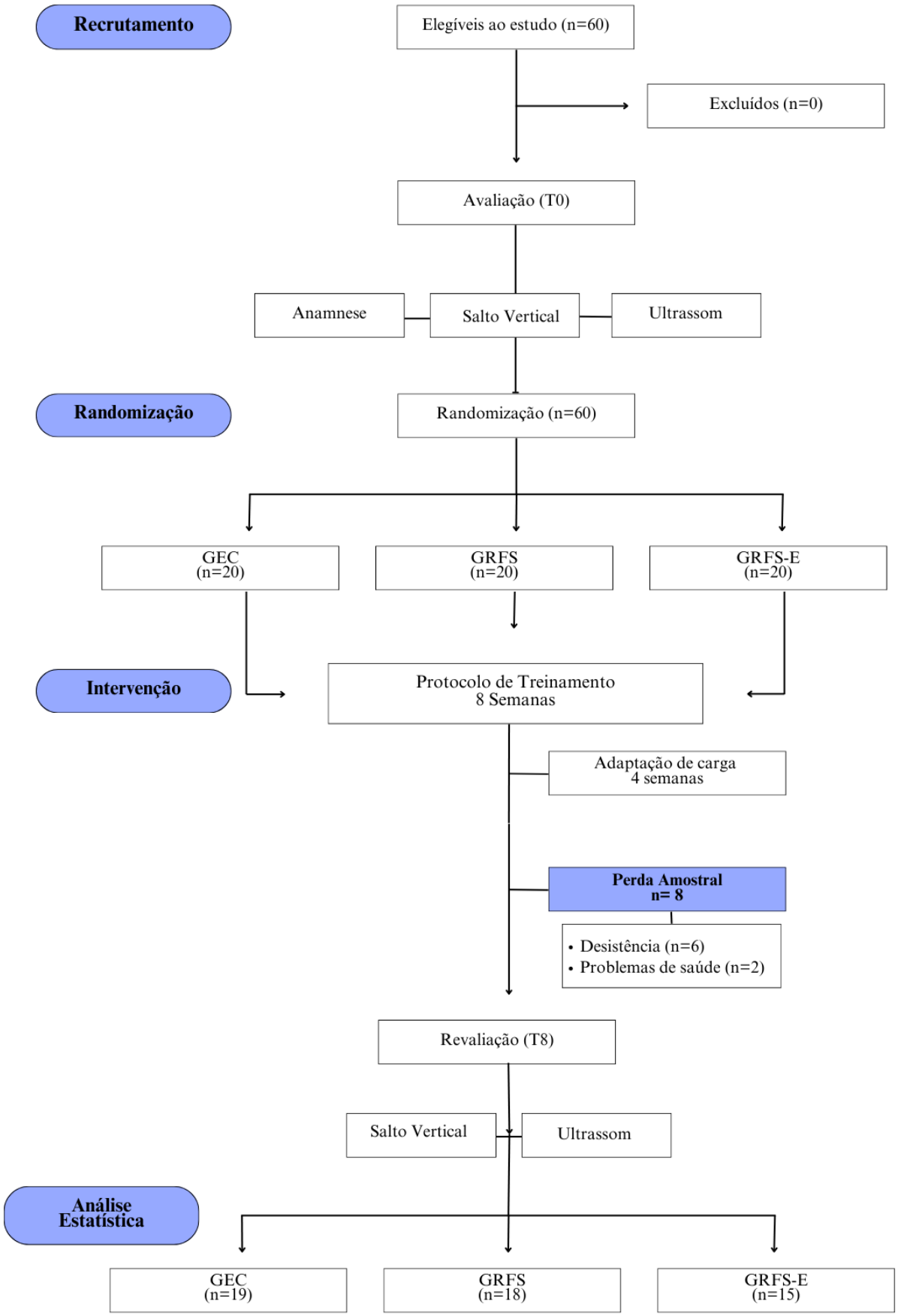


Figura 6. Fluxograma do Ensaio Clínico.

F. DESFECHOS

O desfecho primário foi a hipertrofia muscular de quadríceps, avaliada em T0 e T8. A avaliação da hipertrofia foi mensurada por meio de imagens transversais do músculo reto femoral e quadríceps femoral através da ultrassonografia em modo B com transdutor de matriz linear (Hansell & Ntoumenopoulos, 2021).

O desempenho no salto vertical foi o desfecho secundário, sendo avaliado através da análise do salto realizada na plataforma de salto Elite Jump System 1, nos modos CMJ, SJ e DJ, por meio das variáveis de altura, tempo de voo e o índice de força reativa (RSI) pré e pós protocolo de treinamento.

7. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados como um ensaio clínico pelo conceito de protocolo, até completar as 8 semanas. A análise estatística foi realizada utilizando o software GraphPad Prism versão 9.0.2, com avaliadores e estatístico cegos.

A distribuição de normalidade foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk. As características individuais dos participantes foram comparadas entre os três grupos por meio do teste ANOVA One Way ou Kruskal Wallis, dependendo do resultado do teste de normalidade. Os dados não normais foram apresentados em mediana e intervalo interquartil (25-75%) e os normais por meio de média e desvio padrão. Uma análise de variância de modelo misto ANOVA Two-Way (grupos: GEC, GRFS e GRFS-E; por tempo: T0 e T8) comparou a espessura muscular de reto femoral e quadríceps e variáveis do salto vertical antes e depois do protocolo de treinamento. Uma análise post hoc foi realizada utilizando o método Tuckey para um efeito de interação grupo por tempo e o nível de significância foi de 0,05 para todas as análises estatísticas.

8. RESULTADOS

8.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Foram incluídos para o estudo 52 indivíduos, de ambos os sexos, com idade de 18 a 42 anos, randomizados em três grupos: GEC, GRFS e GRFS-E, que concluíram as 16 sessões em 8 semanas do protocolo de treinamento. Foram realizadas as médias e desvio padrão dos dados antropométricos coletados durante a avaliação inicial (T0), demonstrados na Tabela 01. É possível observar que os grupos eram homogêneos entre si com relação à idade, massa corporal, estatura, IMC e sexo.

Tabela 01 - Caracterização da amostra.

	Idade (anos)	**Massa corporal (Kg)**	**Estatura (m)**	**IMC (Kg/m²)**
	Md (25-75%)	Méd ± DP	Méd ± DP	Méd ± DP
GEC (n=19)	20 [20-24]	67,52 ± 12,22	1,72 ± 0,08	22,79 ± 2
GRFS (n=18)	22 [19,75-24,25]	69,22 ± 12,14	1,67 ± 0,09	22,63 ± 1,67
GRFS-E (n=15)	20 [19-22]	72,6 ± 13,28	1,71 ± 0,09	22,83 ± 2,3
p	0,33	0,5	0,28	0,15
	Sexo Feminino (%)	**Sexo Masculino (%)**	**p**	
GEC	52,63%	47,37%	0,052	
GRFS	72,22%	27,78%	0,059	
GRFS-E	53,33%	46,67%	0,5	

GEC: Grupo Exercício Convencional; GRFS: Grupo Restrição de Fluxo Sanguíneo; GRFS-E: Grupo Restrição de Fluxo Sanguíneo associado à Eletroestimulação; Kg: quilogramas; m: Metros; IMC: Índice de Massa Corporal; Méd: média; DP: Desvio Padrão; Md: Mediana e intervalo interquartil [25%-75%]

8.2 ESPESSURA MUSCULAR DE RETO FEMORAL E QUADRÍCEPS FEMORAL

Os valores de espessura muscular do músculo reto femoral do membro dominante aumentaram significativamente após o treinamento apenas para o GRFS-E (p=0,04). Além disso, o GRFS-E se demonstrou superior ao GEC nesta mesma variável (p=0,01). Já os valores de espessura muscular de quadríceps não apresentaram mudanças estatisticamente significantes após o treinamento em nenhum dos grupos (p>0,05). É possível observar os valores descritos na Tabela 02 e ilustrados nas figuras 7 e 8.

Tabela 02 – Médias e desvios padrão dos valores de espessura de reto femoral e quadríceps, dos membros inferiores dominante e não dominante dos voluntários de acordo com grupos de intervenção em T0 e T8.

		GEC (n=19)	**GRFS (n=18)**	**GRFS-E (n=15)**	
		Méd. DP	**Méd. DP**	**Méd. DP**	**P**
Espessura Reto Femoral D (cm)	T0	1,92 ± 0,41	1,91 ± 0,32	1,92 ± 0,36	
	T8	2,09 ± 0,35	2,17 ± 0,68	2,32 ± 0,44*	0,04
	Δ%	8,80%	13,60%	20,80%[A]	0,01
Espessura Reto Femoral ND (cm)	T0	1,91 ± 0,42	1,93 ± 0,31	1,94 ± 0,40	
	T8	2,09 ± 0,33	2,11 ± 0,34	2,26 ± 0,36	0,67
	Δ%	9,40%	9,30%	16,40%	0,21
Espessura Quadríceps D (cm)	T0	3,74 ± 0,89	3,67 ± 0,66	3,81 ± 0,79	
	T8	4 ± 0,78	3,99 ± 0,64	4,25 ± 0,83	0,89
	Δ%	6,90%	8,70%	11,50%	0,4
Espessura Quadríceps ND (cm)	T0	3,77 ± 0,90	3,79 ± 0,68	3,91 ± 0,82	
	T8	4 ± 0,81	4,01 ± 0,65	4,29 ± 0,72	0,89
	Δ%	6,10%	5,80%	9,70%	0,7

GEC: Grupo Exercício Convencional; GRFS: Grupo Restrição de Fluxo Sanguíneo; GRFS-E: Grupo Restrição de Fluxo Sanguíneo associado à Eletroestimulação; D: Membro Dominante; ND: Membro Não Dominante; cm: Centímetros; T0: Avaliação Inicial; T8: Avaliação Final; Δ%: Variação de mudança intra-grupo; Méd: Média; DP: Desvio Padrão; *= Diferença significativa em relação a avaliação intra-grupo; [A]= Superioridade ao GEC.

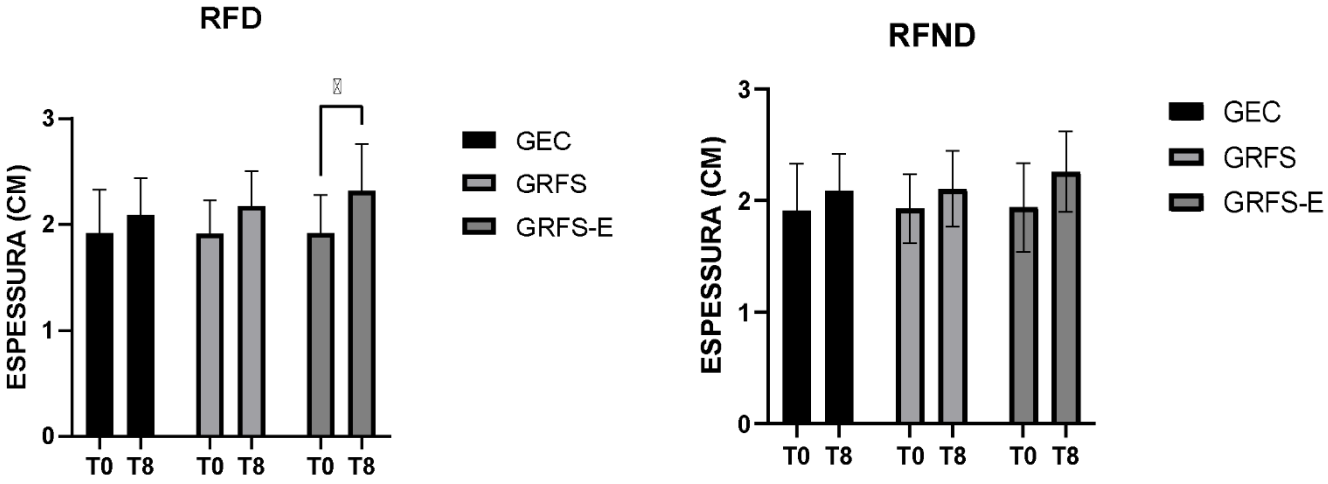


Figura 7: Espessura reto femoral do membro dominante (RFD) e não dominante (RFND).

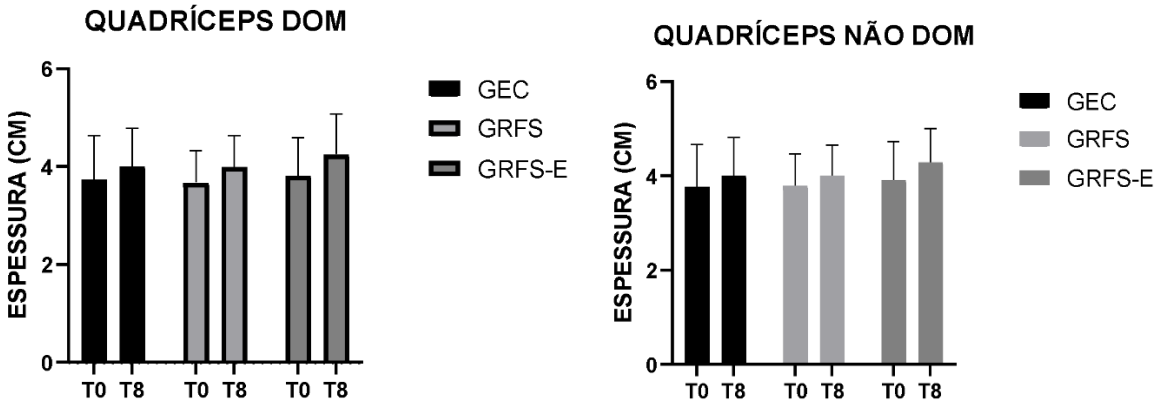


Figura 8: Espessura do quadríceps do membro dominante e não dominante.

8.3 CMJ E SJ

Os valores de altura e tempo de voo do SV no modo CMJ e SJ não apresentaram nenhuma alteração significativa com o treinamento (Tabelas 03 e 04). Estas variáveis também não foram diferentes intra e inter grupos pré e pós protocolo de treinamento ($p > 0,05$).

Tabela 03 – Médias e desvios padrão dos valores obtidos do salto vertical na modalidade CMJ em T0 e T8.

		GEC (n=19)	**GRFS (n=18)**	**GRFS-E (n=15)**	
		Méd. DP	**Méd. DP**	**Méd. DP**	**P**
Altura (cm)	T0	27,07 ± 10,87	23,68 ± 7,99	24,45 ± 7,3	
	T8	29,69 ± 11,64	23,97 ± 7,09	26,01 ± 6,87	0,85
	Δ%	9,60%	1,20%	6,30%	0,1
Tempo de voo (ms)	T0	460,77 ± 91,23	433,55 ± 70,96	441,13 ± 68,34	
	T8	483,11 ± 11,34	437,27 ± 61,20	456,06 ± 61,75	0,87
	Δ%	4,80%	0,85%	3,38%	0,14

GEC: Grupo Exercício Convencional; GRFS: Grupo Restrição de Fluxo Sanguíneo; GRFS-E: Grupo Restrição de Fluxo Sanguíneo associado à Eletroestimulação; Méd: média; DP: Desvio Padrão; cm: Centímetros; ms: milissegundos; Δ%: Variação de mudança intra-grupo.

Tabela 04 – Médias e desvios padrão dos valores obtidos do salto vertical na modalidade SJ em T0 e T8.

		GEC (n=19)	**GRFS (n=18)**	**GRFS-E (n=15)**	
		Méd. DP	**Méd. DP**	**Méd. DP**	**P**
Altura (cm)	T0	26,51 ± 10,13	23,33 ± 8,58	23,25 ± 7,28	
	T8	28,11 ± 10,50	23,24 ± 7,28	25,3 ± 6,93	0,86
	Δ%	6,03%	-0,38%	8,80%	0,47
Tempo de voo (ms)	T0	456,33 ± 87,39	429,55 ± 75,39	429,86 ± 68,93	
	T8	470,35 ± 86,51	430,38 ± 63,41	449,53 ± 63,89	0,86
	Δ%	3,07%	0,19%	4,57%	0,48

GEC: Grupo Exercício Convencional; GRFS: Grupo Restrição de Fluxo Sanguíneo; GRFS-E: Grupo Restrição de Fluxo Sanguíneo associado à Eletroestimulação; Méd: média; DP: Desvio Padrão; cm: Centímetros; ms: milissegundos; Δ%: Variação de mudança intra-grupo.

8.4 DJ30 E DJ60

No modo DJ30, os indivíduos do GEC e GRFS-E foram superiores ao GRFS na variável de altura quando comparado os efeitos pré e pós protocolo de treinamento ($p=0,003$). Nas demais

variáveis do DJ30 e DJ60, não foi possível observar diferenças significativas intra e inter grupos (p>0,05) (Tabelas 5 e 6).

Tabela 05 – Médias e desvios padrão dos valores obtidos do salto vertical na modalidade DJ 30 cm em T0 e T8.

		GEC (n=19)	**GRFS (n=18)**	**GRFS-E (n=15)**	
		Méd. DP	**Méd. DP**	**Méd. DP**	**P**
Altura (cm)	T0	24,01 ± 6,81	21,88 ± 7,5	23,08 ± 7,12	0,48
	T8	26,39 ± 8,14	21 ± 6,56	24,21 ± 6,17	
	Δ%	9,90%[B]	-4,02%	5,02%[B]	0,003
Tempo de contato (ms)	T0	332,72 ± 88,89	324,55 ± 91,77	359,33 ± 86,61	0,61
	T8	301,66 ± 58,91	319,5 ± 82,61	334,06 ± 71,94	
	Δ%	-9,33%	-1,55%	-7,03%	0,25
RSI	T0	0,77 ± 0,33	0,72 ± 0,36	0,65 ± 0,30	0,5
	T8	0,89 ± 0,33	0,67 ± 0,27	0,75 ± 0,24	
	Δ%	15,50%	-6,94%	15,38%	0,09

GEC: Grupo Exercício Convencional; GRFS: Grupo Restrição de Fluxo Sanguíneo; GRFS-E: Grupo Restrição de Fluxo Sanguíneo associado à Eletroestimulação; Méd: média; DP: Desvio Padrão; cm: Centímetros; ms: milissegundos; Δ%: Variação de mudança intra-grupo; [B]= Superioridade ao GRFS.

Tabela 06 – Médias e desvios padrão dos valores obtidos do salto vertical na modalidade DJ 60 cm em T0 e T8.

		GEC (n=19)	**GRFS (n=18)**	**GRFS-E (n=15)**	
		Méd. DP	**Méd. DP**	**Méd. DP**	**P**
Altura (cm)	T0	25,03 ± 7,96	21,66 ± 7,04	23,08 ± 7,12	
	T8	26,12 ± 8,5	22,28 ± 7,31	24,21 ± 6,17	0,98
	Δ%	4,35%	2,86%	4,89%	0,89
Tempo de Contato (ms)	T0	330,16 ± 95,99	326,88 ± 88,39	359,33 ± 86,61	
	T8	302,22 ± 57,47	309,11 ± 68,05	334,06 ± 71,94	0,96
	Δ%	-8,46%	-5,43%	-7,03%	0,86
RSI	T0	0,80 ± 0,31	0,68 ± 0,25	0,65 ± 0,30	
	T8	0,88 ± 0,35	0,74 ± 0,31	0,75 ± 0,24	0,96
	Δ%	10%	8,80%	15,38%	0,84

GEC: Grupo Exercício Convencional; GRFS: Grupo Restrição de Fluxo Sanguíneo; GRFS-E: Grupo Restrição de Fluxo Sanguíneo associado à Eletroestimulação; Méd: média; DP: Desvio Padrão; cm: Centímetros; ms: milissegundos; Δ%: Variação de mudança intra-grupo.

9. DISCUSSÃO

Este estudo teve como objetivo comparar os efeitos de três métodos de fortalecimento muscular do músculo quadríceps femoral em indivíduos fisicamente ativos e sem histórico de lesão na articulação do joelho: o EC, amplamente utilizado e recomendado para hipertrofia muscular, porém com o uso de altas cargas (Androulakis-Korakakis et al., 2020); a RFS, técnica alternativa para potencializar os ganhos com menor sobrecarga articular (Reina-Ruiz et al., 2022) e a RFS-E, que assim como a RFS, utiliza cargas mais baixas associada à eletroestimulação neuromuscular, porém sem muitos estudos sobre sua eficácia na população não-lesionada (Skiba et al., 2021).

A hipótese de que o GRFS-E se sobressairia em relação ao GEC e GRFS foi parcialmente confirmada por este estudo com relação ao aumento da espessura do músculo reto femoral. Com relação aos valores de espessura muscular de quadríceps, não foi possível observar significância estatística após o protocolo de treinamento de 8 semanas.

Tal achado corrobora com a recente pesquisa de Santiago-Pescador et al. (2023), que avaliaram o efeito agudo da aplicação da RFS, EENM e RFS-E na espessura muscular do músculo reto femoral e vasto lateral em jovens saudáveis. Os resultados demonstraram que a junção da RFS-E e RFS produziu maior edema celular agudo do que a aplicação isolada de EENM, podendo inferir que o treinamento a longo prazo pode resultar em aumentos de trofismo muscular. Loenneke et al., (2012) hipotetizaram que o edema celular é importante para o crescimento muscular e adaptação da força, e que quando aliado a um maior acúmulo metabólico, como por exemplo durante a aplicação da RFS, essa adaptação é ainda maior.

Ademais, Li et al., (2023) realizaram um ensaio clínico que objetivou investigar os efeitos da aplicação independente de RFS e EENM, bem como da combinação dos dois métodos, na função muscular dos membros inferiores a partir do treino de agachamento em baixa intensidade (25% 1RM). Os resultados evidenciaram que a aplicação de RFS-E melhora a força muscular, promove hipertrofia e melhora a ativação muscular com superioridade ao RFS.

Ao aplicar a EENM concomitante à utilização da RFS, o neurônio motor é estimulado induzindo a contrações e relaxamentos contínuos do músculo, ao mesmo tempo em que ocorre a indução de condições hipóxicas no tecido muscular e estimulação de quimiorreceptores tipos III e IV. Estes processos resultam no recrutamento mais eficiente de fibras musculares e na promoção da hipertrofia muscular (Maffiuletti et al., 2014; Paillard, 2008; Saatmann et al., 2021; Wackerhage, Schoenfeld, Lee Hamilton, et al., 2019). Adicionalmente, Hauger et al.,

(2018) concluíram que a utilização da EENM aumenta significativamente a força da contração muscular durante o exercício, contribuindo também para o aumento da massa muscular.

Contrariando os achados do presente estudo, Bergamasco e colaboradores (2022) concluíram que o treinamento de baixa carga associado à RFS foi superior ao treinamento de RFS-E com relação aos valores de hipertrofia muscular e área de secção transversa do músculo vasto lateral. Tal diferença encontrada pode ser explicada com base no número de sessões de treinamento realizadas. A pesquisa mencionada utilizou um programa de treinamento com 20 sessões, enquanto o presente estudo teve um programa com 16 sessões. Além disso, no estudo citado os protocolos de EENM diferiram, com utilização de tempo off da corrente de 14 segundos. Comparando os dois estudos, a diferença no tempo de repouso pode justificar a diferença nos resultados encontrados. Isto sugere que a divergência nos resultados pode ser consequência da variação no número de sessões de treinamento entre os estudos e tempo de repouso entre as repetições. Loenneke et al. (2012) concluíram que programas de treinamento que empregam a técnica de RFS por mais de 10 semanas resultam em ganhos consideravelmente superiores nas variáveis de hipertrofia e força muscular em comparação a intervenções de menor duração.

Ainda que os achados do presente estudo não demonstrem diferenças estatisticamente significantes nos valores de hipertrofia, faz-se necessário discriminar os verdadeiros efeitos das intervenções. A Mudança Mínima Detectável (MMD) é um parâmetro estatístico que pode ser utilizado como um ponto de corte para diferenciar uma mudança verdadeira e uma flutuação devido ao erro de medição (de Vet et al., 2006). A literatura nos traz que a MMD para a espessura do músculo reto femoral mensurada a partir da ultrassonografia é de 2mm (Takahashi et al., 2021). No presente estudo, os grupos GEC, GRFS e GRFS-E obtiveram aumentos superiores que 2mm nas medições de espessura muscular, podendo este ser considerado um índice útil para avaliar o efeito terapêutico das técnicas de fortalecimento, o que pode evidenciar que os três grupos possam ter apresentado um efeito positivo das intervenções sobre os valores de hipertrofia muscular.

Com relação ao desempenho de membro inferior, foi possível observar nesta amostra de 52 indivíduos saudáveis e fisicamente ativos que houve uma superioridade dos grupos GEC e GRFS-E pré e pós protocolo de treinamento nos valores de altura do salto vertical no modo DJ30 se comparados ao GRFS.

Assim como o presente estudo, Held e colaboradores (2023) em seu estudo recente também encontraram um comprometimento no desempenho do DJ em indivíduos que foram

submetidos a RFS em comparação ao grupo controle. Uma revisão sistemática sobre o desempenho do salto concluiu que uma adaptação positiva do desempenho do salto vertical pode ser esperada após mais de 8 semanas de treinamento com RFS (Clarkson et al., 2019).

Já nos modos CMJ e SJ, não foi possível observar diferenças significativas de desempenho intra e inter grupos. Este achado corrobora com o encontrado por Madarame et al., (2011), no qual após a aplicação de um protocolo de treinamento em indivíduos jovens, com frequência de 2 vezes por semana durante 10 semanas, a altura do CMJ não se alterou nos grupos que utilizaram técnicas de RFS e EC.

Adaptações neurais, como maior ativação e sincronização de unidades motoras, têm sido considerados fatores importantes para melhorar a produção de potência máxima e consequente melhoria de desempenho (Kinnunen et al., 2019; Tøien et al., 2018). Estudos anteriores sobre RFS com baixas cargas e EC com 70% 1RM não conseguiram mostrar alterações no padrão de ativação das unidades motoras após um período de treinamento (Copithorne et al., 2021; Hammer et al., 2020; Looney et al., 2015; Teixeira et al., 2018). Portanto, é pode-se presumir que a incapacidade destas modalidades de treinamento de melhorar o desempenho do salto é em parte atribuível à ausência do incremento no acionamento de unidades motoras.

Além disso, a não potencialização do desempenho dos indivíduos encontrada nos saltos CMJ e SJ pode estar relacionada ao método de treinamento aplicado, uma vez que treinamentos realizados com movimentos específicos podem melhorar significativamente o desempenho na tarefa de salto vertical. De acordo com Attene et al. (2015), protocolos de treinamento que combinam treino pliométrico e exercícios específicos de salto são eficazes para aumentar o desempenho no salto vertical. Em consonância, Battaglia et al. (2014) sugeriram que indivíduos treinados no gesto esportivo do CMJ e SJ são capazes de promover adaptações neuromusculares significativas na potência máxima de atletas de voleibol e basquete em comparação com indivíduos controle da mesma idade.

O estudo de Yang et al., (2022) comparou os efeitos da aplicação da RFS e GEC durante 20 sessões em uma variedade de exercícios de salto, entre eles o CMJ, SJ e DJ30. Como resultado, foi observada uma melhora significativa no desempenho em todas as modalidades de salto analisadas. Entretanto, diferentemente da nossa amostra, a população avaliada neste estudo citado era de ginastas atletas pré-adolescentes de trampolim. Assim, além de considerar a especificidade do treinamento devemos considerar também as habilidades técnicas, tempo de familiarização com o gesto esportivo e condicionamento físico.

Em se tratando de desempenho no salto vertical, a literatura nos traz que a MMD encontrada na variável altura dos saltos nos modos CMJ e SJ é de 2,11cm e 2,72cm, respectivamente (Wadhi et al., 2018). Tal achado corrobora com os encontrados no presente estudo, uma vez que os grupos GEC, GRFS e GRFS-E não obtiveram aumentos superiores a MMD, sugerindo assim que os protocolos de fortalecimento aplicados por um período de 8 semanas não foram suficientes para potencializar o desempenho de membros inferiores.

No presente estudo houveram algumas limitações. Embora indivíduos do sexo masculino e feminino tenham participado deste ensaio clínico, os hormônios relacionados ao sexo e o controle da dieta bem como a ingestão de álcool não foram verificados durante o protocolo de treinamento, fatores estes que estão diretamente ligados ao ganho de massa muscular. Além disso, o protocolo ter sido aplicado de forma isolada na cadeira extensora, sem variação de estímulos, pode não ter potencializado a hipertrofia e o desempenho do salto vertical se comparado à exercícios alternados e priorizando a execução na função. Por fim, a frequência de treinamento de duas vezes por semana durante oito semanas pode não ter sido suficiente para o aumento de espessura muscular e na melhoria do desempenho no salto vertical.

10. CONCLUSÃO

Em indivíduos ativos, um protocolo de treinamento de 8 semanas com RFS-E se demonstrou eficaz para o aumento de EM se comparados ao EC e RFS, porém sem diferença entre as técnicas com relação ao desempenho de membros inferiores.

11. REFERÊNCIAS

Abe, T., Loenneke, J. P., Fahs, C. A., Rossow, L. M., Thiebaud, R. S., & Bemben, M. G. (2012). Exercise intensity and muscle hypertrophy in blood flow-restricted limbs and non-restricted muscles: A brief review. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, *32*(4), 247–252. https://doi.org/10.1111/j.1475-097X.2012.01126.x

Abiko, T., Ohmae, K., Murata, S., Shiraiwa, K., & Horie, J. (2022). Reliability of muscle thickness and echo intensity measurements of the quadriceps: A novice examiner. *Bodyw Mov Ther*, *31*, 164–168. https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2022.03.004

Alvar, Nicholas A. Ratamess; Brent A. ; Tammy K. Evetoch; Terry J. Housh; W. Ben Kibler; Travis Triplett, P. D. (2009). Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *41*(3), 687–708. https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181915670

Amestoy, J., Pérez-Prieto, D., Torres-Claramunt, R., Sánchez-Soler, J. F., Solano, A., Leal-Blanquet, J., Hinarejos, P., & Monllau, J. C. (2022). Preoperative muscle thickness influences muscle activation after arthroscopic knee surgery. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, *30*(6), 1880–1887. https://doi.org/10.1007/s00167-021-06820-4

Amin, S. et al. (2009). Quadriceps strength and the risk of cartilage loss and symptom progression in knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum*, *60*(1), 189–198. https://doi.org/10.1002/art.24182

Androulakis-Korakakis, P., Fisher, J. P., & Steele, J. (2020). The Minimum Effective Training Dose Required to Increase 1RM Strength in Resistance-Trained Men: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, *50*(4), 751–765. https://doi.org/10.1007/s40279-019-01236-0

Arslan, E., Orer, G. E., & Clemente, F. M. (2020). Running-based high-intensity interval training vs. small-sided game training programs: Effects on the physical performance, psychophysiological responses and technical skills in young soccer players. *Biology of Sport*, *37*(2), 165–173. https://doi.org/10.5114/BIOLSPORT.2020.94237

Attene, G., Iuliano, E., Di Cagno, A., & Padulo, J. (2015). Improving neuromuscular performance in young basketball players: Plyometric vs. technique training. *J Sports Med Phys Fitness*, *55*(1), 1–8.

Battaglia, G., Paoli, A., Bellafiore, M., Bianco, A., & Palma, A. (2014). Influence of a sport-specific training background on vertical jumping and throwing performance in young

female basketball and volleyball players. *J Sports Med Phys Fitness*, *54*(5), 581–587.

Bergamasco, JGA; Alvarez, IF; Biazon, TMPC; Ugrinowitsch, C; Augusto Libardi, C. (2022). Effects of Blood Flow Restriction Combined With Resistance Training or Neuromuscular Electrostimulation on Muscle Cross-Sectional Area. *J Sport Rehabil.*, *1*(31), 319–324. https://doi.org/10.1123/jsr.2021-0101.

Bergamasco, J. G. A., Alvarez, I. F., de Campos Biazon, T. M. P., Ugrinowitsch, C., & Libardi, C. A. (2021). Effects of Blood Flow Restriction Combined With Resistance Training or Neuromuscular Electrostimulation on Muscle Cross-Sectional Area. *Journal of Sport Rehabilitation*, *31*(3), 319–324. https://doi.org/10.1123/jsr.2021-0101

Bergamasco, J. G. A., Alvarez, I. F., de Campos Biazon, T. M. P., Ugrinowitsch, C., & Libardi, C. A. (2022). Effects of Blood Flow Restriction Combined With Resistance Training or Neuromuscular Electrostimulation on Muscle Cross-Sectional Area. *Journal of Sport Rehabilitation*, *31*(3), 319–324. https://doi.org/10.1123/jsr.2021-0101

Berton, R., Lixandrão, M. E., Pinto e Silva, C. M., & Tricoli, V. (2018). Effects of weightlifting exercise, traditional resistance and plyometric training on countermovement jump performance: a meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, *36*(18), 2038–2044. https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1434746

Blazevich, A. J., Cannavan, D., Coleman, D. R., & Horne, S. (2007). Influence of concentric and eccentric resistance training on architectural adaptation in human quadriceps muscles. *Journal of Applied Physiology*, *103*(5), 1565–1575. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00578.2007

Bobbert, M., Gerritsen, K., Litjens, M., & Van Soest, A. (1996). Why is countermovement jump height greater than squat jump height? *Med Sci Sports Exerc.*, *28*(11), 1402–1412. https://doi.org/10.1097/00005768-199611000-00009

Buchheit, M., Spencer, M., & Ahmaidi, D. (2010). Reliability, usefulness, and validity of a repeated sprint and jump ability test. *Int J Sports Physiol Perform*, *55*(1), 3–17.

Centner, C., Wiegel, P., Gollhofer, A., & König, D. (2019). Effects of Blood Flow Restriction Training on Muscular Strength and Hypertrophy in Older Individuals: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, *49*(1), 95–108. https://doi.org/10.1007/s40279-018-0994-1

Chan, A., Tetzlaff, J. M., & Altman, D. G. (2016). 2013 Statement : Defining Standard Protocol Items for Clinical Trials. *Ann Intern Med*, *158*(3), 200–207. https://doi.org/10.7326/0003-4819-158-3-201302050-00583.Requests

Cheon, S., Lee, J. H., Jun, H. P., An, Y. W., & Chang, E. (2020). Acute effects of open kinetic chain exercise versus those of closed kinetic chain exercise on quadriceps muscle thickness in healthy adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(13), 1–11. https://doi.org/10.3390/ijerph17134669

Clarkson, M. J., May, A. K., & Warmington, S. A. (2019). Chronic Blood Flow Restriction Exercise Improves Objective Physical Function: A Systematic Review. *Frontiers in Physiology*, *10*(August), 1–12. https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01058

Claudino, J. G., Cronin, J., Mezêncio, B., McMaster, D. T., McGuigan, M., Tricoli, V., Amadio, A. C., & Serrão, J. C. (2017). The countermovement jump to monitor neuromuscular status: A meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *20*(4), 397–402. https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.08.011

Colomer-Poveda, D., Romero-Arenas, S., Vera-Ibáñez, A., Viñuela-García, M., & Márquez, G. (2017). Effects of 4 weeks of low-load unilateral resistance training, with and without blood flow restriction, on strength, thickness, V wave, and H reflex of the soleus muscle in men. *European Journal of Applied Physiology*, *117*(7), 1339–1347. https://doi.org/10.1007/s00421-017-3622-0

Copithorne, D. B., Hali, K., & Rice, C. L. (2021). The effect of blood flow on tibialis anterior motor unit firing rates during sustained low-intensity isometric contractions. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, *46*(1), 63–68. https://doi.org/10.1139/apnm-2020-0437

de Vet, H. C. W., Terwee, C. B., Knol, D. L., & Bouter, L. M. (2006). When to use agreement versus reliability measures. *Journal of Clinical Epidemiology*, *59*(10), 1033–1039. https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2005.10.015

Doucet, B. M., Lam, A., & Griffin, L. (2012). Neuromuscular Electrical Stimulation for Skeletal Muscle Function. *Yale Journal of Biology and Medicine*, *85*(2), 201–215.

Erickson, Lauren N.; Kathryn C. Hickey Lucas, Kylie A. Davis, Cale A. Jacobs, K., L. Thompson, Peter A. Hardy, Anders H. Andersen, Christopher S. Fry, B. W., NoehrenLauren N. Erickson, Kathryn C. Hickey Lucas, Kylie A. Davis, Cale A. Jacobs, K., L. Thompson, Peter A. Hardy, Anders H. Andersen, Christopher S. Fry, B. W., & Noehren. (2019). Effect of Blood Flow Restriction Training on Quadriceps Muscle Strength, Morphology, Physiology, and Knee Biomechanics Before and After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Protocol for a Randomized Clinical Trial. *Physical Therapy*, *1*(99 (8)), 1010–1019.

Fernandes, L., Hagen, K. B., Bijlsma, J. W. J., Andreassen, O., Christensen, P., Conaghan, P. G., Doherty, M., Geenen, R., Hammond, A., Kjeken, I., Lohmander, L. S., Lund, H., Mallen, C. D., Nava, T., Oliver, S., Pavelka, K., Pitsillidou, I., Da Silva, J. A., De La Torre, J., … Vliet Vlieland, T. P. M. (2013). EULAR recommendations for the non-pharmacological core management of hip and knee osteoarthritis. *Annals of the Rheumatic Diseases*, *72*(7), 1125–1135. https://doi.org/10.1136/annrheumdis-2012-202745

Fousekis, K., Tsepis, E., Poulmedis, P., Athanasopoulos, S., & Vagenas, G. (2011). Intrinsic risk factors of non-contact quadriceps and hamstring strains in soccer: A prospective study of 100 professional players. *British Journal of Sports Medicine*, *45*(9), 709–714. https://doi.org/10.1136/bjsm.2010.077560

Gallahue, D., & John, O. (2006). Understanding motor development: Infants, children, adolescents, adults. In *New York: McGraw-Hill* (6th ed.). http://www.nber.org/papers/w16019

Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., Nieman, D. C., & Swain, D. P. (2011). Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *43*(7), 1334–1359. https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213fefb

Gervasi, M., Benelli, P., Venerandi, R., & Fernández-Peña, E. (2022). Relationship between Muscle-Tendon Stiffness and Drop Jump Performance in Young Male Basketball Players during Developmental Stages. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(24). https://doi.org/10.3390/ijerph192417017

Glaviano, N. R., & Saliba, S. (2016). Can the Use of Neuromuscular Electrical Stimulation Be Improved to Optimize Quadriceps Strengthening? *Sports Health*, *8*(1), 79–85. https://doi.org/10.1177/1941738115618174

Grgic, J., Lazinica, B., Schoenfeld, B. J., & Pedisic, Z. (2020). Test–Retest Reliability of the One-Repetition Maximum (1RM) Strength Assessment: a Systematic Review. *Sports Medicine - Open*, *6*(1). https://doi.org/10.1186/s40798-020-00260-z

Hainaut, K., & Duchateau, J. (1992). Neuromuscular electrical stimulation and voluntary exercise. *Sports Med*, *14*(2), 100–113. https://doi.org/10.2165/00007256-199214020-00003.

Hammer, S. M., Alexander, A. M., Didier, K. D., & Barstow, T. J. (2020). Influence of blood flow occlusion on muscular recruitment and fatigue during maximal-effort small muscle-

mass exercise. *Journal of Physiology*, *598*(19), 4293–4306. https://doi.org/10.1113/JP279925

Hansell, L., & Ntoumenopoulos, G. (2021). Clinimetrics: Quadriceps muscle ultrasound. *Journal of Physiotherapy*, *67*(4), 313. https://doi.org/10.1016/j.jphys.2021.05.001

Hauger, A. V., Reiman, M. P., Bjordal, J. M., Sheets, C., Ledbetter, L., & Goode, A. P. (2018). Neuromuscular electrical stimulation is effective in strengthening the quadriceps muscle after anterior cruciate ligament surgery. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, *26*(2), 399–410. https://doi.org/10.1007/s00167-017-4669-5

Haun, C. T., Vann, C. G., Roberts, B. M., Vigotsky, A. D., Schoenfeld, B. J., & Roberts, M. D. (2019). A critical evaluation of the biological construct skeletal muscle hypertrophy: Size matters but so does the measurement. *Frontiers in Physiology*, *10*(MAR), 1–23. https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00247

Heaselgrave, S. R., Blacker, J., Smeuninx, B., McKendry, J., & Breen, L. (2019). Dose-response relationship of weekly resistance-training volume and frequency on muscular adaptations in trained men. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *14*(3), 360–368. https://doi.org/10.1123/ijspp.2018-0427

Hedt, C., McCulloch, P. C., Harris, J. D., & Lambert, B. S. (2022). Blood Flow Restriction Enhances Rehabilitation and Return to Sport: The Paradox of Proximal Performance. *Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation*, *4*(1), e51–e63. https://doi.org/10.1016/j.asmr.2021.09.024

Held, S., Rappelt, L., Wiedenmann, T., Deutsch, J. P., Röttgen, J., & Donath, L. (2023). Blood Flow Restricted Cycling Impairs Subsequent Jumping But Not Balance Performance Slightly More Than Non-Restricted Cycling: An Acute Randomized Controlled Cross-Over Trial. *Journal of Sports Science and Medicine*, *22*(1), 44–50. https://doi.org/10.52082/jssm.2023.44

Horwath, O., Paulsen, G., Esping, T., Seynnes, O., & Olsson, M. C. (2019). Isokinetic resistance training combined with eccentric overload improves athletic performance and induces muscle hypertrophy in young ice hockey players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *22*(7), 821–826. https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.12.017

Hoyt, B. W., Pavey, G. J., Pasquina, P. F., & Potter, B. K. (2015). Rehabilitation of Lower Extremity Trauma: a Review of Principles and Military Perspective on Future Directions. *Current Trauma Reports*, *1*(1), 50–60. https://doi.org/10.1007/s40719-014-0004-5

Hughes, L., Paton, B., Rosenblatt, B., Gissane, C., & Patterson, S. D. (2017). Blood flow

restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, *51*(13), 1003–1011. https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097071

Hughes, L., Rosenblatt, B., Haddad, F., Gissane, C., McCarthy, D., Clarke, T., Ferris, G., Dawes, J., Paton, B., & Patterson, S. D. (2019). Comparing the Effectiveness of Blood Flow Restriction and Traditional Heavy Load Resistance Training in the Post-Surgery Rehabilitation of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Patients: A UK National Health Service Randomised Controlled Trial. *Sports Medicine*, *49*(11), 1787–1805. https://doi.org/10.1007/s40279-019-01137-2

Joanisse, S., Lim, C., McKendry, J., Mcleod, J. C., Stokes, T., & Phillips, S. M. (2020). Recent advances in understanding resistance exercise training-induced skeletal muscle hypertrophy in humans. *F1000Research*, *9*, 1–12. https://doi.org/10.12688/f1000research.21588.1

Jones, T. W., Smith, A., Macnaughton, L. S., & French, D. N. (2016). Strength and conditioning and concurrent training practices in elite rugby union. In *Journal of Strength and Conditioning Research* (Vol. 30, Issue 12). https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001445

Kilgas, M. A., Yoon, T., McDaniel, J., Phillips, K. C., & Elmer, S. J. (2022). Physiological Responses to Acute Cycling With Blood Flow Restriction. *Frontiers in Physiology*, *13*(March), 20–30. https://doi.org/10.3389/fphys.2022.800155

Kinnunen, J. V., Piitulainen, H., & Piirainen, J. M. (2019). Neuromuscular adaptations to short-term high-intensity interval training in female ice-hockey players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *33*(2), 479–485. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001881

Krishnan, C., & Williams, G. (2015). Factors Explaining Chronic Knee Extensor Strength Deficits after ACL Reconstruction. *J Orthop Res*, *29*(5), 633–640. https://doi.org/10.1002/jor.21316.

Ladlow, P., Coppack, R. J., Dharm-Datta, S., Conway, D., Sellon, E., Patterson, S. D., & Bennett, A. N. (2018). Low-load resistance training with blood flow restriction improves clinical outcomes in musculoskeletal rehabilitation: A single-blind randomized controlled trial. *Frontiers in Physiology*, *9*(SEP), 1–14. https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01269

Lake, J. P., Mundy, P. D., Comfort, P., & Suchomel, T. J. (2020). Do the peak and mean force methods of assessing vertical jump force asymmetry agree? *Sports Biomechanics*, *19*(2), 227–234. https://doi.org/10.1080/14763141.2018.1465116

Lasevicius, T., Schoenfeld, B. J., Silva-Batista, C., de Souza Barros, T., Aihara, A. Y., Brendon, H., Longo, A. R., Tricoli, V., de Almeida Peres, B., & Teixeira, E. L. (2022). Muscle Failure Promotes Greater Muscle Hypertrophy in Low-Load but Not in High-Load Resistance Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *36*(2), 346–351. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003454

Lasevicius, T., Ugrinowitsch, C., Schoenfeld, B. J., Roschel, H., Tavares, L. D., De Souza, E. O., Laurentino, G., & Tricoli, V. (2018). Effects of different intensities of resistance training with equated volume load on muscle strength and hypertrophy. *European Journal of Sport Science*, *18*(6), 772–780. https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1450898

Lepley LK, Wojtys EM, P.-S. R. (2015). Combination of Eccentric Exercise and Neuromuscular Electrical Stimulation to Improve Quadriceps Function Post-ACL Reconstruction. *Knee*, 22(3):270-7. https://doi.org/10.1016/j.knee.2014.11.013

Li, N., Yang, J., & Liao, Y. (2023). The effect of blood flow restriction training combined with electrical muscle stimulation on neuromuscular adaptation: a randomized controlled trial. *Frontiers in Physiology*, *14*(May), 1–9. https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1182249

Lim, C., Nunes, E. A., Currier, B. S., McLeod, J. C., Thomas, A. C. Q., & Phillips, S. M. (2022). An Evidence-Based Narrative Review of Mechanisms of Resistance Exercise-Induced Human Skeletal Muscle Hypertrophy. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *54*(9), 1546–1559. https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002929

Loenneke, J. P., Fahs, C. A., Rossow, L. M., Abe, T., & Bemben, M. G. (2012). The anabolic benefits of venous blood flow restriction training may be induced by muscle cell swelling. *Medical Hypotheses*, *78*(1), 151–154. https://doi.org/10.1016/j.mehy.2011.10.014

Loenneke, J. P., Wilson, J. M., Marín, P. J., Zourdos, M. C., & Bemben, M. G. (2012). Low intensity blood flow restriction training: A meta-analysis. *European Journal of Applied Physiology*, *112*(5), 1849–1859. https://doi.org/10.1007/s00421-011-2167-x

Looney, D., Kraemer, W., Joseph, M., Comstock, B., Craig, R., Flanagan, S., Newton, R., Szivak, T., DuPont, W., Hooper, D., Häkkinen, K., & Maresh, C. (2015). Electromyographical and percetual responses to different resistance intesities in a squat protocol: does performing sets to failure with light loads recruit more motor units? *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *30*(3), 792–799.

Madarame, H., Ochi, E., Tomioka, Y., Nakazato, K., & Ishii, N. (2011). Blood flow-restricted training does not improve jump performance in untrained young men. *Acta Physiologica Hungarica*, *98*(4), 465–471. https://doi.org/10.1556/APhysiol.98.2011.4.10

Maffiuletti, N. A., Vivodtzev, I., Minetto, M. A., & Place, N. (2014). A new paradigm of neuromuscular electrical stimulation for the quadriceps femoris muscle. *European Journal of Applied Physiology*, *114*(6), 1197–1205. https://doi.org/10.1007/s00421-014-2849-2

Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I., & Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *J Strength Cond Res*, *18*(3), 551–555. https://doi.org/10.1519/1533-4287(2004)18<551:RAFVOS>2.0.CO;2

Markstrom, J., & Olsson, C.-J. (2013). Countermovement jump peak force relative to body weight and jump height as predictors for sprint running performances: (in)homogeneity of track and field athletes? *J Strength Cond Res.*, *27*(4), 944–953. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318260edad

Martin, P. M., Bart, R., Ashley, R., Velasco, T., & Sábio, S. (2022). An Overview of Blood Flow Restriction Physiology and Clinical Considerations. *Curr Sports Med Rep*, *21*(4), 123–128. https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000948

Mateos-Angulo, A., Galán-Mercant, A., & Cuesta-Vargas, A. I. (2020). Kinematic Mobile Drop Jump Analysis at Different Heights Based on a Smartphone Inertial Sensor. *Journal of Human Kinetics*, *73*(1), 57–65. https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0131

Matsudo, S., Araújo, T., Matsudo, V., Andrade, D., Andrade, E., Oliveira, L. C., & Braggion, G. (2012). Questionário Internacional De Atividade Física (Ipaq): Estupo De Validade E Reprodutibilidade No Brasil. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*, *6*(2), 5–18. https://doi.org/10.12820/rbafs.v.6n2p5-18

Maud, P., & Foster, C. (2006). *Physiological Assessment of Human Fitness* (I. Champaign (ed.); 2nd ed.). Human Kinetics.

McEwen, J. A., Owens, J. G., & Jeyasurya, J. (2019). Why is it Crucial to Use Personalized Occlusion Pressures in Blood Flow Restriction (BFR) Rehabilitation? *Journal of Medical and Biological Engineering*, *39*(2), 173–177. https://doi.org/10.1007/s40846-018-0397-7

Mitsiopoulos, N., Baumgartner, R. N., Heymsfield, S. B., Lyons, W., Gallagher, D., & Ross, R. (1998). Cadaver validation of skeletal muscle measurement by magnetic resonance imaging and computerized tomography. *Journal of Applied Physiology*, *85*(1), 115–122. https://doi.org/10.1152/jappl.1998.85.1.115

Moran, U., Gottlieb, U., Gam, A., & Springer, S. (2019). Functional electrical stimulation following anterior cruciate ligament reconstruction: A randomized controlled pilot study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, *16*(1), 1–9. https://doi.org/10.1186/s12984-019-0566-0

Mueller, N. et al. (2016). Can Sarcopenia Quantified by Ultrasound of the Rectus Femoris Muscle Predict Adverse Outcome of Surgical Intensive Care Unit Patients and Frailty? A Prospective, Observational Cohort Study. *Annals of Surgery*, *264,6*, 1116–1124. https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000001546

Muraki, S., Akune, T., Teraguchi, M., Kagotani, R., Asai, Y., Yoshida, M., Tokimura, F., Tanaka, S., Oka, H., Kawaguchi, H., Nakamura, K., & Yoshimura, N. (2015). Quadriceps muscle strength, radiographic knee osteoarthritis and knee pain: The ROAD study Epidemiology of musculoskeletal disorders. *BMC Musculoskeletal Disorders*, *16*(1), 1–10. https://doi.org/10.1186/s12891-015-0737-5

Myer, G. D., Ford, K. R., & Hewett, T. E. (2004). Rationale and clinical techniques for anterior cruciate ligament injury prevention among female athletes. *Journal of Athletic Training*, *39*(4), 352–364.

Natsume, Toshiharu; Ozaki, Hayao; Saito, Anneyuko; Abe, Takashi; Naito, H. (2015). Effects of Electrostimulation with Blood Flow Restriction on Muscle Size and Strength. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *47*(12), 2621–2627. https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000722

Natsume, T., Yoshihara, T., & Naito, H. (2019). Electromyostimulation with blood flow restriction enhances activation of mtor and MAPK signaling pathways in rat gastrocnemius muscles. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, *44*(6), 637–644. https://doi.org/10.1139/apnm-2018-0384

Neal, B. S., Lack, S. D., Lankhorst, N. E., Raye, A., Morrissey, D., & Van Middelkoop, M. (2019). Risk factors for patellofemoral pain: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, *53*(5), 270–281. https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098890

Noyes, F. R., Barber-Westin, S. D., & Sipes, L. (2021). Blood Flow Restriction Training Can Improve Peak Torque Strength in Chronic Atrophic Postoperative Quadriceps and Hamstrings Muscles. *Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, *37*(9), 2860–2869. https://doi.org/10.1016/j.arthro.2021.03.040

Øiestad, B., Juhl, C., Culvenor, A., Berg, B., & Thorlund, J. (2022). Knee extensor muscle weakness is a risk factor for the development of knee osteoarthritis: an updated systematic review and meta-analysis including 46 819 men and women. *Br J Sports Med*, *56*(6), 349–355.

Paillard, T. (2008). Combined application of neuromuscular electrical stimulation and

voluntary muscular contractions. *Sports Medicine*, *38*(2), 161–177. https://doi.org/10.2165/00007256-200838020-00005

Pardo, E., El Behi, H., Boizeau, P., Verdonk, F., Alberti, C., & Lescot, T. (2018). Reliability of ultrasound measurements of quadriceps muscle thickness in critically ill patients. *BMC Anesthesiology*, *18*(1), 1–8. https://doi.org/10.1186/s12871-018-0647-9

Patterson, S. D., Hughes, L., Warmington, S., Burr, J., Scott, B. R., Owens, J., Abe, T., Nielsen, J. L., Libardi, C. A., Laurentino, G., Neto, G. R., Brandner, C., Martin-Hernandez, J., & Loenneke, J. (2019). Blood flow restriction exercise position stand: Considerations of methodology, application, and safety. *Frontiers in Physiology*, *10*(MAY), 1–15. https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00533

Pereira, E., Zhu, X. M., Horner, N., Bedi, A., Ayeni, O., & Khan, M. (2022). Effects of Blood Flow Restriction Therapy for Muscular Strength, Hypertrophy, and Endurance in Healthy and Special Populations: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Clin J Sport Med*, *32*(5), 531–545.

Petridis, L., Utczás, K., Tróznai, Z., Kalabiska, I., Pálinkás, G., & Szabó, T. (2019). Vertical Jump Performance in Hungarian Male Elite Junior Soccer Players. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *90*(2), 251–257. https://doi.org/10.1080/02701367.2019.1588934

Petronijevic, M. S., Ramos, A. G., Mirkov, D. M., Jaric, S., Valdevit, Z., & Knezevic, O. M. (2018). Self-preferred initial position could be a viable alternative to the standard squat jump testing procedure. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *32*(11), 3267–3275. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002385

Pinto-Ramos, J., Costa-Santos, C., Costa, F., Tavares, H., Cabral, J., Moreira, T., Brito, R., Barroso, J., & Sousa-Pinto, B. (2022). Reliability of point-of-care ultrasound for measuring quadriceps femoris muscle thickness. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, *58*(5), 767–773. https://doi.org/10.23736/S1973-9087.22.07432-9

Pollard, C. W., Opar, D. A., Williams, M. D., Bourne, M. N., & Timmins, R. G. (2019). Razor hamstring curl and Nordic hamstring exercise architectural adaptations: Impact of exercise selection and intensity. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, *29*(5), 706–715. https://doi.org/10.1111/sms.13381

Pope, ZK, Willardson, JM, Schoenfeld, B. (2013). Exercise and Blood Flow Restriction. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, *27*(10).

Prieske, O., Chaabene, H., Puta, C., Behm, D. G., Busch, D., & Granacher, U. (2018). Effects

of Drop-Height on Jump Performance in Male and Female Elite Adolescent Handball Players. *Journal of Sport Rehabilitation, 29*, 622–627.

Rahmati, M., Gondin, J., & Malakoutinia, F. (2021). Effects of neuromuscular electrical stimulation on quadriceps muscle strength and mass in healthy young and older adults: A scoping review. *Physical Therapy*, *101*(9), 1–14. https://doi.org/10.1093/ptj/pzab144

Reina-Ruiz, Á. J., Galán-Mercant, A., Molina-Torres, G., Merchán-Baeza, J. A., Romero-Galisteo, R. P., & González-Sánchez, M. (2022). Effect of Blood Flow Restriction on Functional, Physiological and Structural Variables of Muscle in Patients with Chronic Pathologies: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(3), 1–27. https://doi.org/10.3390/ijerph19031160

Saatmann, N., Zaharia, O. P., Loenneke, J. P., Roden, M., & Pesta, D. H. (2021). Effects of Blood Flow Restriction Exercise and Possible Applications in Type 2 Diabetes. *Trends in Endocrinology and Metabolism*, *32*(2), 106–117. https://doi.org/10.1016/j.tem.2020.11.010

Sakurai, M., Szymanski, D. J., Qiao, M., & Crotin, R. L. (2023). Combined Countermovement Jump Testing and Motion Analysis as the Future of Performance Assessment for Baseball Pitchers: A Narrative Review. *J Strength Cond Res.*, *37*(6), 1327–1338. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004261

Samozino, P., Morin, J. B., Hintzy, F., & Belli, A. (2008). A simple method for measuring force, velocity and power output during squat jump. *Journal of Biomechanics*, *41*(14), 2940–2945. https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2008.07.028

Sanchez-Medina, L., & González-Suárez, J. (2009). Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. *Medicine & Science in Sports*, *43*(April), 142–152. https://doi.org/10.1249/MSS.ObO

Santiago-Pescador, S., Fajardo-Blanco, D., López-Ortiz, S., Peñín-Grandes, S., Méndez-Sánchez, R., Lucia, A., Martín-Hernández, J., & Santos-Lozano, A. (2023). Acute effects of electrostimulation and blood flow restriction on muscle thickness and fatigue in the lower body. *European Journal of Sport Science*, *23*(8), 1591–1599. https://doi.org/10.1080/17461391.2022.2113145

Schiaffino, S., Reggiani, C., Akimoto, T., & Blaauw, B. (2021). Molecular Mechanisms of Skeletal Muscle Hypertrophy. *Journal of Neuromuscular Diseases*, *8*(2), 169–183. https://doi.org/10.3233/JND-200568

Schoenfeld, B. J., Peterson, M. D., Ogborn, D., Contreras, B., & Sonmez, G. T. (2015). Effects

of Low- vs. High-Load Resistance Training on Muscle Strength and Hypertrophy in Well-Trained Men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *29*(10), 2954–2963.

Schoenfeld, B. J., Contreras, B., Krieger, J., Grgic, J., Delcastillo, K., Belliard, R., & Alto, A. (2019). Resistance Training Volume Enhances Muscle Hypertrophy but Not Strength in Trained Men. In *Medicine and Science in Sports and Exercise* (Vol. 51, Issue 1). https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001764

Schoenfeld, B. J., Grgic, J., Ogborn, D., & Krieger, J. W. (2017). Strength and Hypertrophy Adaptations Between Low- vs. High-Load Resistance Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *31*(12), 3508–3523.

Scott, B. R., Loenneke, J. P., Slattery, K. M., & Dascombe, B. J. (2016). Blood flow restricted exercise for athletes: A review of available evidence. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *19*(5), 360–367. https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.04.014

Skiba, GH; Andrade, SF; Rodacki, A. (2021). Effects of Electro-stimulation combined with Blood Flow Restriction affected by spinal injury muscles. *Neurological Sciences*, *43*(1), 603–613. https://doi.org/10.1007/s10072-021-05307-x

Slysz, J., Stultz, J., & Burr, J. F. (2016). The efficacy of blood flow restricted exercise: A systematic review & meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *19*(8), 669–675. https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.09.005

Suchomel, T. J., Nimphius, S., Bellon, C. R., & Stone, M. H. (2018). The Importance of Muscular Strength: Training Considerations. *Sports Medicine*, *48*(4), 765–785. https://doi.org/10.1007/s40279-018-0862-z

Suchomel, T. J., Nimphius, S., & Stone, M. H. (2016). The Importance of Muscular Strength in Athletic Performance. *Sports Medicine*, *46*(10), 1419–1449. https://doi.org/10.1007/s40279-016-0486-0

Takahashi, Y., Fujino, Y., Miura, K., Toida, A., Matsuda, T., & Makita, S. (2021). Intra- and inter-rater reliability of rectus femoris muscle thickness measured using ultrasonography in healthy individuals. *Ultrasound Journal*, *13*(1). https://doi.org/10.1186/s13089-021-00224-8

Teixeira, E. L., Barroso, R., Silva-batista, C., Laurentino, C., Loenneke, J. P., Roschel, H., & Tricoli, V. (2018). Blood Flow Restriction Increases Metabolic Stress But Decreases Muscle Activation During High-Load Resistance Exercise. *Muscle Nerve*, *57*(1), 107–111. https://doi.org/10.1002/mus.25616

Tøien, T., Haglo, H. P., Unhjem, R., Hoff, J., & Wang, E. (2018). Maximal strength training:

the impact of eccentric overload. *J Neurophysiol.*, *120*(6), 2868–2876. https://doi.org/10.1152/jn.00609.2018

Toth, M. J., Tourville, T. W., Voigt, T. B., Choquette, R. H., Anair, B. M., Falcone, M. J., Failla, M. J., Stevens-Lapslaey, J. E., Endres, N. K., Slauterbeck, J. R., & Beynnon, B. D. (2020). Utility of Neuromuscular Electrical Stimulation to Preserve Quadriceps Muscle Fiber Size and Contractility After Anterior Cruciate Ligament Injuries and Reconstruction: A Randomized, Sham-Controlled, Blinded Trial. *American Journal of Sports Medicine*, *48*(10), 2429–2437. https://doi.org/10.1177/0363546520933622

Truong, A. D., Kho, M. E., Brower, R. G., Feldman, D. R., Colantuoni, E., & Needham, D. M. (2017). Effects of neuromuscular electrical stimulation on cytokines in peripheral blood for healthy participants: a prospective, single-blinded Study. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, *37*(3), 255–262. https://doi.org/10.1111/cpf.12290

Turner, D. C., Seaborne, R. A., & Sharples, A. P. (2019). Comparative Transcriptome and Methylome Analysis in Human Skeletal Muscle Anabolism, Hypertrophy and Epigenetic Memory. *Scientific Reports*, *9*(1), 1–12. https://doi.org/10.1038/s41598-019-40787-0

Van Dyk, N., Bahr, R., Whiteley, R., Tol, J. L., Kumar, B. D., Hamilton, B., Farooq, A., & Witvrouw, E. (2016). Hamstring and Quadriceps Isokinetic Strength Deficits Are Weak Risk Factors for Hamstring Strain Injuries. *American Journal of Sports Medicine*, *44*(7), 1789–1795. https://doi.org/10.1177/0363546516632526

Van Hooren, B., & Zolotarjova, J. (2017). The Difference between Countermovement and Squat Jump Performances: A Review of Underlying Mechanisms with Practical Applications. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *31*(7), 2011–2020. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001913

Vilaça-Alves, J., Magalhães, P. S., Rosa, C. V., Reis, V. M., Garrido, N. D., Payan-Carreira, R., Neto, G. R., & Costa, P. B. (2023). Acute Hormonal Responses to Multi-Joint Resistance Exercises with Blood Flow Restriction. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, *8*(1), 1–10. https://doi.org/10.3390/jfmk8010003

Vopat, B. G., Vopat, L. M., Bechtold, M. M., & Hodge, K. A. (2020). Blood Flow Restriction Therapy: Where We Are and Where We Are Going. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, *28*(12), E493–E500. https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-19-00347

Wackerhage, H., Schoenfeld, B. J., Hamilton, D. L., Lehti, M., & Hulmi, J. J. (2019). Stimuli and sensors that initiate skeletal muscle hypertrophy following resistance exercise. *Journal of Applied Physiology*, *126*(1), 30–43. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00685.2018

Wackerhage, H., Schoenfeld, B. J., Lee Hamilton, D., & Lehti, M. (2019). Stimuli and sensors that initiate skeletal muscle hypertrophy following resistance exercise. *J Appl Physiol*, *126*(1), 30–43. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00685.2018

Wadhi, T., Rauch, J. T., Tamulevicius, N., Andersen, J. C., & De Souza, E. O. (2018). Validity and reliability of the gymaware linear position transducer for squat jump and counter-movement jump height. *Sports*, *6*(4). https://doi.org/10.3390/sports6040177

Watanabe, K., Takada, T., Kawade, S., & Moritani, T. (2021). Effect of exercise intensity on metabolic responses on combined application of electrical stimulation and voluntary exercise. *Physiological Reports*, *9*(3), 1–9. https://doi.org/10.14814/phy2.14758

Watanabe, K., Yoshimura, A., Nojima, H., Hirono, T., Kunugi, S., Takada, T., Kawade, S., & Moritani, T. (2023). Physiological adaptations following vigorous exercise and moderate exercise with superimposed electrical stimulation. *Eur J Appl Physiol*, *123*(1), 159–168. https://doi.org/10.1007/s00421-022-05065-4

Wearing, J., Stokes, M., & De Bruin, E. D. (2019). Quadriceps muscle strength is a discriminant predictor of dependence in daily activities in nursing home residents. *PLoS ONE*, *14*(9), 1–15. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223016

Yamato, T., Maher, C., Saragiotto, B., Moseley, A., Hoffmann, T., Elkins, M., & Abbott, J. H. (2016). The TIDieR checklist will benefit the physical therapy profession. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, *46*(6), 402–404. https://doi.org/10.2519/jospt.2016.0108

Yang, S., Zhang, P., Sevilla-Sanchez, M., Zhou, D., Cao, J., He, J., Gao, B., & Carballeira, E. (2022). Low-Load Blood Flow Restriction Squat as Conditioning Activity Within a Contrast Training Sequence in High-Level Preadolescent Trampoline Gymnasts. *Frontiers in Physiology*, *13*(June), 1–13. https://doi.org/10.3389/fphys.2022.852693

Yoshikawa, M., Morifuji, T., Matsumoto, T., Maeshige, N., Tanaka, M., & Fujino, H. (2019). Effects of combined treatment with blood flow restriction and low-current electrical stimulation on muscle hypertrophy in rats. *J Appl Physiol*, *127*(5), 1288–1296. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00070.2019

You, C. H., & Huang, C. H. (2022). Effects of Leg Stiffness Regulated by Different Landing Styles on Vertical Drop Jump Performance. *Journal of Human Kinetics*, *83*(1), 29–37. https://doi.org/10.2478/hukin-2022-0066

Zhao, R., Xuelan, L., Yuxin, J., Na, S., & Meng, Y. (2022). Evaluation of Appendicular Muscle Mass in Sarcopenia in Older Adults Using Ultrasonography: A Systematic Review and

Meta-Analysis. *Gerontology*, *68*(10), 1174–1198. https://doi.org/10.1159/000525758

12. ANEXO

Anexo 1 – Parecer consubstanciado do Comitê de Ética e Pesquisa

UNESP - FACULDADE DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS - CAMPUS DE MARÍLIA

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EFEITOS DO TREINAMENTO DE FORÇA COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO ASSOCIADO A ELETROESTIMULAÇÃO NEUROMUSCULAR: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO

Pesquisador: CRISTIANE RODRIGUES PEDRONI

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 63810022.7.0000.5406

Instituição Proponente: Faculdade de Filosofia e Ciências/ UNESP - Campus de Marília

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.809.107

Apresentação do Projeto:

O projeto EFEITOS DO TREINAMENTO DE FORÇA COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO ASSOCIADO A ELETROESTIMULAÇÃO NEUROMUSCULAR: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO foi submetido em 09/11/2022,CAAE: 63810022.7.0000.5406, tendo como pesquisador responsável a Dra Cristiane Rodrigues Pedroni. O projeto apresenta todos os elementos textuais para análise ética, com boa contextualização do tema e embasado cientificamente com bibliografia atualizada, deixa claro hipótese e justificativa do estudo. Também apresenta os procedimentos metodológicos, os quais estão bem descritos, delineados e de acordo com os objetivos que pretende alcançar.

Caracteriza-se como uma pesquisa de ensaio clínico que tem como temática principal o desempenho muscular após tratamentos específicos (restrição de fluxo sanguíneo e estimulação elétrica neuromuscular do quadríceps).

A amostra será composta por 60 participantes fisicamente ativos, que serão submetido em avaliações do torque muscular, atividade eletromiográfica e exames de imagem (ultrassom).

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar os efeitos do treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo associado a estimulação elétrica neuromuscular de quadríceps em sujeitos fisicamente ativos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Pode ser que você sinta algum desconforto muscular durante a aplicação das técnica ou após algumas horas, pois ele é baseado na execução de exercícios de fortalecimento, ou seja, é possível sentir algum tipo de "queimação" durante o esforço ou dor nos músculos trabalhados nos dias seguintes, sintomas semelhantes ao percebido quando se faz um plano de fortalecimento em academia. Outro desconforto possível é a pressão causada pelo manguito de oclusão do fluxo sanguíneo ou pela sensação de "choque" causada pelo equipamento de eletroestimulação. Porém, independente de qual grupo você for sorteado a participar, nenhum desses desconfortos, se acontecer, será grande nem prejudicial, tampouco impedem que você execute qualquer exercício durante ou após o protocolo. Também pode ser que você se canse durante os exercícios já que estaremos tentando fortalecer sua musculatura da coxa com carga (pesos). No entanto, se isso acontecer, em poucas horas você estará recuperado(a), independente de qual grupo participar. De qualquer forma, caso qualquer desconforto ou caso sua sensação de fadiga seja excessiva, sua participação será interrompida e você será encaminhado para o nosso setor de reabilitação para que possamos utilizar técnicas precisas de fisioterapia para recuperação do seu músculo ou para diminuição da dor ou de qualquer outro tipo de desconforto que possa sentir. É importante que saiba que todas as avaliações e intervenções são métodos seguros e estão embasados na literatura científica e você também terá todo o suporte necessário por parte dos pesquisadores caso haja alguma intercorrência ou dúvida a respeito da sua participação.

Também destacamos que vamos executar treino de fortalecimento dos músculos das suas duas pernas, porém só uma será sorteada para receber a restrição de fluxo com ou sem eletroestimulação. Isso significa que, apesar de obter benefício direto de fortalecimento nas duas pernas, o resultado da pesquisa pode indicar que praticar o exercício com uma dessas técnicas pode ser mais vantajoso ou não oferece nenhum benefício a mais do que apenas o exercício. No entanto, a respeito de melhora específica de uma técnica a pesquisadora informa que cada voluntário será informado, ao final da pesquisa, qual foi o resultado, e terá o oferecimento de continuidade do treinamento, com o recurso mais "vantajoso" caso, de fato, isso seja identificado, até que as diferenças entre os membros fiquem em níveis clínicos aceitáveis, além de orientações para adotar os procedimentos na rotina de treinos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa, estruturada como um ensaio clínico, está bem delimitada e contribuirá para aumentar o conhecimento sobre uma possibilidade de intervenção que pode potencializar o ganho no

desempenho muscular e atlético.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Que todos os termos/documentos obrigatórios foram apresentados de forma satisfatória na Plataforma Brasil.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

O CEP da FFC da UNESP de MARÍLIA, após acatar o parecer do membro relator previamente aprovado para o presente estudo e atendendo a todos os dispositivos das resoluções 466/2012, 510/2016 e complementares, bem como ter aprovado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido como também todos os anexos incluídos na pesquisa, resolve APROVAR a pesquisa "EFEITOS DO TREINAMENTO DE FORÇA COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO ASSOCIADO A ELETROESTIMULAÇÃO NEUROMUSCULAR: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO".

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2024918.pdf	07/12/2022 09:07:36		Aceito
Declaração de Pesquisadores	compromissoCEP.pdf	07/12/2022 09:07:18	CRISTIANE RODRIGUES PEDRONI	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	finalnovotcle.pdf	07/12/2022 09:06:46	CRISTIANE RODRIGUES PEDRONI	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	novotcle.pdf	09/11/2022 16:33:11	CRISTIANE RODRIGUES PEDRONI	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	29/09/2022 16:08:18	CRISTIANE RODRIGUES PEDRONI	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	autorizacao.pdf	27/09/2022 16:36:13	CRISTIANE RODRIGUES PEDRONI	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura	FINALPROJETOOCLUSAO.pdf	27/09/2022 16:35:21	CRISTIANE RODRIGUES	Aceito

Investigador	FINALPROJETOOCLUSAO.pdf	27/09/2022 16:35:21	PEDRONI	Aceito
Folha de Rosto	flrostoassinad.pdf	27/09/2022 16:30:17	CRISTIANE RODRIGUES PEDRONI	Aceito

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

MARILIA, 12 de Dezembro de 2022

Assinado por:
Rachel Cristina Vesu Alves
(Coordenador(a))