

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, NATURAIS, SOCIAIS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE MEDICINA

LUCAS VIEIRA DE ALBUQUERQUE

**EFICÁCIA DE MÉTODOS DE TREINAMENTO RESISTIDO NA HIPERTROFIA
MUSCULAR EM POPULAÇÕES DIVERSIFICADAS E SEUS IMPACTOS NA
SAÚDE: UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

Pinheiro
2024

LUCAS VIEIRA DE ALBUQUERQUE

**EFICÁCIA DE MÉTODOS DE TREINAMENTO RESISTIDO NA HIPERTROFIA
MUSCULAR EM POPULAÇÕES DIVERSIFICADAS E SEUS IMPACTOS NA
SAÚDE: UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Medicina da
Universidade Federal do Maranhão como
requisito para obtenção do grau de
Médico.

Orientador: Prof. Jomar Diogo Costa Nunes

Pinheiro
2024

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

Vieira de Albuquerque, Lucas.

Eficácia de Métodos de Treinamento Resistido Na
Hipertrofia Muscular Em Populações Diversificadas e Seus
Impactos Na Saúde : Uma Revisão Integrativa / Lucas Vieira
de Albuquerque. - 2024.

43 p.

Orientador(a): Jomar Diogo Costa Nunes.

Curso de Medicina, Universidade Federal do Maranhão,
Pinheiro, 2024.

1. Hipertrofia. 2. Treinamento. 3. Saúde. 4. . 5.
. I. Diogo Costa Nunes, Jomar. II. Título.

LUCAS VIEIRA DE ALBUQUERQUE

**EFICÁCIA DE MÉTODOS DE TREINAMENTO RESISTIDO NA HIPERTROFIA
MUSCULAR EM POPULAÇÕES DIVERSIFICADAS E SEUS IMPACTOS NA
SAÚDE: UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

Monografia apresentada ao Curso de Medicina
da Universidade Federal do Maranhão, para
obtenção do grau de médico.

Aprovada em: / /

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Jomar Diogo Costa Nunes (Orientador)

Doutor em Ciências da Saúde
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Me. João de Jesus Oliveira Júnior

Mestre em Ciências da Saúde
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Mauro César Viana de Oliveira

Residência médica em Oftalmologia
Universidade Federal do Maranhão

Profa. Dra. Halinna Larissa Cruz Correia de Carvalho Buonocore

Doutora em Odontologia
Universidade Federal do Maranhão

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por ter me guiado até este momento e por ter me fornecido todas as ferramentas necessárias nesta grande caminhada que me trouxe até aqui hoje.

Agradeço aos meus pais, Karina e Audrey, minha base, pelo apoio constante e por me proporcionarem as melhores oportunidades para eu me tornar a pessoa que sou hoje, com todas as minhas expectativas e ambições, que certamente me levarão muito além desta primeira graduação. De todo o meu coração, muito obrigado pelo carinho, amor, apoio, confiança, respeito e compreensão.

À minha namorada, Nara, que antes de tudo é a minha melhor amiga, obrigado por estar sempre presente e ser tão paciente comigo durante todo o processo, por segurar minha mão e acreditar sempre na minha capacidade. Seu apoio foi essencial, muito obrigado por tudo.

Agradeço aos meus irmãos, André e Rafael, meus melhores amigos, e aos meus familiares por estarem ao meu lado durante toda essa jornada, ajudando-me a me sentir mais leve e confiante.

Agradeço também aos meus amigos que caminharam comigo nesta jornada, atuando como uma segunda família e tornando o aprendizado e a prática da medicina ainda mais prazerosos.

A todos os professores que tive ao longo da minha trajetória, obrigado por contribuírem tanto na minha formação profissional quanto na minha vida pessoal, ensinando não só a parte técnica da medicina, mas também o aspecto humano, imprescindível para ser uma boa pessoa.

Agradeço também ao meu orientador, Jomar, por me ajudar a guiar minha escrita e esclarecer as dúvidas que surgiram ao longo do caminho. Obrigado pelo seu tempo e por me conduzir neste trabalho de conclusão de curso com tanta dedicação.

RESUMO

No contexto da medicina esportiva e treinamento físico, a valorização de estratégias para otimizar a saúde e desempenho atlético tem crescido, com destaque para a hipertrofia muscular, que beneficia estética, saúde e performance. Este trabalho visa explorar os mecanismos da hipertrofia e as metodologias de treinamento mais eficazes, enfatizando a importância dessa adaptação muscular para a saúde. Aborda-se a exposição e comparação entre variados métodos de treinamento, como Sobrecarga Progressiva, Pirâmide, Drop-set, Tri-sets e Bi-sets, visando identificar as práticas mais eficientes. A investigação foca em como ajustes no volume load afetam a hipertrofia, buscando diretrizes para programas de treinamento adaptados e eficazes. Este estudo contribui para o campo ao oferecer uma análise comparativa que fundamenta orientações práticas para a otimização da hipertrofia muscular. **OBJETIVO:** identificar práticas eficazes para maximizar a hipertrofia muscular, oferecendo recomendações fundamentais para praticantes e profissionais de treinamento físico, otimizando os resultados em ganho de massa muscular e, conseqüentemente, a promoção de saúde. **METODOLOGIA:** Trata-se de uma revisão integrativa elaborada na Universidade Federal do Maranhão, entre os meses de junho de 2023 e abril de 2024, com base na questão de pesquisa: Avaliando as reverberações positivas da hipertrofia muscular fisiológica na saúde, como otimizar essa adaptação através do treinamento resistido? **RESULTADOS ESPERADOS:** espera-se esclarecer a importância da hipertrofia muscular na saúde humana, destacando métodos para otimizar essa adaptação além de uma análise crítica dos avanços recentes na pesquisa sobre o tema. Espera-se também um esclarecimento das ferramentas envolvidas no processo de hipertrofia, juntamente com uma discussão sobre suas implicações na saúde.

Descritores: “hipertrofia e saúde”, “sobrecarga progressiva”, “métodos de treinamentos”, “recuperação muscular”, “hipertrofia”, “medicina baseada em evidências”, “treinamento resistido”.

ABSTRACT

In the context of sports medicine and physical training, the valuation of strategies to optimize health and athletic performance has grown, with emphasis on muscle hypertrophy, which benefits aesthetics, health, and performance. This work aims to explore the mechanisms of hypertrophy and the most effective training methodologies, emphasizing the importance of this muscular adaptation for health. It addresses the exposure and comparison between various training methods, such as Progressive Overload, Pyramid, Drop-set, Tri-sets, and Bi-sets, aiming to identify the most efficient practices. The investigation focuses on how adjustments in volume load affect hypertrophy, seeking guidelines for adapted and effective training programs. This study contributes to the field by offering a comparative analysis that substantiates practical guidelines for the optimization of muscle hypertrophy.

OBJECTIVE: To identify effective practices to maximize muscle hypertrophy, offering fundamental recommendations for practitioners and professionals of physical training, optimizing the results in muscle mass gain and, consequently, the promotion of health. **METHODOLOGY:** This is an integrative review conducted at the Federal University of Maranhão, between June 2023 and April 2024, based on the research question: Evaluating the positive reverberations of physiological muscle hypertrophy on health, how to optimize this adaptation through resistance training? **EXPECTED**

RESULTS: It is expected to clarify the importance of muscle hypertrophy in human health, highlighting methods to optimize this adaptation, in addition to a critical analysis of recent advances in research on the topic. It is also expected to clarify the tools involved in the process of hypertrophy, along with a discussion about their implications on health.

Descriptors: "hypertrophy and health," "progressive overload," "training methods," "muscle recovery," "hypertrophy," "evidence-based medicine," "resistance training".

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
1.1. Contextualização do Tema.....	9
1.2. Justificativa.....	10
1.3. Objetivos Gerais e Específicos.....	12
Objetivo Geral.....	12
Objetivos Específicos.....	12
2.1. Hipertrofia Muscular.....	12
2.2. Periodização do Treinamento.....	13
2.3. Métodos de Treinamento para Hipertrofia.....	16
- 2.3.1. Sobrecarga Progressiva.....	16
- 2.3.2. Treinamento em Pirâmide.....	17
- 2.3.3. Drop-set.....	17
- 2.3.4 Tri-set e Bi-set.....	18
3. METODOLOGIA.....	18
3.1. Tipo de Pesquisa.....	18
3.2. Coleta de dados.....	18
3.3. Análise e interpretação.....	19
3.4. Comitê de Ética e conflito de interesse.....	20
4. RESULTADOS.....	20
5. DISCUSSÃO.....	36
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
6.1. Síntese dos Principais Achados.....	40
6.2. Contribuições do Estudo.....	41
6.3. Limitações.....	41
6.4. Sugestões para Futuras Pesquisas.....	42
7. REFERÊNCIAS.....	42

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização do Tema

Sendo o tecido mais abundante (40-50% da massa total em indivíduos com peso saudável) e o reservatório de proteínas no corpo humano, os músculos esqueléticos não apenas controlam a locomoção, mas são fundamentais para respirar, comer, gastar energia, bem como para a homeostase de glicose, aminoácidos e lipídios e para manutenção de alta qualidade de vida. Consistentemente, presume-se que as adaptações metabólicas que ocorrem nos músculos esqueléticos funcionam como um modificador da doença e a qualidade da massa muscular é um importante preditor de mortalidade. (BASKIN, K.K., WINDERS, B.R., OLSON, E.N., 2015).

Uma adaptação muscular benéfica para a manutenção e otimização das funções citadas acima é a hipertrofia muscular, que inclui o aumento da área de seção transversal das fibras musculares, o aumento da síntese de proteínas contráteis e a melhoria na arquitetura muscular. Indivíduos que praticam treinamento resistido, uma forma de exercício físico que envolve a contração muscular contra uma resistência externa com o objetivo de aumentar a força, o tamanho e a resistência dos músculos, regularmente apresentam uma maior massa muscular e uma menor prevalência de condições musculoesqueléticas. Portanto, o treinamento resistido é utilizado não apenas como uma estratégia para melhorar o desempenho físico e a estética corporal, mas também como uma intervenção não farmacológica importante para a prevenção e tratamento de doenças musculoesqueléticas. (BASKIN, K.K., WINDERS, B.R., OLSON, E.N., 2015).

As adaptações no miocárdio, por exemplo, são coletivamente chamadas de "coração de atleta" e incluem aumento da massa cardíaca, formação de novos vasos sanguíneos e redução dos níveis de colágeno. Indivíduos com alto nível de atividade física, fator intrinsecamente relacionado à hipertrofia ou à atrofia muscular, têm uma menor prevalência e taxa de mortalidade de eventos de doenças cardiovasculares (DCV). Portanto, o exercício físico tem sido realizado não apenas como uma maneira de manter um estilo de vida saudável, mas também como uma prescrição não farmacológica importante e segura para gerar adaptações na célula muscular,

consequentemente, gerando prevenção e tratamento de DCV. (HAMDANI; HASYE, 2019).

O treinamento resistido regular reduz o risco de DCV ao diminuir os triglicerídeos e aumentar o colesterol HDL, reduzir a pressão arterial, melhorar o metabolismo da glicose e a sensibilidade à insulina, reduzir o peso corporal e diminuir a resposta inflamatória. A melhoria desses fatores de risco reduz os eventos de DCV em 59%, enquanto os 41% restantes podem ser atribuídos ao aumento da função endotelial, aumento do tônus vagal que reduz a frequência cardíaca, remodelação vascular, incluindo diâmetros de vasos sanguíneos maiores e aumento da biodisponibilidade de óxido nítrico. (HAMDANI; HASYE, 2019).

A hipertrofia cardíaca patológica está associada a um prognóstico ruim e é uma característica da insuficiência cardíaca. Por outro lado, o treinamento resistido que causa hipertrofia cardíaca fisiológica fornece efeitos cardioprotetores. Esse exercício físico é descrito como tendo a capacidade de combater as alterações estruturais e funcionais do coração em relação à DCV, contribuindo para a mudança do fenótipo patológico para a hipertrofia cardíaca fisiológica. (HAMDANI; HASYE, 2019).

Neste contexto, métodos de treinamento resistido são destacados como estratégias fundamentais para promover a hipertrofia muscular de forma eficaz e sustentada, minimizando riscos de lesões e estagnação. A aplicação prática destes métodos permite uma progressão quantitativa e qualitativa no treinamento, adaptando-se às necessidades individuais de cada praticante e renovando constantemente os estímulos para o crescimento muscular. Dentre os mais conhecidos estão: Sobrecarga Progressiva, Treinamento em Pirâmide, Drop-set, Tri-set e Bi-set. Todos oferecem mecanismos alternativos para desafiar os músculos e induzir adaptações fisiológicas relevantes, sendo fundamental avaliar seus efeitos na otimização do ganho de massa muscular, não apenas pelas suas implicações estéticas, mas, de forma significativa, pelos seus benefícios à saúde cardiovascular e os efeitos metabólicos positivos que oferece. (CARVALHO, Leonardo et al. 2022).

1.2. Justificativa

A compreensão dos métodos de treinamento que maximizam a hipertrofia muscular é de interesse não apenas para atletas ou indivíduos buscando melhorias

estéticas, mas também representa um pilar fundamental na promoção da saúde cardiovascular e metabólica.

Estudos demonstram a relação direta entre a massa muscular magra e melhorias na saúde metabólica, incluindo a regulação da glicose sanguínea e a sensibilidade à insulina. Esses fatores são essenciais na prevenção do diabetes tipo 2 e da síndrome metabólica, condições que afetam significativamente a qualidade de vida e que estão em ascensão globalmente. Além disso, a hipertrofia induzida por treinamento de resistência contribui para a redução da gordura corporal, um marcador importante de saúde metabólica e um fator de risco conhecido para doenças cardiovasculares.

No âmbito cardiovascular, a relação entre a hipertrofia muscular e a saúde se manifesta através de melhorias nos perfis lipídicos séricos, incluindo a redução nos níveis de colesterol LDL (conhecido como "colesterol ruim") e o aumento nos níveis de HDL (o "colesterol bom"). Essas mudanças no perfil lipídico são acompanhadas por uma melhoria na capacidade aeróbica, sugerindo uma eficiência cardiovascular aprimorada. A densidade capilar nos músculos, promovida pelo treinamento de resistência de alta intensidade, embora não significativa estatisticamente em alguns estudos, sugere uma potencial melhoria na entrega de oxigênio e nutrientes para os tecidos, otimizando assim a função cardiovascular.

Portanto, o estudo de métodos de treinamento focados na potencialização da hipertrofia possui implicações para a saúde e bem-estar individual, apresentando um vasto potencial para melhoria da saúde pública. Ao elucidar as estratégias mais eficazes para induzir a hipertrofia muscular, é possível oferecer diretrizes práticas que auxiliem na prevenção, no tratamento e na gestão de doenças crônicas, melhorando, assim, a qualidade de vida e reduzindo os encargos sobre os sistemas de saúde. A integração dessas práticas de treinamento em programas de saúde pública e estratégias de intervenção pode fornecer uma abordagem holística e eficaz para a promoção da saúde em todas as idades, destacando a importância de tais estudos no contexto da medicina preventiva e reabilitativa.

1.3. Objetivos Gerais e Específicos

Objetivo Geral

Este trabalho visa analisar a eficácia de diferentes metodologias de treinamento no que concerne ao estímulo e promoção da hipertrofia muscular.

Objetivos Específicos

- Caracterizar Diferentes Métodos de Treinamento.
- Comparar os Efeitos dos Métodos na Hipertrofia Muscular.
- Contribuir para o Corpo de Conhecimento em Medicina Esportiva e Treinamento Físico.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Hipertrofia Muscular

A hipertrofia muscular, definida como o processo de aumento da massa muscular, é influenciada por uma complexa interação de fatores biomecânicos e fisiológicos que, juntos, compõem o alicerce para estratégias eficazes de treinamento. No coração desta interação, a tensão mecânica emerge como o principal motor do estímulo ao crescimento muscular. Ela é causada pela carga utilizada nos exercícios, que gera tensão na musculatura durante o movimento. (DAMAS, LIBARDI, E UGRINOWITSCH, 2018).

Um conceito relacionado é o Tempo Sob Tensão (TUT - Time Under Tension), que se refere ao tempo em que o músculo está sob tensão durante um exercício. Para maximizar a hipertrofia, é importante focar em exercícios que criem uma tensão mecânica significativa nos músculos-alvo, isso geralmente é alcançado através do uso de cargas adequadas, que desafiam o músculo, e a execução de movimentos controlados e de amplitude completa, mantendo o músculo sob tensão por um período suficiente. Este fenômeno, mais do que um mero resultado da quantidade de peso levantado, é a força motriz por trás das adaptações musculares, desencadeando uma cascata de eventos moleculares e celulares que culminam na síntese proteica e no subsequente fortalecimento e ampliação das fibras musculares. (DAMAS, LIBARDI, E UGRINOWITSCH, 2018).

Além da tensão mecânica, o estresse metabólico desempenha um papel adjacente no processo de hipertrofia. Este componente é caracterizado pela

acumulação de subprodutos metabólicos dentro do tecido muscular durante exercícios de alta intensidade, promovendo um ambiente anabólico que favorece o crescimento muscular. O estresse metabólico, por sua vez, estimula a liberação de vários fatores de crescimento, incluindo o hormônio do crescimento (GH) e fatores semelhantes à insulina (IGFs), que são essenciais para a promoção da hipertrofia. (DAMAS, LIBARDI, E UGRINOWITSCH, 2018).

O dano muscular, outra faceta integral deste processo, refere-se às microlesões nas fibras musculares induzidas pelo exercício, especialmente aqueles que envolvem ações excêntricas. Essas microlesões desencadeiam uma resposta inflamatória local, que não apenas contribui para o aumento do fluxo sanguíneo e nutrientes para a área afetada, mas também ativa células satélites responsáveis pela reparação e crescimento muscular. O processo de reparo dessas microlesões é acompanhado por um aumento na síntese de proteínas musculares, contribuindo assim para a hipertrofia. Entretanto, o aumento do volume muscular real só é observado após a atenuação do dano muscular ao longo do tempo. (MONSERDÀ-VILARÓ et al. 2023).

Portanto, a interação sinérgica entre tensão mecânica, estresse metabólico e dano muscular, privilegiando a primeira variável, constitui a base para o desenvolvimento de estratégias de treinamento direcionadas à maximização da hipertrofia muscular. Reconhecendo a importância desses fatores, é imperativo que programas de treinamento sejam cuidadosamente desenhados para otimizar cada um desses pilares, garantindo, assim, o estímulo adequado para o crescimento muscular. A implementação de um regime de treinamento que equilibra adequadamente a intensidade, volume e recuperação é fundamental para maximizar os ganhos de hipertrofia, enquanto minimiza o risco de lesões e sobre-treinamento. (DAMAS, LIBARDI, E UGRINOWITSCH, 2018; CARVALHO et al. 2022).

2.2. Periodização do Treinamento

A periodização de treino é uma estratégia de planejamento e organização do treinamento físico, utilizada com o objetivo de otimizar o desempenho esportivo e prevenir o risco de lesões. Esse conceito é fundamental na preparação de atletas, mas também pode ser aplicado a indivíduos que buscam melhorar sua forma física de maneira geral. A periodização envolve a divisão do programa de treinamento em períodos ou fases, com cada fase focada em objetivos específicos, como

desenvolvimento da força, resistência, potência, recuperação, entre outros. Essa estratégia permite que o atleta ou indivíduo treine de maneira sistemática e progressiva, evitando o estagnamento e favorecendo a adaptação fisiológica ao longo do tempo. (CARVALHO et al. 2022).

Dentro do contexto da periodização, variáveis como peso (intensidade) e volume (número de séries e número de repetições) são elementos cruciais que devem ser cuidadosamente manipulados para atingir os objetivos desejados em cada fase do treino.

Intensidade (peso): Refere-se à carga ou ao esforço aplicado durante o exercício. A intensidade é geralmente expressa como uma porcentagem do máximo que um indivíduo pode levantar (conhecido como 1RM - uma repetição máxima) ou pela sensação de esforço percebido durante o exercício. A manipulação da intensidade é crucial para estimular diferentes adaptações fisiológicas. Por exemplo, cargas mais altas (maior intensidade) são tipicamente usadas para desenvolver força e potência, enquanto cargas mais baixas podem ser utilizadas para melhorar a resistência muscular. (SCHOENFELD, CONTRERAS, E WILLARDSON et al. 2014).

Volume: O volume de treino refere-se à quantidade total de trabalho realizado em uma sessão ou durante um período específico. Ele é determinado pelo número de séries e repetições de um exercício, assim como pelo número de exercícios realizados. O volume é ajustado conforme os objetivos do treinamento: um volume maior é frequentemente associado ao aumento da resistência muscular e hipertrofia, enquanto um volume menor, com intensidades mais altas, é focado no desenvolvimento da força máxima e da potência. (PETERSON, SEN, E GORDON, 2011; WARNEKE et al. 2023).

Relacionando essas duas variáveis, o conceito de 'Volume Load' emerge como uma ferramenta quantitativa indispensável, permitindo o monitoramento preciso e o planejamento estratégico da progressão do treinamento. O 'Volume Load', ou Carga de Volume, é calculado pela multiplicação do peso levantado pelo número total de repetições realizadas, fornecendo, assim, um indicador objetivo da quantidade total de trabalho executado durante uma sessão de treino, por exemplo, o Volume Load de um exercício como o agachamento com barra com um peso total de 100kg, realizado em 4 séries de 12, 10, 10 e 8 repetições, seria de 4000 kg. Esse valor é obtido multiplicando-se o total de repetições (40) pela carga utilizada (100kg). (FIGUEIREDO, DE SALLES, E TRAJANO, 2018).

Esta métrica não apenas facilita a quantificação do estímulo de treinamento imposto ao músculo, mas também permite ajustes meticulosos na programação do treinamento, assegurando que a progressão seja alinhada ao ritmo de adaptação do indivíduo, otimizando os resultados em hipertrofia. (FIGUEIREDO, DE SALLES, E TRAJANO, 2018).

A periodização eficaz requer a manipulação dessas variáveis de acordo com os princípios de progressão e sobrecarga, assegurando que o treinamento seja desafiador o suficiente para promover a adaptação, mas sem exceder a capacidade de recuperação do indivíduo. Isso envolve planejar cuidadosamente aumentos na intensidade e no volume ao longo do tempo, alternando períodos de carga elevada com períodos de recuperação e adaptação, para promover o desenvolvimento contínuo e evitar o excesso de treinamento ou lesões. (NAKAO et al. 2023; OTTINGER et al. 2023).

A periodização pode ser estruturada de várias formas, como periodização linear, onde há um aumento progressivo na intensidade e uma redução no volume ao longo do tempo; ou periodização não-linear (ondulatória), que varia a intensidade e o volume de treino de forma mais frequente, visando atender às necessidades variáveis do praticante e promover adaptações contínuas. (CHAVES et al. 2024).

Para exemplificar a periodização no treinamento, considere as seguintes estratégias práticas:

Periodização Linear: Inicie um ciclo de 12 semanas, realizando 4 séries de 12-15 repetições por exercício nas primeiras 4 semanas. Nas próximas 4 semanas, reduza o volume para 3 séries de 8-10 repetições, elevando o peso. Finalize com 4 semanas de 2-3 séries de 4-6 repetições com os pesos mais altos possíveis, maximizando a força. (CHAVES et al. 2024).

Periodização Não-Linear (Ondulatória): Alterne semanalmente entre diferentes focos. Na semana 1, faça treinos de alta intensidade com baixo volume (pesos pesados, poucas repetições). Na semana 2, mude para treinos de alto volume com intensidade moderada (mais repetições, pesos moderados). Esta abordagem mantém os músculos sempre adaptando-se a estímulos variados, promovendo crescimento e evitando estagnação. (CHAVES et al. 2024).

A escolha do método de periodização depende dos objetivos específicos do treinamento, das características individuais do treinando (como nível de experiência, capacidade de recuperação e objetivos pessoais).

2.3. Métodos de Treinamento para Hipertrofia

- 2.3.1. Sobrecarga Progressiva

A sobrecarga progressiva representa um pilar fundamental no desenvolvimento de programas de treinamento destinados à hipertrofia muscular, fundamentando-se na premissa científica de que, para estimular o crescimento muscular contínuo, é necessário incrementar sistematicamente a demanda imposta aos tecidos musculares. Este princípio é aplicado por meio do aumento progressivo da carga de trabalho, seja pelo acréscimo no peso utilizado nos exercícios, pelo aumento no número de séries ou repetições executadas, ou através da combinação destes elementos, visando a superação constante dos limites musculares. (CHAVES et al. 2024).

Podendo ser aplicada da seguinte forma:

Aumento Gradual de Peso: Iniciar um exercício com um peso que permite completar um número específico de repetições, aumentando o peso assim que se torna possível executar mais repetições do que o alvo inicial. Por exemplo, se um indivíduo estabelece um intervalo de séries de 8-12 repetições e pode fazer mais de 12 repetições de um determinado exercício do seu treino, o peso deve ser aumentado na próxima sessão.

Variação no Número de Séries e Repetições: Alternar entre períodos de treino focados em força, com séries de 3-7 repetições com peso mais elevado, períodos focados em resistência, com séries de 8-12 repetições com pesos moderados e períodos focados na regeneração muscular, com séries de 12-15 repetições com pesos leves. Essa variação não apenas estimula os músculos de maneiras diferentes, mas também promove o crescimento muscular ao longo do tempo e diminui o risco de lesões, principalmente em populações de não atletas com idade superior a 45 anos. (PETERSON, SEN, E GORDON, 2011).

Intervalo de Descanso: Incluir um descanso suficiente entre as sessões para permitir que o indivíduo mantenha o peso utilizado e o número de repetições que consegue fazer com aquele peso, visto a priorização da variável tensão mecânica, sob o estresse metabólico, otimizando a recuperação muscular e a performance. (DAMAS, LIBARDI, E UGRINOWITSCH, 2018; CARVALHO et al. 2022).

- 2.3.2. Treinamento em Pirâmide

O treinamento em pirâmide é uma metodologia estruturada de treinamento de força que se caracteriza pela variação sistemática do peso e do número de repetições ao longo das séries, com o objetivo de otimizar a combinação de volume (total de trabalho realizado) e intensidade (quão pesado é o peso) em uma única sessão de treinamento. (SCHOENFELD, CONTRERAS, E WILLARDSON et al. 2014).

Essa estratégia é implementada por meio de dois formatos principais, cada um com suas especificidades e objetivos:

Pirâmide Crescente: Começa com cargas leves e um alto número de repetições, progressivamente aumentando o peso e diminuindo as repetições. Este formato promove um aquecimento eficiente e prepara os músculos e o sistema nervoso para cargas mais elevadas, potencializando a segurança e a eficiência do treinamento. Um exemplo seria começar um treino de supino com 15 repetições usando 50% do peso máximo, seguido por 12 repetições a 60%, 10 repetições a 70%, 8 repetições a 80% e finalizar com 6 repetições a 90% do peso máximo (sendo esse conceito baseado em 1RM- uma repetição máxima, refere-se à maior quantidade de peso que uma pessoa pode levantar em uma única repetição de um exercício, sendo um indicador de força máxima). (SCHOENFELD, CONTRERAS, E WILLARDSON et al. 2014).

Pirâmide Decrescente: Inicia com pesos pesados e poucas repetições, reduzindo o peso e aumentando as repetições progressivamente. Este método maximiza o recrutamento de fibras musculares desde o início do treino, colocando um estresse significativo nos músculos quando o praticante está menos fatigado. Um exemplo seria começar um treino de supino com 6 repetições usando 90% do peso máximo, seguido por 8 repetições a 80%, 10 repetições a 70%, 12 repetições a 60% e finalizar com 15 repetições a 50% do peso máximo (levando em consideração o conceito de 1RM), fazendo o caminho inverso do método de Pirâmide Crescente. (SCHOENFELD, CONTRERAS, E WILLARDSON et al. 2014; PETERSON, SEN, E GORDON, 2011).

- 2.3.3. Drop-set

O método Drop-set é amplamente reconhecido por sua capacidade de aumentar a densidade do treinamento de força, ou seja, aumentar o volume,

mantendo ou diminuindo o tempo de treino. Essa técnica envolve a execução de séries adicionais imediatamente após o ponto de falha muscular, mediante a redução progressiva do peso, permitindo ao praticante continuar realizando repetições sem pausas intermitentes. Um exemplo prático seria Iniciar uma série de supino com um peso que permita realizar 8-10 repetições até o ponto de falha, imediatamente após alcançar a falha, reduza o peso em 10-20% e continue fazendo mais repetições até a falha novamente, repita a redução do peso e o processo por 2-3 vezes sem pausas entre as reduções. (COLEMAN et al. 2022).

- **2.3.4 Tri-set e Bi-set**

Tri-set: Consiste na realização de três exercícios consecutivos sem pausa, visando o mesmo grupo muscular ou grupos musculares complementares. Uma sequência de tri-set para o peito poderia incluir supino reto com barra, seguido imediatamente por flexões e finalizado com crucifixo na máquina, todos sem pausa entre os exercícios. (KASSIANO et al. 2022).

Bi-set: Similar ao Tri-set, mas envolvendo a combinação de dois exercícios consecutivos sem descanso. Uma combinação de bi-set para as pernas pode ser a execução de agachamentos seguidos diretamente por leg press, sem descanso entre eles. (KASSIANO et al. 2022).

3. METODOLOGIA

3.1. Tipo de Pesquisa

Trata-se de revisão integrativa (RI) da literatura, realizada em seis fases: elaboração da pergunta norteadora (avaliando a capacidade benéfica da hipertrofia à saúde em geral, como otimizar esses ganhos enfatizando o treinamento resistido?), seguida pela busca na literatura, coleta de dados, análise crítica dos estudos incluídos, discussão dos resultados e apresentação da revisão.

3.2. Coleta de dados

Com base na questão norteadora, a busca dos artigos foi realizada na Literatura LatinoAmericana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), Scientific Electronic Library Online (SciELO) utilizando de forma não-controlada os Descritores em Ciências da Saúde (DeCS): hipertrofia e saúde, hipertrofia, medicina baseada

em evidências. Enquanto na National Library of Medicine National Institutes of Health (PubMed) foram empregados de forma controlada os descritores Medical Subject Headings (MeSH): Resistance Training, Hypertrophy, Evidence-Based Medicine. A interação desses descritores foi realizada pelo operador booleano AND.

3.3. Análise e interpretação

Para a seleção dos estudos foram utilizados, como critérios de inclusão, artigos completos disponíveis que abordam explicitamente os efeitos de diferentes métodos de treinamento na hipertrofia muscular, artigos nos idiomas português, inglês e espanhol, como critérios de exclusão os artigos duplicados e artigos sem conexão com a questão de pesquisa deste trabalho.

Para categorização dos dados, foi utilizado o instrumento de extração de dados, contendo informações referentes à identificação do artigo (título, periódico, ano de publicação, local de busca); identificação da pesquisa (tipo de estudo, nível de evidência, informação-chave); e identificação dos pesquisadores (nome de autores e coautores).

A análise comparativa dos métodos de treinamento foi feita levando em conta os fatores que induzem a hipertrofia (tensão mecânica, estresse metabólico e dano muscular) e como tais métodos interferem/otimizam fisiologicamente esses pontos.

Quanto ao recorte temporal de publicação, serão observados os estudos que estão inseridos no intervalo entre 2009 e 2024.

A avaliação dos estudos quanto ao nível de evidência (NE) seguiu a Oxford Centre Evidence Based Medicine, como mostra o Quadro 1. Para a caracterização dos estudos, foi utilizada frequência absoluta e relativa, com o intuito de viabilizar melhor análise dos achados e apresentação das evidências da revisão integrativa.

Quadro 1- Níveis de evidência por tipo de estudo.

NE*	TIPOS DE ESTUDO
1A	Revisões sistemáticas e metanálises de ensaios clínicos comparáveis. Estudos controlados randomizados bem delineados com desfecho clínico relevante.
1B	Estudos controlados randomizados com estreito intervalo de confiança.

1C	Resultados do tipo “tudo ou nada”. Estudo de série de casos controlados
2A	Revisão sistemática homogênea de estudos de coorte (com grupos de comparação e controle de variáveis).
2B	Estudo de coorte com pobre qualidade de randomização, controle ou sem acompanhamento longo, estudo de coorte transversal.
2C	Resultados de pesquisas (observação de resultados terapêuticos ou evolução clínica).
3A	Revisão sistemática homogênea de estudos de caso com grupo-controle.
3B	Estudos de caso com grupo-controle.
4	Relatos de caso e série sem definição de caso controle.
5	Opinião de autoridades respeitadas ou especialistas. Revisão da literatura não sistemática.

Fonte: *Oxford Centre Evidence-Based Medicine*

*NE- Nível de Evidência

3.4. Comitê de Ética e conflito de interesse

Esta pesquisa será isenta de riscos éticos, uma vez que os dados que serão coletados estão disponíveis publicamente no formato on-line nas bases de dados LILACS, SciELO e PubMed. Nesse sentido, não houve necessidade de submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos e de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Neste estudo foram acatados os princípios éticos que regem a pesquisa científica com seres humanos.

4. RESULTADOS

A amostra desta revisão foi composta por 25 estudos. Todos os artigos foram codificados para melhor identificação e relação dos achados. O Quadro 2 expõe as características dos estudos segundo autores (referência), ano de publicação, periódico, local de busca.

CÓDIGO	AUTORES (Referência)	ANO	PERIÓDICO	LOCAL DE BUSCA
--------	----------------------	-----	-----------	----------------

A1	Baskin, K.K.; Winders, B.R.; Olson, E.N.	2015	Cell Metabolism	LILACS
A2	Rita Hamdani, Finesa A Hasye	2019	Jurnal Kesehatan Andalas	LILACS
A3	Chaves, Talisson Santos; <i>et al.</i>	2024	International Journal of Sports Medicine	LILACS
A4	Damas, F.; Libardi, C.A.; Ugrinowitsch, C.	2018	European Journal of Applied Physiology	LILACS
A5	Nakao, Sayaka; <i>et al.</i>	2023	Journal of Strength and Conditioning Research	LILACS
A6	Witalo Kassiano; <i>et al.</i>	2022	Journal of Strength and Conditioning Research	LILACS
A7	Monserdà-Vilaró, Aniol; <i>et al.</i>	2023	Journal of Strength and Conditioning Research	LILACS
A8	Max Coleman; <i>et al.</i>	2022	International Journal of Strength and Conditioning	LILACS
A9	Leonardo Henrique Fernandes Carvalho; <i>et al.</i>	2022	Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism	LILACS
A10	Brad J. Schoenfeld, Bret Contreras, Jeffrey M. Willardson; <i>et al.</i>	2014	European Journal of Applied Physiology	LILACS
A11	Mark D. Peterson, Ananda Sen, Paul M. Gordon	2011	Medicine & Science in Sports & Exercise	LILACS
A12	Vandre C. Figueiredo, Belmiro Freitas de Salles, Gabriel S. Trajano	2018	Sports Medicine	LILACS
A13	Brad J. Schoenfeld, Bret Contreras, James Krieger, Jozo Grgic, Kenneth Delcastillo, Ramon Belliard, Andrew Alto	2009	Medicine & Science in Sports & Exercise	SciELO

A14	Charlie R. Ottinger; <i>et al.</i>	2023	Strength and Conditioning Journal	SciELO
A15	Irineu O. M. Callegari, Alexandre G. Oliveira	2023	Strength and Conditioning Journal	SciELO
A16	Jun Mao, Tianjiao Wang, Yidan Wang, Garry Kuan	2023	Frontiers in Physiology	SciELO
A17	B. Demirtaş, O. Çetin, E. Çakir, M. Beyleroğlu	2022	Physical Education of Students	SciELO
A18	K. Warneke; <i>et al.</i>	2023	European Journal of Applied Physiology	SciELO
A19	Chris Bishop, Kevin L. de Keijzer, Anthony N. Turner, Marco Beato	2023	Journal of Strength and Conditioning Research	SciELO
A20	B.S. Currier, Jonathan C. McLeod, Laura Banfield, Joseph Beyene, Nicky J. Welton, A.C. D'Souza	2023	British Journal of Sports Medicine	SciELO
A21	Lunxin Chen; <i>et al.</i>	2023	International Journal of Environmental Research and Public Health	SciELO
A22	Krzysztofik, M.; Wilk, M.; Wojdała, G.; Gołaś, A.	2019	International Journal of Environmental Research and Public Health	PubMed
A23	Grgic, J.; Schoenfeld, B.J.; Orazem, J.; Sabol, F.	2022	Journal of Sport and Health Science	PubMed
A24	Lasevicius, T.; <i>et al.</i>	2018	European Journal of Sport Science	PubMed
A25	Lacio, M.; <i>et al.</i>	2021	International Journal of Environmental Research and Public Health	PubMed

A seguir, o Quadro 3 caracteriza os artigos segundo o tipo de estudo, nível de evidência, áreas de atenção da medicina e tema de cada estudo selecionado.

CÓDIGO	TIPO DE ESTUDO	NE	ÁREAS DE ATENÇÃO	TEMA DO ESTUDO
A1	Revisão	5	Metabolismo	Papel dos músculos como mediadores do metabolismo sistêmico
A2	Revisão	5	Cardiologia	Efeitos do exercício físico regular no remodelamento cardíaco
A3	Revisão com ensaios clínicos e estudos observacionais	1B	Medicina Esportiva	Efeitos de diferentes protocolos de progressão de sobrecarga no treinamento de resistência, comparando o impacto do aumento da carga versus o aumento das repetições em força muscular e área de seção transversal do músculo
A4	Revisão	5	Fisiologia	Como o treinamento de resistência promove hipertrofia muscular esquelética através de mecanismos envolvendo dano muscular e síntese proteica muscular
A5	Revisão com ensaios clínicos randomizados	1B	Fisiologia	Efeitos do treinamento isométrico de baixa intensidade, ajustado por torque, em comprimentos musculares longos e curtos dos isquiotibiais
A6	Revisão sistemática	3A	Fisiologia	Como a variação nos exercícios de resistência dentro de um mesmo grupo muscular promove ganhos superiores de hipertrofia muscular e força
A7	Meta-análise	1A	Fisiologia	Efeitos do treinamento com alta carga versus baixa carga
A8	Meta-análise	1A	Medicina Esportiva	Efeitos do treinamento com séries decrescentes (drop sets) em comparação ao treinamento tradicional sobre a força muscular e hipertrofia

A9	Meta-análise	1A	Metabolismo	Efeitos de diferentes cargas em treinamentos de resistência com volumes de treino equivalentes
A10	Revisão com ensaios clínicos randomizados	1B	Fisiologia	Ativação muscular em homens bem treinados durante o treinamento de resistência com cargas baixas versus altas
A11	Meta-análise	1A	Gerontologia	Impacto do treinamento de resistência sobre a massa corporal magra em adultos mais velhos
A12	Meta-análise	1A	Fisiologia	Efeito do volume de treinamento de resistência sobre a hipertrofia muscular e resultados de saúde
A13	Revisão com ensaios clínicos e estudos observacionais	1B	Fisiologia	Adaptações musculares entre protocolos de treinamento de resistência de baixo, moderado e alto volume em homens treinados
A14	Revisão	5	Fisiologia	Como diferentes amplitudes de movimento no treinamento de resistência impactam a hipertrofia muscular
A15	Revisão	5	Histologia	Impacto de diferentes intensidades no treinamento de resistência sobre a hipertrofia muscular
A16	Revisão com ensaios clínicos e estudos observacionais	1B	Histologia	Efeitos de diferentes estruturas de séries em treinamento de resistência sobre a hipertrofia muscular e os resultados de desempenho em homens jovens não treinados
A17	Revisão	5	Medicina Esportiva	Impacto de três diferentes métodos de séries usados em treinamento de resistência sobre as mudanças em hipertrofia muscular e força máxima
A18	Revisão com	1B	Fisiologia	Efeitos do alongamento estático prolongado e do treinamento de

	ensaios clínicos e estudos observacionais			hipertrofia sobre a força máxima, espessura muscular e flexibilidade dos flexores plantares
A19	Revisão	5	Histologia	Assimetria intermembros em força e potência
A20	Meta-análise	1A	Medicina Esportiva	Como combinações de variáveis de prescrição de treinamento de resistência—carga, séries e frequência—afetam a força muscular, hipertrofia e função física em adultos saudáveis
A21	Meta-análise	1A	Fisiologia	Efeitos do treinamento pliométrico na força explosiva dos membros inferiores em atletas adolescentes
A22	Revisão sistemática	3A	Fisiologia	Técnicas e métodos avançados de treinamento de resistência voltados para maximizar a hipertrofia muscular
A23	Meta-análise	1A	Medicina Esportiva	Efeitos do treinamento de resistência realizado até a falha e não até a falha sobre a força muscular e hipertrofia
A24	Revisão com ensaios clínicos e estudos observacionais	1B	Medicina Esportiva	Efeitos de diferentes intensidades de treinamento de resistência com carga de volume equacionada sobre a força muscular e hipertrofia
A25	Revisão sistemática	3A	Fisiologia	Efeitos do treinamento de resistência realizado com diferentes cargas em indivíduos adultos masculinos treinados e não treinados, focando em força máxima e hipertrofia muscular.

CÓDIGO	OBSERVAÇÕES/RESULTADOS DO ESTUDO	CONCLUSÃO
A1	Este estudo analisou a composição	O músculo esquelético

	corpórea humana, relacionando com o consumo energético.	compreende cerca de 40% da massa total do corpo humano em um indivíduo com peso saudável. Juntos, o músculo esquelético e o coração são responsáveis por quase 30% do consumo de energia em repouso e quase 100% do aumento do consumo de energia durante o exercício.
A2	O estudo analisou a influência do treinamento físico resistido na remodelação do ventrículo esquerdo (VE) e no desempenho dos cardiomiócitos em ratos com Hipertensão Arterial Pulmonar (HAP) induzida por monocrotalina (MCT). Os autores observaram que o exercício resistido aumentou a tolerância ao esforço físico nos ratos com HAP, que receberam duas injeções de monocrotalina (20 mg/kg) com sete dias de intervalo. Comparados aos controles, os ratos treinados apresentaram sinais de insuficiência cardíaca mais tardiamente.	O treinamento físico resistido de baixa a moderada intensidade tem efeitos adjuvantes e cardioprotetores no controle do remodelamento do VE secundário à HAP induzida por MCT.
A3	O estudo comparou os efeitos do aumento progressivo de carga (LOADprog) versus aumento de repetições (REPSprog) no treinamento resistido sobre a força muscular e a área de secção transversa (AST). Participaram 39 jovens não treinados (20 homens e 19 mulheres), com as pernas randomizadas para LOADprog e REPSprog. Após 10 semanas de treinamento, a força muscular, medida pelo teste de uma repetição máxima (1RM) no exercício de extensão de pernas, e a AST do vasto lateral, avaliada por ultrassonografia, aumentaram em ambos os protocolos. Os valores de 1RM e AST aumentaram significativamente do pré (LOADprog: 52,90±16,32 kg e 21,34±4,71 cm ² ; REPSprog: 51,67±15,84 kg e 21,08±4,62 cm ²) para o pós (LOADprog: 69,05±18,55	Indicando que a progressão da sobrecarga por meio de carga ou repetições pode ser utilizada para promover ganhos de força e hipertrofia muscular em homens e mulheres jovens nas fases iniciais do treinamento.

	kg e $23,53 \pm 5,41 \text{ cm}^2$; REPSprog: $66,82 \pm 17,95 \text{ kg}$ e $23,39 \pm 5,19 \text{ cm}^2$), sem diferenças significativas entre os grupos ($P > 0,05$).	
A4	O estudo que durante a fase inicial do Treinamento Resistido (≤ 4 sessões), os aumentos na área de secção transversal muscular são principalmente devido ao inchaço muscular induzido por danos. Após cerca de 10 sessões, ocorre uma modesta hipertrofia muscular, mas a verdadeira hipertrofia só é observada após aproximadamente 18 sessões. Os aumentos iniciais na síntese proteica muscular (MPS) pós-treinamento são direcionados ao reparo e remodelamento muscular devido a danos, não correlacionando-se com a hipertrofia muscular induzida por várias semanas de treino. A MPS pós-treinamento contribui para a hipertrofia muscular somente após a redução progressiva do dano muscular, e mais significativamente quando o dano é mínimo.	O dano muscular não é o processo que medeia ou potencializa a hipertrofia muscular induzida pelo TR.
A5	Este estudo investigou os efeitos do treinamento isométrico de baixa intensidade nos isquiotibiais em comprimentos musculares longos (LL) e curtos (SL). Vinte e oito jovens completaram um programa de 8 semanas (30% da contração voluntária máxima (CVM) $\times 5 \text{ s} \times 20$ repetições $\times 5$ séries $\times 3$ vezes/semana) a 30° de flexão do joelho (LL) ou 90° (SL). A área transversal (AST) dos isquiotibiais e a CVM foram medidas antes e depois. O torque ativo foi significativamente menor no grupo LL comparado ao grupo SL ($p < 0,01$). A análise de variância mostrou um aumento significativo na AST e CVM a 30° após a intervenção ($p < 0,05$), e uma interação significativa tempo \times grupo para CVM a 90° ($p < 0,05$), com	Comprovando que o treinamento isométrico de baixa intensidade em LL pode induzir hipertrofia e fortalecimento, mesmo nos casos em que a produção de torque ativo é inferior à de SL, enquanto o treinamento em SL pode ser mais eficaz para o fortalecimento muscular em SL.

	<p>aumentos significativos em ambos os grupos (LL: $p < 0,01$, ES = 0,36; SL: $p < 0,01$, ES = 0,64).</p>	
A6	<p>A amplitude de movimento (ADM) total resultou em maior hipertrofia muscular do reto femoral, vasto lateral, bíceps braquial e locais distais do braquial (tamanho efetivo: 0,20-0,90) do que a ADM parcial na parte final. A ADM total promoveu maior crescimento muscular no glúteo máximo e adutores (tamanho efetivo: 0,24-0,25). A ADM parcial inicial favoreceu a hipertrofia do reto femoral proximal em comparação com a total (tamanho efetivo: 0,35-0,38). A ADM parcial na parte média da ADM resultou em maior hipertrofia do tríceps braquial do que a total (tamanho efetivo: 1,21).</p>	<p>Concluindo, as evidências sugerem que, ao treinar com um comprimento muscular maior - através da ADM- alguns músculos, como o quadríceps femoral, o bíceps braquial e o tríceps braquial, tendem a apresentar um crescimento aumentado.</p>
A7	<p>Um ensaio experimental envolvendo treinamento de baixa carga [$\leq 60\%$ 1 repetição máxima (1RM)] e treinamento de alta carga ($> 60\%$ 1RM); com todas as séries dos protocolos de treinamento sendo realizadas até a falha muscular momentânea; foi utilizado pelo menos um método para estimar mudanças na massa muscular ou força dinâmica, isométrica ou isocinética; o protocolo de treinamento durou no mínimo 6 semanas; o estudo envolveu participantes sem condições médicas conhecidas ou lesões que prejudicassem a capacidade de treinamento.</p>	<p>Os ganhos de força em 1RM foram significativamente maiores com treinamento de alta carga em comparação com baixa carga, sem diferenças significativas na força isométrica entre as condições. As mudanças na hipertrofia muscular foram semelhantes entre as condições. Os resultados indicam que o uso de cargas pesadas maximiza os ganhos de força, enquanto a hipertrofia muscular pode ser igualmente alcançada com diferentes faixas de carga.</p>
A8	<p>Os indivíduos foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos: Grupo 1 (3 séries de 10 repetições mais um drop set de 6 repetições) e Grupo 2 (3 séries de 12 repetições) com volumes equalizados. Ambos os grupos treinaram duas vezes por semana durante 12 semanas, realizando agachamento com barra, leg press 45°, flexão de perna, extensão de</p>	<p>Os indivíduos do Grupo 2 tiveram um aumento da secção transversal (avaliado por ultrassom) 17% do reto femoral, 15% do vasto lateral, 7% do vasto medial e 17% do semitendíneo, 18% do semimembranoso e 13% do bíceps femoral em relação aos indivíduos do grupo 1</p>

	perna e levantamento terra. O Grupo 2 utilizou uma média de 70% de 1RM, enquanto o Grupo 1 utilizou 65% de 1RM. Todos os grupos descansaram 120 segundos entre as séries, exceto o drop set, realizado em sequência à última série.	
A9	Comparar a hipertrofia muscular e ganhos de força entre protocolos de treinamento resistido empregando níveis muito baixos (VLL < 30% de 1 repetição máxima (RM) ou >35RM), baixos (LL30%-59% de 1RM, ou 16-35RM), cargas moderadas (ML60%-79% de 1RM, ou 8-15RM) e altas (HL ≥ 80% de 1RM, ou ≤7RM) com Volume Load correspondentes (séries × repetições × peso)	Resultados indicam que quando o volume de carga é igual entre as condições, as cargas mais altas induzem ganhos de resistência dinâmica superiores. Alternativamente, as adaptações hipertróficas foram semelhantes, independentemente da magnitude da carga.
A10	Dez homens jovens treinados em resistência realizaram séries de leg press em diferentes intensidades de carga: alta (HL) definida em 75% de 1-RM e baixa (LL) definida em 30% de 1-RM. A ordem dos exercícios foi contrabalançada entre os participantes, com metade realizando primeiro o LL e a outra metade primeiro o HL, separados por 15 minutos de descanso. A eletromiografia de superfície (EMG) avaliou a ativação muscular média e máxima do vasto medial, vasto lateral, reto femoral e bíceps femoral. Foram encontrados efeitos principais significativos para ensaios e músculos ($p < 0,01$). A atividade EMG de pico foi significativamente maior durante a série HL ($M = 177,3$, $DP = 89,53$) em comparação com a série LL ($M = 137,73$, $DP = 95,35$). A atividade EMG média foi significativamente maior durante a série HL ($M = 63,7$, $DP = 37,23$) em comparação com a série LL ($M = 41,63$, $DP = 28,03$).	Os resultados indicam que o treinamento com uma carga de 30% de 1-RM até a falha muscular momentânea não ativa ao máximo o conjunto completo de unidades motoras do quadríceps femoral e isquiotibiais durante a execução de exercícios multiarticulares para a parte inferior do corpo.
A11	Os dados de 49 estudos, representando um total de 1.328	Os resultados sugerem que a participação em ER mais cedo

	<p>participantes, foram agrupados usando modelos de efeitos aleatórios. Os resultados demonstraram um efeito positivo para a massa corporal magra. A estimativa ponderada da alteração média da massa magra foi de 1,1 kg (intervalo de confiança de 95% = 0,9-1,2 kg). A meta-regressão revelou que intervenções de maior volume estavam associadas ($\beta = 0,05$, $P < 0,01$) a aumentos significativamente maiores na massa magra, enquanto os indivíduos mais velhos experimentaram menos aumento ($\beta = -0,03$, $P = 0,01$). O exercício resistido (ER) é eficaz para obter ganhos de massa magra entre adultos idosos, particularmente com programas de maior volume.</p>	<p>na vida pode proporcionar uma eficácia superior.</p>
A12	<p>Este estudo comparou estudos entre grupos de diferentes volumes para avaliar uma relação dose-resposta, visto que o volume é a variável mais facilmente modificável e que tem a resposta mais baseada em evidências com repercussões importantes, sejam estas hipertrofia muscular ou resultados relacionados à saúde. Os maiores volumes de treino apresentaram maiores melhorias nas medidas avaliadas. Assim, o volume de treino foi identificado como uma variável crucial para maximizar as respostas fisiológicas.</p>	<p>Concluindo que os maiores volumes de treino apresentaram maiores melhorias nas medidas avaliadas. Assim, o volume de treino foi identificado como uma variável crucial para maximizar as respostas fisiológicas.</p>
A13	<p>O estudo avaliou trinta e quatro homens saudáveis treinados em resistência foram aleatoriamente designados para três grupos experimentais: baixo volume (uma série por exercício por sessão, $n = 11$), volume moderado (três séries por exercício por sessão, $n = 12$), e alto volume (cinco séries por exercício por sessão, $n = 11$). O treinamento consistiu em três sessões semanais não consecutivas durante 8 semanas. A força muscular foi avaliada por testes de uma repetição máxima</p>	<p>Os resultados mostraram aumentos significativos pré e pós-intervenção na força e resistência em todos os grupos, sem diferenças significativas entre os grupos. Alternativamente, embora todos os grupos tenham aumentado o tamanho muscular na maioria dos locais medidos desde a pré-intervenção até a pós-intervenção, foram observados aumentos</p>

	(1RM) no agachamento e supino reto, a resistência muscular da parte superior do corpo foi medida com 50% do 1RM no supino até a falha, e a hipertrofia muscular foi avaliada por ultrassonografia modo B nos flexores e extensores do cotovelo, meio da coxa e parte lateral da coxa.	significativos favorecendo as condições de maior volume para os flexores do cotovelo, meio da coxa e lateral da coxa.
A14	O treinamento de amplitude de movimento (ADM) total produziu adaptações significativamente maiores do que a ADM parcial na força muscular (ES=0,56, P=0,004) e hipertrofia de membros inferiores (ES=0,88, P=0,027). Além disso, embora não sejam estatisticamente significativas, as mudanças no desempenho funcional foram maximizadas pelo treinamento completo de ADM (ES=0,44, P=0,186). Finalmente, nenhuma superioridade significativa de qualquer ROM foi encontrada para produzir alterações na espessura muscular, ângulo de penação e comprimento do fascículo (ES=0,28, P=0,226).	O treinamento resistido de ADM total é mais eficaz que a ADM parcial para maximizar a força muscular e a hipertrofia muscular dos membros inferiores. Da mesma forma, o desempenho funcional parece ser favorecido pela utilização de exercícios de ADM completa. Por outro lado, não há grandes diferenças entre as intervenções de ADM total e parcial para gerar alterações na arquitetura muscular.
A15	Este estudo analisou diferentes intensidades e seus resultados em grupos treinados e observados durante 4 semanas, sendo um grupo avaliado com 60% de 1 RM e outro a 80% de 1RM, ambos com volume load equalizado. Não sendo notadas diferenças significativas após 4 semanas.	A conclusão é que o uso de alta e baixa intensidade promove resultados semelhantes na hipertrofia muscular em todos os grupos, desde que o volume load esteja equalizado.
A16	Avaliou-se trinta homens jovens não treinados foram pareados e designados aleatoriamente para um protocolo de série tradicional (TS) (n = 15) ou de redistribuição de repouso (RR) (n = 15). Os participantes treinaram por 8 semanas, duas vezes por semana, com rotinas corporais totais idênticas. O protocolo TS consistiu em quatro séries de 10 repetições por exercício com 120 segundos de descanso entre séries,	Conclui-se que em comparação com o valor basal, ambos os grupos exibiram diminuição igualmente significativa da massa gorda corporal, já o aumento da força muscular máxima da parte superior e inferior do corpo e da massa muscular foi maior no grupo TS.

	<p>enquanto o RR envolveu oito séries de cinco repetições com 51 segundos de descanso entre séries. Foram testados antes e depois da intervenção quanto à composição corporal, espessura muscular regional, força máxima muscular (1RM), potência média e velocidade a 75% de 1RM, e resistência muscular (repetições até a falha em 70% de 1RM).</p>	
A17	<p>Avaliou-se trinta e três jovens atletas do sexo masculino, com atividades diárias e ingestão de nutrientes semelhantes. Os participantes foram divididos aleatoriamente em três grupos: Treinamento por Drop-Set (n=11, 21,5 ± 2,4 anos), Bi-Set (n=11, 22,4 ± 2,9 anos) e Tri-Set (n=11, 23,0 ± 4,3 anos). Medições de força, espessura muscular e área de secção transversa (AST) dos membros superiores foram feitas antes e após um período de treinamento de seis semanas. Todos os grupos apresentaram aumentos significativos na AST, espessura dos músculos peitoral maior, deltóide e grande dorsal, e força nos exercícios de supino, remada com barra e desenvolvimento de ombros (p<0,05). Não houve diferenças significativas entre os grupos nos parâmetros de força, AST e espessura muscular (p>0,05).</p>	<p>As metodologias adotadas indicam que diferentes estratégias de treinamento podem ser igualmente similares em resultados.</p>
A18	<p>Avaliou-se sessenta e nove participantes ativos (30 mulheres, 39 homens; idade média 27,4 ± 4,4 anos, altura 175,8 ± 2,1 cm, peso 79,5 ± 5,9 kg) foram divididos em três grupos: GI1 realizou alongamento contínuo dos flexores plantares por uma hora diária, GI2 fez treino de hipertrofia dos flexores plantares (5 × 10-12 repetições, três dias por semana), e GC não teve intervenção. As variáveis avaliadas foram contração voluntária máxima, espessura muscular, ângulo</p>	<p>Podendo-se levantar a hipótese de que a tensão mecânica é fundamental para melhorar a contração voluntária máxima e a espessura muscular, seja através de alongamento prolongado ou treinamento de hipertrofia. Os resultados indicam que alongamentos de longa duração podem ser uma alternativa ao treinamento resistido</p>

	<p>de penação e flexibilidade. Mostrando efeitos de interação significativos ($p < 0,05$) para todas as variáveis nos grupos de alongamento e hipertrofia, sem diferenças significativas entre esses dois grupos ($p = 0,37-0,99$).</p>	<p>convencional para aumentar a contração voluntária máxima, espessura muscular e flexibilidade dos músculos da panturrilha. No entanto, a aplicação prática é limitada, pois o alongamento exige até 7 horas semanais, comparado a apenas 3 sessões de 15 minutos de treino resistido.</p>
A19	<p>A análise incluiu 178 estudos sobre força ($n=5.097$; 45% mulheres) e 119 estudos sobre hipertrofia ($n=3.364$; 47% mulheres). Todos os regimes de treinamento resistido (TRx) foram superiores ao controle (CTRL) para força e hipertrofia muscular. Cargas mais altas ($> 80\%$ de 1RM) maximizaram os ganhos de força, e todas as prescrições promoveram hipertrofia muscular de forma comparável. O treinamento de carga mais alta, com múltiplas séries, três vezes por semana, foi o mais eficaz para força (diferença média padronizada: 1,60), enquanto o treinamento de carga mais alta, com múltiplas séries, duas vezes por semana, foi o mais eficaz para hipertrofia (diferença média padronizada: 0,66). Em geral, todas as prescrições de TRx promoveram força e hipertrofia em comparação com a ausência de exercício.</p>	<p>Esses resultados indicam que diferentes regimes de TRx podem ser eficazes, mas cargas mais altas e múltiplas séries são particularmente benéficas para otimizar ganhos de força e hipertrofia.</p>
A20	<p>O treinamento pliométrico teve efeitos significativos no desempenho de atletas adolescentes, melhorando o salto com contramovimento (MD = 2,74, IC 95%: 1,62, 3,85, $p < 0,01$), o salto com agachamento (MD = 4,37, IC 95%: 2,85, 5,90, $p < 0,01$), o salto em distância (MD = 6,50, IC 95%: 4,62, 8,38, $p < 0,01$), a corrida de 10 m (MD = -0,04, IC 95%: -0,08, -0,00, $p = 0,03$) e a corrida de 20 m (MD = -0,12, IC 95%: -0,20, -0,04, $p = 0,03$). Todos os efeitos foram positivos e</p>	<p>Esses resultados indicam que o treinamento pliométrico é uma intervenção eficaz para aprimorar a capacidade de salto e a velocidade em jovens atletas, destacando-se como uma abordagem valiosa para o desenvolvimento atlético nessa faixa etária. Entretanto, sem influência significativa na hipertrofia</p>

	estatisticamente significativos ($p < 0,05$).	
A21	<p>Dezoito homens não treinados, entre 60 e 75 anos, participaram de um estudo, sendo nove no grupo de treinamento de resistência (TR) e nove no grupo controle não treinado (UT). O grupo TR realizou um programa de alta intensidade (85-90% de 1RM) por 16 semanas, duas vezes por semana, com 3 séries até a falha (6-8 repetições) nos exercícios leg press, meio agachamento e extensão de pernas. Medições de força, gordura corporal (por dobras cutâneas), biópsias musculares, metabolismo do exercício, eletrocardiografia, pressão arterial, dados ecocardiográficos e lipídios séricos foram coletados. O treinamento de resistência resultou em uma redução de quase 3% na gordura corporal, aumentos significativos na força (LE = +50,4%, LP = +72,3%, HS = +83,5%), diminuição de fibras do tipo IIB e aumento de fibras IIA, e crescimento significativo nas áreas transversais de todos os tipos de fibra muscular. O desempenho na esteira e o VO₂máx também melhoraram significativamente, sem alterações nos dados de ECG e ecocardiográficos.</p>	<p>A conclusão do estudo revela que o treinamento de resistência de alta intensidade em homens não treinados, com idades entre 60 e 75 anos, proporciona melhorias significativas na composição corporal, força muscular, e desempenho cardiovascular. Especificamente, o treinamento reduziu a gordura corporal em quase 3%, aumentou a força em todos os exercícios avaliados, alterou a composição de fibras musculares, e aumentou as áreas transversais das fibras. Além disso, houve uma melhora significativa no desempenho na esteira e no VO₂máx. Esses resultados indicam que o treinamento de resistência é uma intervenção eficaz para promover a saúde e a aptidão física em homens mais velhos, sem causar alterações adversas nos dados eletrocardiográficos e ecocardiográficos.</p>
A22	<p>É observado que para otimizar a eficiência do tempo no treinamento, o uso de superséries de agonista-antagonista, séries de queda, treinamento de estimulação de sarcoplasma, contrações excêntricas rápidas e controladas (~2s), e treinamento de alta carga suplementado com baixa carga sob restrição de fluxo sanguíneo pode oferecer um estímulo adicional aos protocolos tradicionais. A utilização de carga excêntrica acentuada pode aumentar a tensão mecânica, enquanto drop sets, treinamento de</p>	<p>Devido à insuficiência de evidências, é difícil fornecer diretrizes específicas para volume, intensidade de esforço e frequência das técnicas e métodos de TR mencionados anteriormente. No entanto, atletas bem treinados podem integrar técnicas e métodos avançados de TR em suas rotinas como um estímulo adicional para romper platôs e evitar a monotonia do treinamento.</p>

	sarcoplasma e treinamento de baixa carga com restrição de fluxo sanguíneo podem aumentar o estresse metabólico de maneira eficiente em termos de tempo.	
A23	A revisão incluiu quinze estudos focados em adultos jovens. A metanálise não encontrou diferença significativa entre as condições de treinamento para força muscular (ES = -0,09, IC95%: -0,22 a 0,05) e hipertrofia (ES = 0,22, IC95%: -0,11 a 0,55). Análises de subgrupos, considerando região corporal, seleção de exercícios e desenho do estudo, também não mostraram diferenças significativas. Nos estudos onde o volume de treinamento não foi equiparado, o treinamento sem falha mostrou ganhos de força significativamente maiores (ES = -0,32, IC95%: -0,57 a -0,07). Para indivíduos treinados em resistência, o treinamento até a falha teve um efeito significativo na hipertrofia muscular (ES = 0,15, IC95%: 0,03-0,26).	Observando que o treinamento até a falha muscular não parece ser necessário para ganhos de força e tamanho muscular. No entanto, o treino desta forma também não parece ter efeitos prejudiciais sobre estas adaptações. Mais estudos devem ser realizados entre adultos mais velhos e indivíduos altamente treinados para melhorar a generalização destes resultados.
A24	Trinta homens participaram de um programa de treinamento de resistência (TR) duas vezes por semana durante 12 semanas. Utilizando um desenho intra-sujeito, uma perna e um braço treinaram a 20% de 1RM (G20), enquanto o membro contralateral foi designado aleatoriamente para 40% (G40), 60% (G60) ou 80% 1RM (G80). O G20 realizou três séries até a falha, ajustando o número de séries para as demais condições com volume pareado. A área de secção transversa (AST) e 1RM foram avaliadas antes, após 6 semanas e após 12 semanas. Houve aumento significativo na AST do vasto lateral (VL) e dos flexores do cotovelo (FE) para todos os grupos. O G80 teve AST maior que o G20 para VL (19,5% vs. 8,9%) e FE (25% vs. 11,4%) após 12 semanas ($p < 0,05$). A	Concluindo, quando intensidades baixas a altas de TR são realizadas com volume correspondente, todas as intensidades foram eficazes para aumentar a força e o tamanho muscular; no entanto, 20% de 1RM foi abaixo do ideal nesse aspecto, e apenas a intensidade de treino mais pesado (80% de 1RM) se mostrou superior para aumentar a força e a AST em comparação com intensidades baixas.

	força de flexão de cotovelo e leg press unilateral aumentou em todos os grupos após 12 semanas, com maiores aumentos no G60 e G80 ($p < 0,05$).	
--	---	--

Com relação ao tipo de estudo, sete (28%) são artigos de revisão, cinco (20%) revisões com ensaios clínicos e estudos observacionais, cinco (20%) revisões sistemáticas, das quais duas (8%) utilizaram os ensaios clínicos randomizados e oito (32%) meta-análises.

Dos artigos selecionados, todos estão publicados em periódicos nacionais e internacionais, relacionados à saúde e medicina esportiva. Com apenas todos os artigos na língua inglesa.

Os descritores identificados nos estudos incluíram o total de 41 termos, presentes no DeCS. Dentre eles, podem ser citados os de maior recorrência: Medicina baseada em evidências (15,5%), Hipertrofia (11,2%), Sobrecarga progressiva (11,2%), Métodos de treinamento, treinamento resistido, (8,4%), Hipertrofia (7%), e Recuperação muscular (2,8%).

5. DISCUSSÃO

Na presente revisão da literatura, espera-se elucidar de maneira abrangente, os métodos de treinamento que melhores potencializam os mecanismos da hipertrofia (tensão mecânica, estresse metabólico e dano muscular), buscando maior efetividade no treino e, conseqüentemente, uma melhor manutenção ou aumento da massa muscular, visto suas implicações benéficas na saúde.

A hipertrofia do músculo esquelético, induzida pelo treinamento de resistência (TR), constitui um processo complexo, sobre o papel do dano muscular e da síntese de proteínas musculares (MPS) na mediação da hipertrofia resultante do TR, durante a fase inicial do treinamento (até aproximadamente as quatro primeiras sessões), os aumentos observados na área de secção transversal do músculo podem ser predominantemente atribuídos ao inchaço causado pelo dano muscular. Após cerca de 10 sessões, observa-se uma hipertrofia de magnitude modesta, enquanto a verdadeira hipertrofia muscular só se torna aparente após aproximadamente 18 sessões de TR. (DAMAS, LIBARDI, E UGRINOWITSCH, 2018).

Durante as primeiras fases do TR, aumentos na MPS após sessões são direcionados principalmente para reparar e remodelar o músculo devido ao dano. Interessantemente, esses aumentos iniciais na MPS não parecem correlacionar-se com a hipertrofia muscular a longo prazo observada após várias semanas de TR. A contribuição da MPS para o aumento muscular se torna significativa somente após uma redução progressiva no dano muscular, e é ainda mais pronunciada quando esse dano é mínimo. (DAMAS, LIBARDI, E UGRINOWITSCH, 2018).

Estudos comparativos mostram que protocolos de TR que induzem pouco ou nenhum dano muscular promovem ganhos de hipertrofia e força similares aos protocolos que causam danos musculares significativos nas etapas iniciais. Esses resultados desafiam a noção de que o dano muscular é um precursor necessário para a hipertrofia, sugerindo que outros fatores, como tensão mecânica e estresse metabólico, podem ter papéis mais decisivos no crescimento muscular. (DAMAS, LIBARDI, E UGRINOWITSCH, 2018).

Conclui-se, portanto, que o dano muscular não é um mediador crucial da hipertrofia muscular induzida pelo TR. Os aumentos na síntese de proteínas musculares, especialmente quando ocorrem em contextos de danos musculares atenuados, são mais determinantes para o desenvolvimento muscular sustentado. Essas informações são essenciais para o refinamento de estratégias de treinamento que maximizem a eficácia do treinamento de resistência enquanto minimizam o risco de dano prolongado ao tecido muscular. (DAMAS, LIBARDI, E UGRINOWITSCH, 2018).

Outro potencializador da hipertrofia, o estresse metabólico, gerado pela restrição de oxigênio e a acumulação de produtos metabólicos, como o lactato, no músculo durante exercícios, provocando um inchaço celular nos músculos, conhecido como "inchamento celular" (diferente do dano celular, esse inchaço tem curta duração e é resultado do aumento do fluxo sanguíneo para o músculo alvo do exercício, visto a restrição de oxigênio), que é pensado para contribuir para o crescimento muscular ao sinalizar vias anabólicas. Adicionalmente, a acumulação de metabólitos pode aumentar a atividade hormonal local, incluindo a liberação de hormônios como o GH (hormônio do crescimento), que têm efeitos diretos na promoção da hipertrofia. (SCHOENFELD, CONTRERAS, E WILLARDSON et al. 2014).

Esse mecanismo é particularmente explorado em técnicas de treinamento que buscam uma alta sensação de esforço percebido, referida pela sigla PSE, é uma medida psicológica usada para quantificar a intensidade percebida de um exercício físico pelo indivíduo que o realiza, como o treinamento envolvendo exercícios com muitas repetições e descansos curtos, maximizando o estresse metabólico e minimizando a contribuição da tensão mecânica (TM), o principal fator para hipertrofia.

A tensão mecânica, essencialmente, é a carga que os músculos devem superar ou resistir durante um exercício. O prejuízo para a TM ocorre pois os descansos curtos não permitem que os níveis de fosfocreatina (sistema de energia primário usado durante esforços de alta intensidade) nos músculos se recuperem completamente. Como resultado, a capacidade de produzir força máxima em séries subsequentes é reduzida, levando a uma diminuição na carga que pode ser levantada, além disso com a fadiga acumulada, o sistema nervoso se torna menos eficaz em recrutar unidades motoras, especialmente aquelas que são capazes de produzir as maiores forças (as unidades motoras de limiar alto), outra justificativa para sua limitação seria que com menos tempo de descanso, o desempenho técnico do exercício pode deteriorar-se. Isso não só aumenta o risco de lesão, como também pode reduzir a eficácia do exercício ao não atingir os músculos-alvo tão eficazmente, visto que a incapacidade de manter a técnica correta pode levar a um menor envolvimento dos músculos alvo e uma maior dependência de músculos auxiliares, o que pode alterar a aplicação da tensão mecânica onde é desejada. (CALLEGARI et al.2024).

A tensão mecânica é fundamental para o desenvolvimento muscular eficaz. Entender como aplicar e controlar essa tensão através da intensidade e volume dos exercícios é necessário para avaliar o método de treinamento mais eficaz para maximizar a resposta adaptativa do músculo. (CALLEGARI et al.2024).

Nesse aspecto, o método da Sobrecarga Progressiva, ancorada no conceito de "Volume Load", está intrinsecamente ligado aos mecanismos fisiológicos de adaptação muscular ao potencializar a TM, visto que o músculo é submetido a um aumento gradual da carga ou da resistência durante os treinamentos ao longo do tempo, variando o volume (número de repetições e número de séries) e a intensidade (correlação direta com o peso levantado), para que o músculo continue a se adaptar e crescer. (MAO et al. 2024).

Similar ao método de Sobrecarga Progressiva, o método pirâmide, ambos os formatos (crescente ou decrescente) enfrentam a desvantagem comum de uma possível diminuição no Volume Load total, devido à troca intrínseca entre peso e volume, sendo, assim, a TM pode ser limitada pela dificuldade em atingir o volume de treino ótimo e pela variabilidade na capacidade individual de recuperação, o que pode não ser adequado para todos os praticantes. Outra limitação é a complexidade na programação e na necessidade de ajustes constantes para evitar o platô, exigindo um monitoramento cuidadoso do progresso e adaptações regulares no plano de treinamento. (FIGUEIREDO, DE SALLES, E TRAJANO, 2018).

Diferente do método de Sobrecarga Progressiva, outros métodos potencializam outros fatores da hipertrofia em detrimento da TM, o Drop-set, por exemplo, sua principal vantagem reside em sua eficácia em maximizar o estresse metabólico. No entanto, apesar desse benefício, apresenta desvantagens que merecem atenção. A necessidade de diminuir progressivamente o peso para sustentar a continuidade do exercício após alcançar a falha muscular pode resultar numa diminuição da tensão mecânica aplicada aos músculos. Essa redução da carga trabalhada pode potencialmente comprometer o estímulo ótimo necessário para a máxima hipertrofia. Além disso, a utilização frequente desta técnica pode levar a um estado de fadiga excessiva, não apenas muscular, mas também neuromuscular, podendo interferir na recuperação e no desempenho em sessões subsequentes de treinamento. (FIGUEIREDO, DE SALLES, E TRAJANO, 2018).

Outra consideração importante é a dificuldade em quantificar a intensidade e o volume total de treinamento de forma precisa quando se emprega o método Drop-set. Isso se deve à variação contínua do peso durante a série, o que pode complicar o monitoramento do progresso e a aplicação de princípios de sobrecarga progressiva de maneira sistemática. Além disso, para praticantes iniciantes ou para aqueles com limitações físicas específicas, o risco de lesão pode aumentar devido à execução de movimentos sob fadiga extrema sem uma técnica adequada. (CARVALHO et al. 2022).

Similares ao Drop-set, os métodos Tri-set e Bi-set, também são eficazes em promover um estresse metabólico elevado e melhorar a resistência muscular, mas enfrentam a mesma desvantagem de potencialmente reduzir a intensidade e a tensão mecânica ao longo das séries devido à fadiga cumulativa. Esta redução na TM pode limitar o estímulo ótimo à hipertrofia, especialmente quando comparada à

sobrecarga progressiva, que se destaca pela capacidade de ajustar de maneira equilibrada o volume, a intensidade e a gestão da fadiga. Adicionalmente, a aplicação constante desses métodos sem uma estratégia de periodização adequada pode levar à sobreposição de fadiga e comprometer a recuperação, impactando de maneira similar o desempenho a longo prazo e a progressão do treinamento em atletas e indivíduos não treinados. (FIGUEIREDO, DE SALLES, E TRAJANO, 2018).

Dessa forma, a implementação de métodos de treinamento requer consideração cuidadosa, sendo fundamental a integração dessas técnicas dentro de um plano de treinamento bem estruturado que considere as necessidades individuais, tempo disponível, objetivos e capacidade de recuperação do praticante. A alternância entre períodos de aplicação dessas técnicas e fases de treinamento focadas na sobrecarga progressiva e na recuperação adequada pode otimizar os benefícios enquanto minimiza as desvantagens associadas à fadiga excessiva e à redução da tensão mecânica.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1. Síntese dos Principais Achados

A conclusão deste trabalho, embasada em uma análise aprofundada da literatura científica, ressalta a preeminência da sobrecarga progressiva em relação aos métodos de treinamento convencionais, tais como treinamento em pirâmide, drop-sets, bi-sets e tri-sets, para o estímulo efetivo à hipertrofia muscular. Esta técnica distingue-se pela sua capacidade única de ajustar sistematicamente tanto a intensidade quanto o volume de treinamento, dois pilares fundamentais para o fomento do crescimento muscular, otimizando a tensão mecânica.

A contribuição deste trabalho estende-se além da comparação entre métodos de treinamento, pois também realça a necessidade de uma abordagem holística no treinamento para hipertrofia. A compreensão detalhada dos mecanismos subjacentes ao crescimento muscular e a aplicação prática desses princípios são fundamentais para avanços significativos na saúde e no desempenho físico.

6.2. Contribuições do Estudo

Este estudo constitui um avanço significativo na compreensão dos métodos de treinamento para a hipertrofia muscular, destacando-se pela análise crítica dos métodos de treinamento. Por meio de uma revisão integrativa e aprofundada, foi possível destacar a superioridade da sobrecarga progressiva na modulação da tensão mecânica e, conseqüentemente, da hipertrofia muscular.

Em conclusão, as contribuições deste trabalho vão além da mera comparação entre diferentes métodos de treinamento, lançando uma luz sobre a complexidade e a multifatorialidade do treino resistido para hipertrofia. Ele estabelece um marco importante no campo da medicina esportiva, oferecendo uma base robusta para práticas informadas e pesquisa futura, visando a evolução contínua e a personalização no treinamento de força.

6.3. Limitações

A base deste estudo está firmemente ancorada na revisão de literaturas pré-existentes, o que implica uma confiança intrínseca na qualidade e abrangência desses materiais. Essa dependência resulta em algumas considerações críticas; primeiramente, a literatura disponível pode não ser homogênea em termos de metodologias empregadas, amostras utilizadas, e rigor científico, levando a uma potencial variabilidade nos resultados apresentados. Além disso, estudos mais antigos podem não refletir as práticas atuais ou inovações recentes no campo do treinamento de força e hipertrofia, o que pode limitar a relevância dos achados para aplicações contemporâneas.

A natureza dinâmica do campo do treinamento físico e hipertrofia muscular significa que novos métodos e técnicas estão constantemente sendo desenvolvidos e testados. A revisão de literatura pode não capturar efetivamente essas inovações devido ao atraso inerente no processo de publicação acadêmica, o que pode resultar em uma lacuna no conhecimento sobre a eficácia de métodos emergentes. Isso não só limita a abrangência do estudo, mas também pode afetar a relevância das conclusões para praticantes e profissionais da saúde que buscam aplicar as técnicas mais atuais e baseadas em evidências para maximizar a hipertrofia muscular.

6.4. Sugestões para Futuras Pesquisas

Futuras pesquisas devem considerar a realização de estudos que focam especificamente na maneira como diferentes métodos de treinamento interagem com variáveis individuais, como genética e nutrição, para determinar como esses fatores podem ser otimizados para a personalização do treinamento de hipertrofia. Isso inclui o uso de análises genéticas para identificar marcadores que possam prever a resposta ao treinamento.

É essencial que futuras investigações adotem um formato longitudinal para comparar a eficácia de novas técnicas de treinamento ao longo do tempo, dentro de populações diversificadas. Isso permitiria uma compreensão mais profunda de como diferentes grupos demográficos (incluindo idade, sexo, e etnia) respondem a variações nos métodos de treinamento. Tais estudos poderiam revelar informações valiosas sobre a adaptabilidade e a eficácia dos programas de treinamento, conduzindo a recomendações mais inclusivas e adaptativas que consideram a diversidade humana.

7. REFERÊNCIAS

CENTRE FOR EVIDENCE-BASED MEDICINE. Oxford Centre for Evidence-Based Medicine - Levels of Evidence (March 2009). Disponível em: <https://www.cebm.ox.ac.uk/resources/levels-of-evidence/oxford-centre-for-evidence-based-medicine-levels-of-evidence-march-2009>. Acesso em: 8, fev. de 2024.

BASKIN, K.K.; WINDERS, B.R.; OLSON, E.N. Muscle as a “mediator” of systemic metabolism. **Cell Metab.**, v. 21, n. 2, p. 237-248, 3 fev. 2015. DOI: 10.1016/j.cmet.2014.12.021. PMID: 25651178; PMCID: PMC4398026. Acesso em: 14, fev. de 2024.

HAMDANI, R.; HASYE, F. A. Efek latihan fisik terhadap remodeling jantung. **Jurnal Kesehatan Andalas**, v. 8, n. 2, p. 427-437, 2019. DOI: <https://doi.org/10.25077/jka.v8i2.1021>. Acesso em: 14, fev. de 2024.

CHAVES, Talisson Santos et al. Effects of resistance training overload progression protocols on strength and muscle mass. **International Journal of Sports Medicine**, 2024. Acesso em: 08, fev. de 2024.

DAMAS, F.; LIBARDI, C.A.; UGRINOWITSCH, C. The development of skeletal muscle hypertrophy through resistance training: the role of muscle damage and muscle protein synthesis. **European Journal of Applied Physiology**, v. 118, p. 485-500, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3792-9>. Acesso em: 06, fev. de 2024.

NAKAO, Sayaka et al. Effects of low-intensity torque-matched isometric training at long and short muscle lengths of the hamstrings on muscle strength and hypertrophy: a randomized controlled study. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 37, n. 10, p. 1978-1984, out. 2023. DOI: 10.1519/JSC.0000000000004510. Acesso em: 08, fev. de 2024.

KASSIANO, Witalo et al. Does varying resistance exercises promote superior muscle hypertrophy and strength gains? A systematic review. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 36, n. 6, p. 1753-1762, jun. 2022. DOI: 10.1519/JSC.0000000000004258. Acesso em: 06, fev. de 2024.

MONSERDÀ-VILARÓ, Aniol et al. Effects of concurrent resistance and endurance training using continuous or intermittent protocols on muscle hypertrophy: systematic review with meta-analysis. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 37, n. 3, p. 688-709, mar. 2023. DOI: 10.1519/JSC.0000000000004304. Acesso em: 06, fev. de 2024.

COLEMAN, M. et al. Muscular adaptations in drop set vs. traditional training: a meta-analysis. **International Journal of Strength and Conditioning**, v. 2, n. 1, 28 nov. 2022. Acesso em: 6 fev. 2024.

CARVALHO, Leonardo et al. Muscle hypertrophy and strength gains after resistance training with different volume-matched loads: a systematic review and meta-analysis.

Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, v. 47, n. 4, p. 357-368, 2022.
<https://doi.org/10.1139/apnm-2021-0515>. Acesso em: 09, fev. de 2024.

SCHOENFELD, B.J.; CONTRERAS, B.; WILLARDSON, J.M. et al. Muscle activation during low- versus high-load resistance training in well-trained men. **European Journal of Applied Physiology**, v. 114, p. 2491-2497, 2014.
<https://doi.org/10.1007/s00421-014-2976-9>. Acesso em: 09, fev. de 2024.

PETERSON, Mark D.; SEN, Ananda; GORDON, Paul M. Influence of resistance exercise on lean body mass in aging adults: a meta-analysis. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 43, n. 2, p. 249-258, fev. 2011. DOI: 10.1249/MSS.0b013e3181eb6265. Acesso em: 09, fev. de 2024.

FIGUEIREDO, V.C.; DE SALLES, B.F.; TRAJANO, G.S. Volume for muscle hypertrophy and health outcomes: the most effective variable in resistance training. **Sports Med**, v. 48, p. 499-505, 2018. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0793-0>. Acesso em: 09, fev. de 2024.

SCHOENFELD, Brad J.; CONTRERAS, Bret; KRIEGER, James; GRGIC, Jozo; DELCASTILLO, Kenneth; BELLIARD, Ramon; ALTO, Andrew. Resistance training volume enhances muscle hypertrophy but not strength in trained men. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 51, n. 1, p. 94-103, jan. 2019. DOI: 10.1249/MSS.0000000000001764. Acesso em: 05, mar. de 2024.

OTTINGER, Charlie R. et al. Muscle hypertrophy response to range of motion in strength training: a novel approach to understanding the findings. **Strength and Conditioning Journal**, v. 45, n. 2, p. 162-176, abr. 2023. DOI: 10.1519/SSC.0000000000000737. Acesso em: 05, mar. de 2024.

CALLEGARI, Irineu O. M. et al. Effect of using different intensities in resistance training for muscle hypertrophy gains—A narrative review. **Strength and Conditioning Journal**, 3 nov. 2023. DOI: 10.1519/SSC.0000000000000819. Acesso em: 06, fev. de 2024.

MAO, Jun et al. Effect of resistance training programs differing in set structure on muscular hypertrophy and performance in untrained young men. **Frontiers in Physiology**, v. 14, 2023. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/physiology/articles/10.3389/fphys.2023.1301535>. DOI: 10.3389/fphys.2023.1301535. Acesso em: 05, mar. de 2024.

DEMIRTAŞ, B.; ÇETIN, O.; ÇAKIR, E.; BEYLEROĞLU, M. The effect of three different sets method used in resistance training on hypertrophy and maximal strength changes. **Physical Education of Students**, [S. l.], v. 26, n. 6, p. 270–279, 2022. DOI: 10.15561/20755279.2022.0601. Disponível em: <https://sportedu.org.ua/index.php/PES/article/view/1728>. Acesso em: 05, mar. de 2024.

WARNEKE, K. et al. Comparison of the effects of long-lasting static stretching and hypertrophy training on maximal strength, muscle thickness and flexibility in the plantar flexors. **European Journal of Applied Physiology**, v. 123, p. 1773-1787, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00421-023-05184-6>. Acesso em: 05, mar. de 2024.

BISHOP, Chris; DE KEIJZER, Kevin L.; TURNER, Anthony N.; BEATO, Marco. Measuring interlimb asymmetry for strength and power: a brief review of assessment methods, data analysis, current evidence, and practical recommendations. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 37, n. 3, p. 745-750, mar. 2023. DOI: 10.1519/JSC.0000000000004384. Acesso em: 05, mar. de 2024.

CURRIER, B.S. et al. Resistance training prescription for muscle strength and hypertrophy in healthy adults: a systematic review and Bayesian network meta-analysis. **British Journal of Sports Medicine**, v. 57, p. 1211-1220, 2023. Acesso em: 05, mar. de 2024.

CHEN, Lunxin et al. Meta-analysis of the effects of plyometric training on lower limb explosive strength in adolescent athletes. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 20, n. 3, p. 1849, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph20031849>. Acesso em: 05, mar. de 2024.

KRZYSZTOFIK, M.; Wilk, M.; Wojdała, G.; Gołaś, A. Maximizing Muscle Hypertrophy: A Systematic Review of Advanced Resistance Training Techniques and Methods. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 16, n. 24, p. 4897, 4 dez. 2019. DOI: 10.3390/ijerph16244897. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1660-4601/16/24/4897>. Acesso em: 05, mar. de 2024.

GRGIC, J.; Schoenfeld, B.J.; Orazem, J.; Sabol, F. Effects of resistance training performed to repetition failure or non-failure on muscular strength and hypertrophy: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Sport and Health Science**, v. 11, n. 2, p. 202-211, mar. 2022. DOI: 10.1016/j.jshs.2021.01.007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095254621000020>. Acesso em: 05, mar. de 2024.

LASEVICIUS, T. et al. Effects of different intensities of resistance training with equated volume load on muscle strength and hypertrophy. **European Journal of Sport Science**, v. 18, n. 6, p. 772-780, jul. 2018. DOI: 10.1080/17461391.2018.1450898. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17461391.2018.1450898>. Acesso em: 05, mar. de 2024.

LACIO, M. et al. Effects of Resistance Training Performed with Different Loads in Untrained and Trained Male Adult Individuals on Maximal Strength and Muscle Hypertrophy: A Systematic Review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 21, art. 11237, 26 out. 2021. DOI: 10.3390/ijerph182111237. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/21/11237>. Acesso em: 05, mar. de 2024.