



Universidade Federal De Ouro Preto - UFOP
Escola de Educação Física - EEFUFOP
Bacharelado em Educação Física



TCC em formato de artigo

**Comparação do método excêntrico com o método concêntrico na hipertrofia
muscular: uma revisão sistemática**

Gustavo César Cota Araújo

Ouro Preto – MG

2022

Gustavo César Cota Araújo

Comparação do método excêntrico com o método concêntrico na hipertrofia muscular: uma revisão sistemática

Trabalho de Conclusão de Curso em formato de artigo formatado para a Revista Caderno de Educação Física e Esportes – CEFE), apresentado à disciplina de Seminário de TCC (EFD-381) do curso de Educação Física em Bacharelado, da Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito parcial para aprovação da mesma.
Orientador: Prof. Dr. Washington Pires

Ouro Preto – MG

2022

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

A663o Araujo, Gustavo Cesar Cota.

Comparação do método exoentrico com o método concêntrico na hipertrofia muscular [manuscrito]: uma revisão sistemática. / Gustavo Cesar Cota Araujo. - 2022.
29 f.: il.: gráf., tab..

Orientador: Prof. Dr. Washington Pires.
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Educação Física. Graduação em Educação Física .

1. Treinamento resistido. 2. Força muscular. 3. Hipertrofia muscular. I. Pires, Washington. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 796.894

Bibliotecário(a) Responsável: Angela Maria Raimundo - SIAPE: 1.644.803



FOLHA DE APROVAÇÃO

Gustavo César Cota Araújo

Comparação do método excêntrico com o método concêntrico na hipertrofia muscular: uma revisão sistemática

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado Em Educação Física da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Educação Física

Aprovada em 06 de Junho de 2022

Membros da banca

Membro 1 - Prof.^(a) Dr. Everton Rocha Soares

Membro 2 - Prof.^(a) Dr. Albená Nunes da Silva

Orientador (a) - Prof. Dr. Washington Pires

Washington Pires, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 06/06/2022



Documento assinado eletronicamente por **Washington Pires, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 06/06/2022, às 18:36, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0339496** e o código CRC **93447056**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço essa etapa a cada um daqueles que tiveram presentes durante toda a minha formação.

Agradeço em especial, aos meus heróis, meus pais Vera Aparecida Cota Araújo e Wander Mauro de Araújo, ao meu irmão Matthews Henrique Cota Araújo, aos meus amigos do Rolerasco e aos meus queridíssimos amigos da turma 18.1, que me ajudaram e me deram todo o suporte necessário durante todo esse processo de formação acadêmica.

Agradeço também ao meu orientador, Prof. Dr. Washington Pires, pela experiência e pela oportunidade que ele me deu realizando esse trabalho, que será de grande valia para toda a minha vida.

RESUMO

Com o âmago de otimizar os resultados obtidos através do treinamento resistido com pesos, tem-se discutido vários métodos de treinamento e qual seria o mais eficaz entre eles para obter uma maior hipertrofia muscular. Com isso, buscou-se investigar qual seria mais eficiente entre o método excêntrico *versus* concêntrico. O presente estudo teve como objetivo analisar qual o método de treinamento mais eficiente quando se trata de hipertrofia muscular entre os métodos predominantemente concêntricos e excêntricos. A presente revisão sistemática foi realizada por meio das consultadas bases de dados PubMed e Google Acadêmico. Os seguintes critérios foram adotados para a inclusão de estudos compararam os métodos excêntrico e concêntrico; utilize alguma medida que infira a hipertrofia da musculatura esquelética; ter sido realizado com seres humanos. Infere-se que, ambos os métodos são eficientes para induzir a hipertrofia muscular. Ademais, os estudos tendem a mostrar que possivelmente o método excêntrico seja mais eficiente para hipertrofia de membros superiores. Em resumo, essa revisão sistemática sugere que, tanto a contração excêntrica quanto a contração concêntrica podem promover ganhos hipertróficos significativos.

Palavras-chave: treinamento resistido; força muscular; ação excêntrica; ação concêntrica

ABSTRACT

With the core of optimizing the results obtained through resistance training with weights, several training methods have been discussed and which would be the most effective among them to obtain greater muscle hypertrophy. With this, we sought to investigate which would be more efficient between the eccentric versus concentric method. The present study aimed to analyze which training method is more efficient when it comes to muscle hypertrophy between predominantly concentric and eccentric methods. This systematic review was carried out using the PubMed and Google Scholar databases. The following criteria were adopted for the inclusion of studies comparing eccentric and concentric methods; use some measure that infers skeletal muscle hypertrophy; have been performed with human beings. It is inferred that both methods are efficient to induce muscle hypertrophy. Furthermore, studies tend to show that the eccentric method is possibly more efficient for upper limb hypertrophy. In summary, this systematic review suggests that both eccentric and concentric contractions can promote significant hypertrophic gains.

Keywords: resistance training; muscle strength; eccentric action; concentric action

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Tabela contendo palavras chaves combinadas no pubmed	14
Figura 2: Tabela contendo palavras chaves combinadas no google acadêmico	15
Figura 3: Fluxograma contendo o processo de seleção de estudos	16
Figura 4: Captura de tela do software endnote x7	17
Tabela 1: Caraterísticas gerais dos estudos	18
Figura 5: Gráfico que avalia a diferenças entre os métodos no geral	19
Figura 6: Gráfico que avalia a diferenças entre os métodos a partir de membros	20
Tabela 2: Representa as possíveis explicações para a superioridade do método EXC em relação ao CON	21
Tabela 3: Representa as possíveis explicações para a não superioridade do método EXC em relação ao CON	21
Tabela 4: Representa as possíveis explicações para a superioridade do método CON em relação ao EXC	21

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. MÉTODOS	12
2.1. Seleção de estudos	12
2.2. Critérios de inclusão	13
2.3. Delineamento	13
2.4. Software endnote	16
2.5. Análise estatística	17
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4. DISCUSSÃO	21
5. CONCLUSÃO	24
6. CONFLITO DE INTERESSES	24
7. FINANCIAMENTOS	25
REFERÊNCIAS	

ARTIGO DE REVISÃO

Comparação do método excêntrico com o método concêntrico na hipertrofia muscular: uma revisão sistemática

Comparison of the eccentric method with the concentric method in muscle hypertrophy: a systematic review

RESUMO

INTRODUÇÃO: Com o âmago de otimizar os resultados obtidos através do treinamento resistido com pesos, tem-se discutido vários métodos de treinamento e qual seria o mais eficaz entre eles para obter uma maior hipertrofia muscular. Com isso, buscou-se investigar qual seria mais eficiente entre o método excêntrico *versus* concêntrico.

OBJETIVO: O presente estudo teve como objetivo analisar qual o método de treinamento mais eficiente quando se trata de hipertrofia muscular entre os métodos predominantemente concêntricos e excêntricos.

MÉTODOS: A presente revisão sistemática foi realizada por meio das consultadas bases de dados PubMed e Google Acadêmico. Os seguintes critérios foram adotados para a inclusão de estudos comparam os métodos excêntrico e concêntrico; utilize alguma medida que infira a hipertrofia da musculatura esquelética; ter sido realizado com seres humanos.

RESULTADOS: Infere-se que, ambos os métodos são eficientes para induzir a hipertrofia muscular. Ademais, os estudos tendem a mostrar que possivelmente o método excêntrico seja mais eficiente para hipertrofia de membros superiores.

CONCLUSÃO: Em resumo, essa revisão sistemática sugere que, tanto a contração excêntrica quanto a contração concêntrica podem promover ganhos hipertróficos significativos.

Palavras-chave: treinamento resistido; força muscular; ação excêntrica; ação concêntrica

ABSTRACT

INTRODUCTION: With the aim of optimizing the results obtained through resistance training with weights, several training methods have been discussed and which would be the most effective among them to obtain greater muscle hypertrophy. With that, we decided to investigate which would be more efficient between the eccentric *versus* concentric method.

OBJECTIVE: The present study aimed to analyze which training method is more efficient when it comes to muscle hypertrophy among predominantly concentric and eccentric methods.

METHODS: This systematic review was performed using PubMed and Scholar Google databases. The following criteria were adopted for the inclusion of studies in the present systematic review: they compare the eccentric and concentric methods, some measure that infers skeletal muscle hypertrophy and have been performed with human beings.

RESULTS: It is inferred that both methods are efficient to induce muscle hypertrophy. Furthermore, studies tend to show that perhaps the eccentric method is more efficient for upper limb hypertrophy.

CONCLUSION: In summary, this systematic review suggests that both eccentric and concentric contractions can promote significant hypertrophic gains.

Keywords: resistance training; muscle strength; eccentric action; concentric action

1. INTRODUÇÃO

Com o avanço dos estudos na área da Educação Física têm sido propostos vários métodos de treinamento para o aumento da massa muscular em virtude do mecanismo de hipertrofia. Estes métodos utilizam contrações de intensidade moderada a alta em diferentes grupos musculares. Tais contrações podem ser concêntricas, nas quais ocorre diminuição do ângulo articular; excêntricas, nas quais ocorre aumento deste ângulo e isométricas, nas quais ocorre encurtamento muscular sem alteração aparente do ângulo. Nesse contexto, tanto nas ciências do esporte, bem como na área do Fitness, os profissionais buscam compreender quais tipos de contração muscular podem gerar o maior estímulo dos mecanismos de hipertrofia e, consequentemente, maior aumento da massa muscular. Existe um estudo que mostrou que durante a contração excêntrica o músculo é capaz de produzir entre 20 a 60% mais força em comparação à contração concêntrica, o que pode induzir um maior dano muscular, favorecendo a hipertrofia. (KOJIC *et al.*, 2021).

A produção de força no corpo humano é realizada através das contrações musculares. Dentre essas contrações musculares possuem duas que são muito importantes: a contração isotônica e isocinética. A contração isotônica ou contração dinâmica, é aquela que ocorre quando há um desequilíbrio entre a relação da força com a resistência, fazendo com que haja o deslocamento da região onde aconteceu essa diferença. Ademais, dentro da contração isotônica há dois subtipos de fases: a fase excêntrica e a fase concêntrica. (LIPPERT *et al.*, 1996).

A fase excêntrica do movimento é definida como o momento onde a origem e a inserção se distanciam, ou seja, onde ocorre o alongamento das fibras musculares. Além disso, a ação excêntrica é a fase da contração dinâmica onde há uma maior produção de força e um menor dispêndio energético (REQUIÃO *et al.*, 2000).

Já a fase concêntrica é o momento do movimento onde a origem e a inserção do músculo se aproximam, ou seja, onde ocorre o encurtamento dessas fibras ou do ângulo articular. Por último, há a contração isométrica na qual há uma tensão gerada sobre as fibras musculares, porém não há diferença no comprimento do músculo ou do ângulo articular (TRICOLI *et al.*, 2018).

A força muscular pode ser definida como uma tensão ou contração muscular que é gerada sobre uma resistência e que é mediada por processos fisiológicos ou mecânicos (KRAEMER *et al.*, 2004).

É preciso entender o que é a hipertrofia e que há vários mecanismos e vias metabólicas que influenciam diretamente nela. A hipertrofia muscular pode ser conceituada como o aumento da área de secção transversa do músculo, induzido pelo aumento do tamanho e número dos filamentos contráteis de actina e miosina, além do aumento de sarcômeros dentro das fibras musculares. (BOSSI *et al.*, 2008). É importante ressaltar que existem dois tipos de hipertrofia: a hipertrofia miofibrilar (estímulo tensional) e a sarcoplasmática (estímulo metabólico). A hipertrofia miofibrilar pode ser conceituada como o crescimento ou multiplicação da unidade contrátil do músculo em que ocorre uma adaptação induzida pelo treinamento tensional na musculatura envolvida. (SANTARÉM *et al.*, 1999). Já a hipertrofia sarcoplasmática pode ser entendida como o aumento do retículo sarcoplasmático e seus componentes, como água e glicogênio, que são induzidos mediante um estímulo metabólico, acontecendo geralmente em treinos que são realizados com um alto número de repetições, uma menor porcentagem de carga, entre 30% e 50% de 1RM e com intervalo de descanso menor entre as séries (FOX *et al.*, 1999; POWERS *et al.*, 2014).

Falando em hipertrofia, é importante ressaltar o processo de regeneração do tecido que se dá por meio das chamadas células satélites. As células satélites são pequenas células miogênicas mononucleadas que se localizam na periferia da fibra muscular e que têm uma função sinalizadora mediante a um stress (MONTEZEL *et al.*, 2009), que geralmente são ocasionados por microlesões induzidas pelo treinamento resistido. Ademais, as células satélites permanecem em repouso até que haja um estímulo para sua ativação fazendo com que elas se diferenciem e se multipliquem em pequenas células chamadas de mioblastos que atuam diretamente na regeneração muscular (SVERZUT *et al.*, 1999; MONTEZEL *et al.*, 2009). As células satélites podem ser estimuladas ou inibidas através de vários fatores, sendo alguns deles fatores hormonais mediados pela produção de IGF-1, FGF, HGF, insulina e a triiodotironina (T3) (FOSCHINI *et al.*, 2004; MONTEZEL *et al.*, 2009). Além disso, há alguns estudos que demonstram que o estresse mecânico induzido, principalmente pelo alongamento das fibras que acontecem no exercício excêntrico, aumenta a produção de IGF-

1 e, conseqüentemente, a proliferação e diferenciação das células satélites. (YANG *et al.*, 1996; BAMMAN *et al.*, 2001).

Diante do exposto, a pergunta do presente estudo é verificar se os métodos de treinamento utilizando predominância ou apenas ações musculares excêntricas induzem diferente hipertrofia muscular quando comparados àqueles que utilizam predominância ou apenas ações musculares concêntricas.

2. MÉTODOS

2.1 Seleção dos estudos

A presente revisão sistemática foi realizada por meio das consultadas bases de dados *PubMed* e *Google Acadêmico*, sem qualquer restrição de data como filtro. A presente revisão foi realizada através dessas bases de dados por falta de acesso a uma outra base de dados que seria utilizada que seria o *Web Of Science*. A busca foi realizada entre os meses de julho e agosto de 2021. As palavras-chaves utilizadas para as buscas nas referidas bases de dados foram: *“eccentric training and hypertrophy”*, *“eccentric contraction and hypertrophy”*, *“excentric contraction and hypertrophy”*, *“eccentric exercise and hypertrophy”*, *“lengthening contraction and hypertrophy”*, *“negative work and hypertrophy”*, *“concentric training and hypertrophy”*, *“concentric contraction and hypertrophy”*, *“shortening contraction and hypertrophy”*, *“positive work and hypertrophy”*, *“eccentric training and muscle mass”*, *“eccentric contraction and muscle mass”*, *“excentric contraction and muscle mass”*, *“eccentric exercise and muscle mass”*, *“lengthening contraction and muscle mass”*, *“negative work and muscle mass”*, *“concentric training and muscle mass”*, *“concentric contraction and muscle mass”*, *“concentric exercise and muscle mass”*, *“shortening contraction and muscle mass”*, *“positive work and muscle mass”*, *“eccentric training and cross-sectional área”*, *“eccentric contraction and cross-sectional área”*, *“excentric contraction and cross-sectional área”*, *“eccentric exercise and cross-sectional área”*, *“lengthening contraction and cross-sectional área”*, *“negative work and cross-sectional área”*, *“concentric training and cross-sectional área”*, *“concentric contraction and cross-sectional área”*, *“concentric exercise and cross-sectional área”*, *“shortening contraction and cross-sectional área”* and *“positive work and cross-sectional área.”*

2.2 Critérios de inclusão

Os seguintes critérios foram adotados para a inclusão de estudos na presente revisão sistemática: compararam os métodos excêntrico e concêntrico; ter alguma medida que infira a hipertrofia da musculatura esquelética e ter sido realizado com seres humanos.

Estudos de revisão, sumários, estudos de caso, cartas para o editor, bem como artigos originais realizados com animais de laboratório não foram inclusos na presente revisão sistemática, embora tal bibliografia foi consultada.

2.3 Delineamento

Com o tema definido, realizou-se a seleção das palavras chaves com a maior quantidade de combinações possíveis dentro do tema escolhido. Após a seleção das palavras chaves, foi realizada uma busca de artigos com todas as palavras chaves que foram supracitadas na estratégia de pesquisa. Ademais, após a realização da busca dos artigos foi realizada uma filtragem dos artigos através da leitura dos títulos dos mesmos. Após a leitura dos títulos, foi realizada a leitura dos resumos dos artigos remanescentes. Por fim, após feita as etapas anteriores, foi realizada leitura completa dos artigos, excluindo aqueles que não inferem os critérios de busca escolhidos.

Palavras chaves	Artigos encontrados
Eccentric Training + Hypertrophy	9
Eccentric Contraction + Hypertrophy	6
Excentric Contraction + Hypertrophy	0
Eccentric Exercise + Hypertrophy	9
Lengthening Contraction + Hypertrophy	1
Negative Work + Hypertrophy	0
Concentric Training + Hypertrophy	4
Concentric Contraction + Hypertrophy	4
Concentric Exercise + Hypertrophy	3
Shortening Contraction + Hypertrophy	1
Posite Work + Hypertrophy	0
Eccentric Training + Muscle mass	2
Eccentric Contraction + Muscle mass	0
Excentric Contraction + Muscle mass	0
Eccentric Exercise + Muscle mass	1
Lengthening Contraction + Muscle mass	0
Negative Work + Muscle mass	0
Concentric Training + Muscle mass	1
Concentric Contraction + Muscle mass	0
Concentric Exercise + Muscle mass	0
Shortening Contraction + Muscle mass	0
Posite Work + Muscle mass	0
Eccentric Training + Cross-sectional Area	3
Eccentric Contraction + Cross-sectional Area	1
Excentric Contraction + Cross-sectional Area	0
Eccentric Exercise + Cross-sectional Area	2
Lengthening Contraction + Cross-sectional Area	0
Negative Work + Cross-sectional Area	0
Concentric Training + Cross-sectional Area	2
Concentric Contraction + Cross-sectional Area	0
Concentric Exercise + Cross-sectional Area	0
Shortening Contraction + Cross-sectional Area	0
Posite Work + Cross-sectional Area	0
Total	43

Figura 1. Tabela contendo palavras chaves combinadas através do software endnote x7 no pubmed.

Palavras chaves	Artigos encontrados
Eccentric Training + Hypertrophy	15
Eccentric Contraction + Hypertrophy	5
Excentric Contraction + Hypertrophy	0
Eccentric Exercise + Hypertrophy	10
Lengthening Contraction + Hypertrophy	0
Negative Work + Hypertrophy	1
Concentric Training + Hypertrophy	8
Concentric Contraction + Hypertrophy	1
Concentric Exercise + Hypertrophy	0
Shortening Contraction + Hypertrophy	0
Posite Work + Hypertrophy	0
Eccentric Training + Muscle mass	4
Eccentric Contraction + Muscle mass	0
Excentric Contraction + Muscle mass	0
Eccentric Exercise + Muscle mass	1
Lengthening Contraction + Muscle mass	0
Negative Work + Muscle mass	0
Concentric Training + Muscle mass	1
Concentric Contraction + Muscle mass	0
Concentric Exercise + Muscle mass	0
Shortening Contraction + Muscle mass	0
Posite Work + Muscle mass	1
Eccentric Training + Cross-sectional Area	0
Eccentric Contraction + Cross-sectional Area	0
Excentric Contraction + Cross-sectional Area	0
Eccentric Exercise + Cross-sectional Area	0
Lengthening Contraction + Cross-sectional Area	0
Negative Work + Cross-sectional Area	0
Concentric Training + Cross-sectional Area	0
Concentric Contraction + Cross-sectional Area	0
Concentric Exercise + Cross-sectional Area	0
Shortening Contraction + Cross-sectional Area	0
Posite Work + Cross-sectional Area	0
Total	47

Figura 2. Tabela contendo palavras chaves combinadas através do software endnote x7 no google acadêmico.

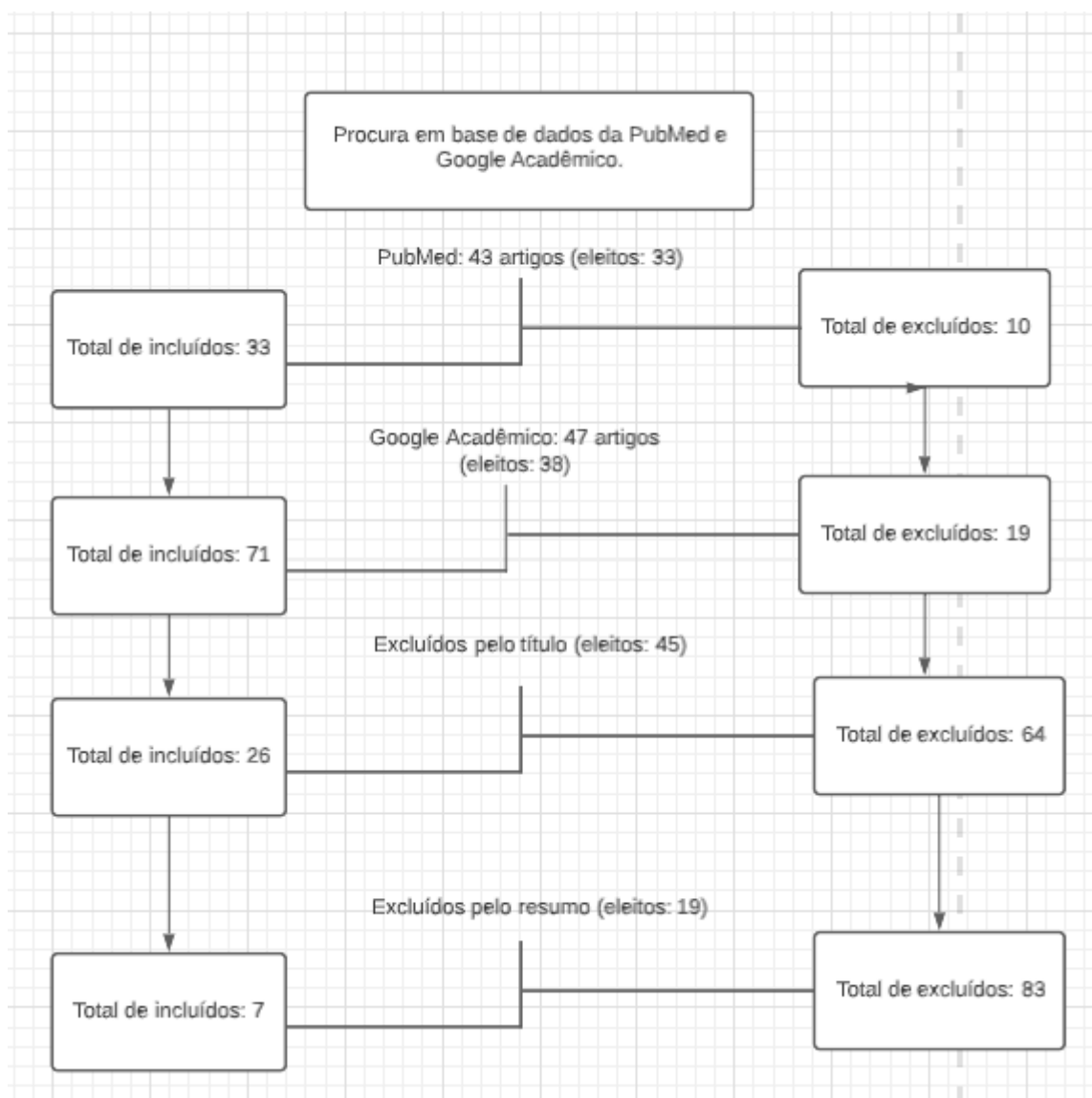


Figura 3. Fluxograma que resume o processo de seleção dos estudos experimentais para a inclusão na revisão sistemática.

2.4 Software endnote

O software endnote x7 é uma ferramenta de busca e de criação de referências a qual foi utilizada no projeto. Ademais, esse software permitiu que fossem feitas as combinações das palavras-chaves para a realização do projeto. A busca foi realizada nessa ferramenta, sendo feita a escolha de duas palavras-chaves combinadas. Além disso, utilizamos um filtro para padronização na qual realizou-se a busca apenas no título do artigo.

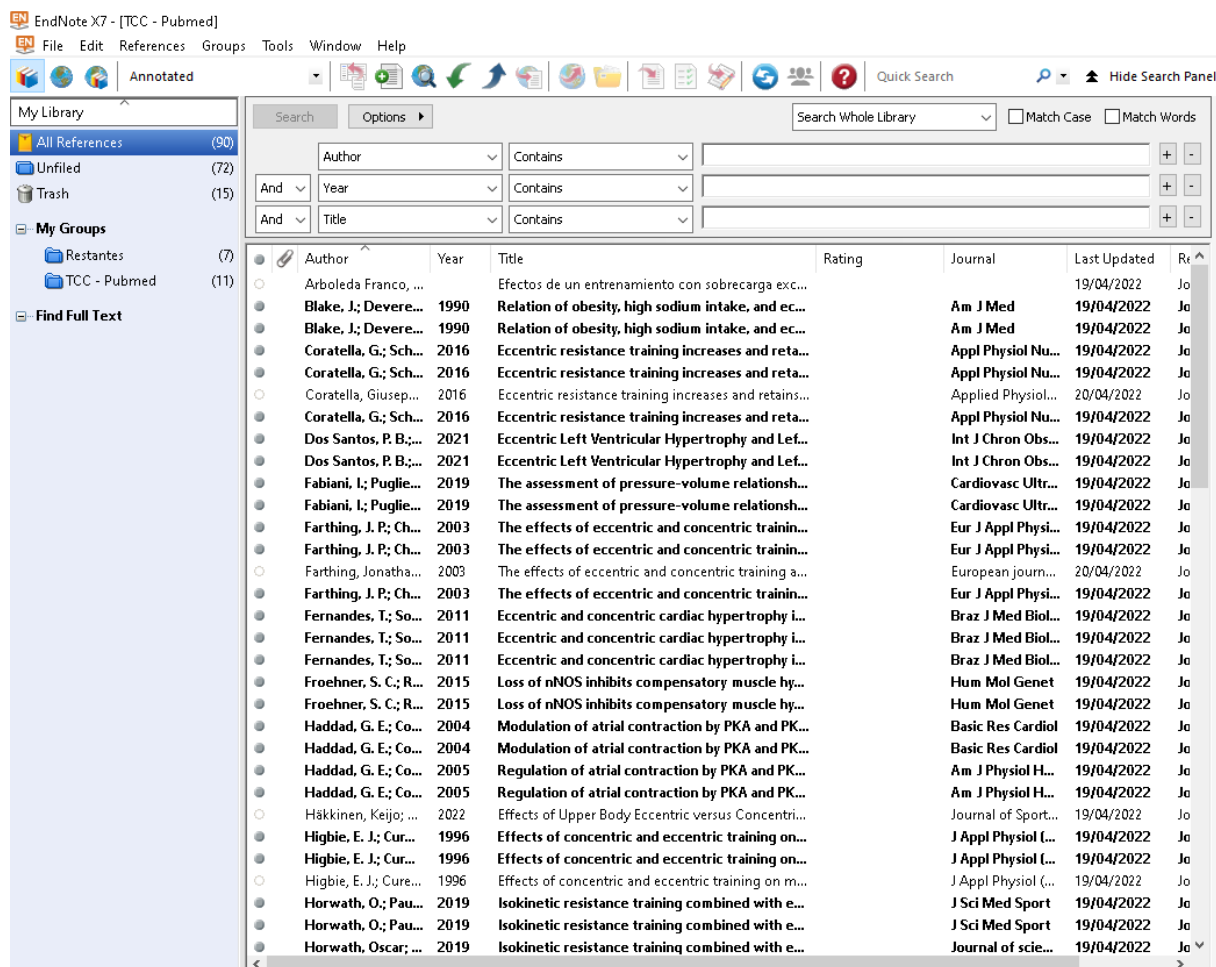


Figura 4 – Software EndNote X7, contendo o total de artigos encontrados nas duas bases de dados.

2.5 Análise estatística

Foi realizada a análise descritiva dos dados e os mesmos foram apresentados em percentual.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1. Características gerais dos estudos.

Referência	Nº de indivíduos; Idade (anos); Sexo (h/m)	Efeito crônico	Carga de treinamento	Membros analisados	Duração em semanas	Efeito sobre a massa muscular	Efeito sobre a força	18 Demais parâmentos
Coratella et al. [2016]	H (n=34); idade média 26 anos.	Força; hipertrofia; resistência.	Exc (120% RM; 5x6), Con (85% RM; 6x7), tradicional (90% RM; 4x5).	Membros superiores	15 semanas; 2x na semana; 12 sessões.	Melhoraram similarmente	Melhoraram similarmente.	Isotônico
Farthing et al., [2003]	H e M (n=36); H (n=13); M (n=23); idade entre 18- 36 anos.	Força; hipertrofia.	2-6 séries de 8 RM; 6 séries de 8 RM; 3 séries de 8 RM.	Membros superiores	16 semanas; 3x na semana; 24 sessões.	EXC>	EXC>	Isocinético
Hakkinen et al. [2022]	M (n=23); idade entre 18-35 anos.	Força; hipertrofia; níveis séricos de hormônios.	Ecc and Conc (5x70% RM; 3x80% RM; 2x90%RM e 1RM).	Membros superiores	15 semanas; 2x na semana; 20 sessões.	EXC>	Melhoraram similarmente.	Isocinético
Higbie et al. [1996]	Mulheres s (n=54); idade entre 18-35 anos.	Força; hipertrofia; ativação neural.	Exc and Con (10x3 RM).	Membros inferiores	10 semanas; 3x na semana; 30 sessões.	EXC>	EXC>	Isocinético
Rafeei et al. [1999]	H (n=20); idade média 22 anos.	Hipertrofia; força; ativação	Exc and Con (5x10RM).	Membros Inferiores	6 semanas; 3x na semana; 18 sessões.	CON>	Melhoraram similarmente.	Isocinético; Isotônico
Romanick et al. [1993]	H e M (n=29); H (n=15); M (n=14); idade entre 23-65 anos.	Hipertrofia	3-6x6-10; (80-100% RM.)	Membros inferiores	15 semanas; 3 na semana; 45 sessões.	Melhoraram similarmente.	Melhoraram similarmente.	Isocinético
Unlu et al. [2020]	H (n=24); idade média 21 anos.	Hipertrofia; força.	CR (3x8-10; 80-85% RM); CL (3x8-10; 50- 60% RM); ER (3x6-8; 100-115%RM); EL (3x6-8; 80-85%RM); EC (3x8-10; 65- 70%RM).	Membros inferiores	12 semanas; 3x na semana; 36 sessões.	Melhoraram similarmente.	Melhoraram similarmente.	Isotônico

Tabela 1. A tabela 1 mostra os resultados dos 7 estudos incluídos na presente revisão sistemática. Ademais, a tabela apresenta o número de indivíduos em cada estudo, a idade média, os parâmetros que foram observados no estudo, a carga de treinamento que foi utilizada, o membro que foi analisado, a frequência e duração de cada estudo e os resultados sobre eles. Somando o total de número de participantes foi encontrado um total de 220 indivíduos, com idade média entre 18-65 anos. Desses 220 indivíduos, 49% eram indivíduos do sexo masculino e 51% eram do sexo feminino. Passando para números brutos, foram 106 homens e 114 mulheres que participaram do presente estudo. Em relação aos estudos, os mesmos tiveram em média 12,7 semanas, contendo em média 26,4 sessões de treinamento e uma frequência de 3x na semana.

Legenda:

Exc – Excêntrica

Con – Concêntrica

CR – Concêntrica rápida

CL – Concêntrica lenta

ER – Excêntrica rápida

EL – Excêntrica lenta

EC – Excêntrica e concêntrica.

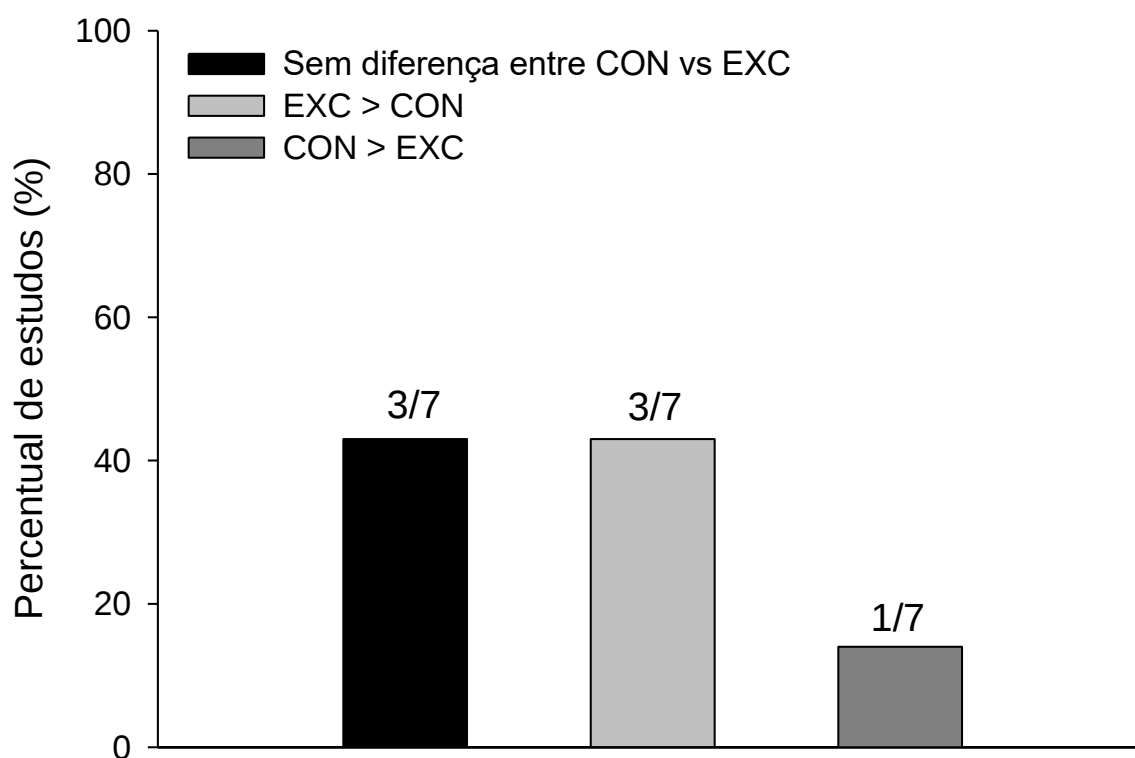


Figura 5. Representa os artigos que avaliaram a diferença entre CON e EXC. O eixo y representa do percentual de estudos. A barra preta representa os estudos nos quais não tiveram diferenças significativas. Já a barra cinza representa os estudos nos quais a fase excêntrica foi superior. Os números acima das barras representam o número de estudo em relação ao número total de estudos avaliados.

Dos 7 estudos encontrados, 3 não encontraram diferenças significativas entre os métodos. Não obstante, 3 estudos encontraram vantagem para a fase excêntrica e 1 estudo encontrou vantagem para o método concêntrico.

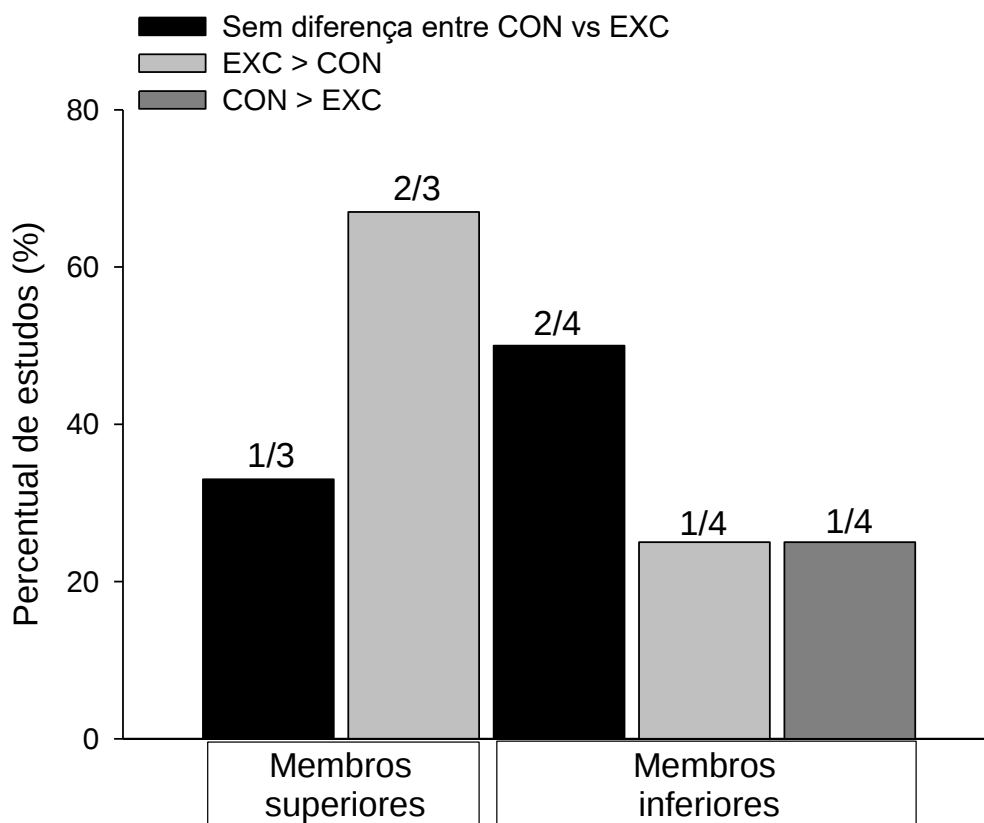


Figura 6. Representa os artigos que avaliaram a diferença entre os membros inferiores vs superiores entre os métodos. O eixo y representa do percentual de estudos. A barra preta representa os estudos nos quais não tiveram diferenças significativas. Já a barra cinza representa os estudos nos quais a fase excêntrica foi superior. Os números acima das barras representam o número de estudo em relação ao número total de estudos avaliados.

Dos quatro estudos analisados a partir dos membros inferiores, dois não encontraram diferenças significativas entre os métodos em relação aos membros. (ROMANICK *et al.*, 2003; UNLU *et al.*, 2020). Não obstante, a partir dos membros superiores, dos três estudos, dois deles mostraram vantagem para o método excêntrico. (FARTHING *et al.*, 2003; HAKKINEN *et al.*, 2022). Ademais, esses dados sugerem que para os membros inferiores não há diferença, porém para os membros superiores a efetividade é questionável.

Tabela 2. Possíveis explicações para a superioridade do método EXC em relação ao método CON.

Principais fatores apresentados para os resultados para EXC>.	
Maior dano muscular	Maior degradação de proteína
Melhor sinalização de células satélites	Maior produção de força

A tabela 2 apresenta as possíveis explicações que foram argumentadas para justificar a superioridade de método EXC em relação ao CON. Ademais, as principais explicações para EXC> se davam pela maior força produzida durante a fase excêntrica, o que geraria um maior dano muscular e, conseqüentemente, uma maior hipertrofia muscular.

Tabela 3. Possíveis explicações para a não superioridade do método EXC em relação ao método CON.

Principal fator apresentado para resultados similares
Volume equalizado

A tabela 3 apresenta as possíveis explicações arguidas pelos autores para explicarem porque não houve diferenças significativas entre os métodos. Ademais, a principal explicação para os resultados serem similares seria o volume de treinamento.

Tabela 3. Possíveis explicações para a não superioridade do método CON em relação ao método EXC.

Principal fator apresentado para CON>
Maior ativação muscular

A tabela 4 apresenta as possíveis explicações arguidas para justificar a superioridade do método CON em relação ao método EXC. Ademais, a principal explicação para CON> seria uma maior ativação muscular. Dos 7 estudos analisados, 5 tiveram o volume de treinamento equalizado, 1 destes estudos não equalizaram o volume e 1 dos estudos não especificou.

4. DISCUSSÃO

A presente revisão sistemática teve como objetivo principal investigar se existem diferenças ou não entre os métodos excêntricos e concêntricos na hipertrofia muscular. Os resultados sugerem que ambos os métodos podem levar a uma hipertrofia muscular de forma significativa. Essa revisão mostrou que alguns estudos tiveram vantagem para o método excêntrico, enquanto outros não mostraram diferenças significativas entre eles. Ademais, todos os métodos mostraram melhoras significativas. É importante salientar que não é possível afirmar que os mesmos resultados sejam encontrados para outros tipos de população e exercícios. Em conjunto, os resultados do presente estudo mostram que o treinamento realizado com predominância de contrações excêntricas tendem a serem mais positivos para os ganhos em hipertrofia muscular.

Já é evidente nas literaturas a importância da fase excêntrica para a hipertrofia muscular. Ademais, a explicação para uma possível vantagem da fase excêntrica se dá pela maior tensão mecânica e força relativa produzida pelas ações musculares excêntricas, o que podem estimular uma maior quantidade de microlesões nas fibras musculares. (NETO *et al.*, 2012; FRIDE'N *et al.*, 1983; STAUBER *et al.*, 1990; ENOKA 1996). Outra possível explicação pode se dar pelo fato dos estudos não terem equalizado totalmente o trabalho realizado, tendo em vista que dura a ação muscular excêntrica, há uma produção em cerca de 20 a 60% maior em relação a ação muscular concêntrica. (SCHOENFELD *et al.*, 2017; KOJIC *et al.*, 2021). Estudos anteriores demonstraram que a fase excêntrica pode gerar melhor hipertrofia muscular quando comparado com a fase concêntrica. (HIGBIE *et al.*, 1996; SEGER *et al.*, 1998). Uma revisão sistemática anterior já sugeriu a superioridade da fase excêntrica em relação a fase concêntrica. (ROIG *et al.*, 2009). Além disso, outra revisão sistemática também sugeriu leve vantagem para a fase excêntrica em comparação com a fase concêntrica. (SCHOENFELD *et al.*, 2017). Um estudo também demonstrou também que contrações excêntricas rápidas geram melhores resultados hipertróficos do que quando comparado a contrações excêntricas lentas e contrações concêntricas. (FARTHING *et al.*, 2003). Outro estudo também demonstrou que contrações excêntricas rápidas tiveram melhores resultados do que contrações lentas. (SHEPSTONE *et al.*, 2005). Ademais, essa vantagem sobre a velocidade de contração, possivelmente, pode ser explicada por um maior volume total de treinamento durante a fase

excêntrica rápida. Alguns estudos interessantes demonstram também que a fase excêntrica otimiza as respostas adaptativas por indução de alterações neurais positivas. (COLLIANDER *et al.*, 1990). Essas respostas adaptativas podem ser explicadas por um aumento na ativação central e de uma melhor coordenação intramuscular, que melhora a sincronização de unidades motoras. (DUDLEY *et al.*, 1991). Há também estudos que mostraram que possuem fatores morfológicos que explicam uma possível superioridade da fase excêntrica através do estresse induzido pela sobrecarga no alongamento da fase excêntrica, o que aumentaria o crescimento, frequência e concentração de células satélites que estão ligadas ao processo de hipertrofia. (ALLOUH *et al.*, 2008). Além disso, por conta da fase excêntrica produzir um volume maior de trabalho com uma menor quantidade de repetições e com um gasto energético menor, a fase excêntrica pode promover uma maior eficiência quando comparado a fase concêntrica. (MOORE *et al.*, 2005). De antemão, um estudo interessante demonstrou que, apesar de haver um maior estímulo mecânico gerado pela fase excêntrica, isso não é um único fator determinante para a hipertrofia muscular. (FRANCHI *et al.*, 2014). O mesmo autor também demonstrou que cada método mostrou diferenças na região muscular em que a hipertrofia ocorreu, de modo que a concêntrica favoreceu a hipertrofia na porção medial do músculo enquanto a fase excêntrica favoreceu a hipertrofia nas regiões distais. (FRANCHI *et al.*, 2014). Mais estudos sobre o assunto são necessários para elucidar essa questão. Além disso, esse estudo demonstrou que possui outras variáveis a serem analisadas sobre a efetividade do método excêntrico sobre o método concêntrico.

Um outro fator importante para o resultado no treinamento de força é o volume total do treinamento que vem mostrando ter um papel-chave nas adaptações do treinamento de força. (FRANCHI *et al.*, 2014). Além disso, estudos anteriores demonstraram que, independente da velocidade e do método, foi confirmado que com os volumes similares os resultados também foram similares entre eles. (CORATELLA *et al.*, 2015). Ou seja, quando a intensidade do exercício e o volume de trabalho são equivalentes os resultados parecem não ter diferenças significativas entre os grupos. (MOORE *et al.*, 2011). Quando as variáveis não são equivalentes é difícil dizer quais são os reais efeitos das ações musculares, tanto excêntrica quanto concêntrica, na hipertrofia muscular. (MOORE *et al.*, 2011). Evidências anteriores

sugerem que, independente da fase da ação muscular, o melhor resultado da hipertrofia muscular se tem realizando a combinação das duas ações musculares, tanto excêntrica quanto concêntrica. (FRANCHI *et al.*, 2014). Um outro ponto que pode ter influenciado para os resultados semelhantes foi a perda de desempenho durante as sessões de treinamento devido a dor muscular tardia. É entendido na literatura que uma das principais alterações ocasionadas pela fase excêntrica do movimento é a dor muscular tardia. (NETO *et al.*, 2006). Ademais, a dor muscular tardia é a sensação de desconforto e rigidez nos músculos que, muitas vezes depois de uma atividade física não habitual, normalmente aumenta a intensidade nas primeiras 24 horas depois do exercício, com picos tardios (NETO *et al.*, 2006; CLEAK *et al.*, 1992). Essa dor tardia pode ter levado um desconforto em alguns dos participantes fazendo com que eles não performassem tão bem como nas sessões de treinamento anteriores, o que pode ter influenciado na carga de total de treinamento.

Em resumo, essa revisão sistemática sugere que tanto a contração excêntrica quanto a contração concêntrica podem promover ganhos hipertróficos significativos. Além disso, quando equalizamos o volume entre o treinamento excêntrico e concêntrico é sugestivo que não haja diferenças significativas entre eles. Não obstante, o método excêntrico por ter uma maior tensão mecânica pode promover, levemente, melhores resultados. Estudos mais específicos, equalizando o volume total de treinamento, tempo sob tensão e o trabalho total podem ser necessários para se ter um resultado mais concreto sobre qual método é o mais eficiente. Uma limitação para esse estudo seria um afinilamento proposital muito grande no delineamento do estudo quanto à seleção de palavras, o que limitou bastante a quantidade de artigos e, consequentemente, os resultados do estudo.

5. CONCLUSÃO

Os estudos sugeriram que ambos os métodos, excêntrico ou concêntrico, induzem ganhos hipertróficos significativos. Entretanto, podem haver evidências que os ganhos em hipertrofia são maiores quando o treinamento é realizado com predominância de ações musculares excêntricas.

6. CONFLITO DE INTERESSE

Os autores do estudo declaram não haver conflito de interesses.

7. FINANCIAMENTO

Este estudo não teve apoio financeiro da Universidade Federal de Ouro Preto.

REFERÊNCIAS

- ALLOUH, M.Z., YABLONKA-REUVENI, Z. & ROSSER, B.W.C.2008. Pax7 reveals a greater frequency and concentration of satellite cells at the ends of growing skeletal muscle fibers. **J Histochem Cytochem** 56, 77–87.
- Fride'n J, Sjo'strom M, Ekblom B (1983) Myofibrillar damage following intense eccentric exercise in man. *Int J Sports Med* 3:170–176. doi: 10.1369/jhc.7A7301.2007
- ANTUNES NETO, J. M. F., MELO, P., AGOSTINHO FILHO, J. P., MAGALHAES, N. P., PILLATI, L. S., SOLDER, M. O. Desmistificando a ação do lactato nos eventos de dor muscular tardia induzida pelo exercício físico: proposta de uma aula prática. **Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular**, v.1, p.A1 - A15, 2006a. doi:10.16923/reb.v4i2.23
- BAMMAN, M. M., SHIPP, J. R., JIANG, J., GOWER, B. A., HUNTER, G. R., GOODMAN, A., URBAN, R. J. Mechanical load increases muscle IGF-I and androgen receptor mRNA concentrations in humans. **American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism**, 280(3), E383–E390. doi:10.1152/ajpendo.2001.280.3. e383. (2001) doi: 10.1152/ajpendo.2001.280.3.E383
- BOSSI, L. C. **Ensinando musculação**: exercícios resistidos. São Paulo: Ícone. (2008).
- CLEAK, M. J.; ESTON, R. G. Delayed onset muscle soreness: mechanisms and management. **Journal of Sports Sciences**, v. 10, p. 325-341, 1992. doi: 10.1080/02640419208729932
- COLLIANDER, E. B.; TESCH, P. A. Effects of eccentric and concentric muscle actions in resistance training. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 140, n. 01, p. 31-39, 1990. doi: 10.1111/j.1748-1716.1990.tb08973.x
- CORATELLA, G., & SCHENA, F. (2016). Eccentric resistance training increases and retains maximal strength, muscle endurance, and hypertrophy in trained men. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, 41(11), 1184–1189. doi:10.1139/apnm-2016-0321
- CORATELLA, G., MILANESE, C., and SCHENA, F. 2015a. Unilateral eccentric resistance training: a direct comparison between isokinetic and dynamic constant external resistance modalities. **Eur. J. Sport Sci.** 15(8): 720-6. doi: 10.1080/17461391.2015.1060264.
- DUCHATEAU, J.; SEMMLER, J. G.; ENOKA, R. M. Training adaptations in the behavior of human motor units. **J Appl Physiol**, v 101, n. 6, p. 1766-75. doi: 10.1152/jappphysiol.00543.2006
- DUDLEY, G. A.; TESCH, P. A.; MILLER, B. J.; BUCHANAN, P. Importance of eccentric actions in performance adaptations to resistance training. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 62, p. 543-550, 1991b. Pmid: 1859341
- ENOKA, R.M; (1996) Eccentric contractions require unique activation strategies by the nervous system. **J Appl Physiol** 81:2339–2346. doi: 10.1152/jappl.1996.81.6.2339

FARTHING, J. P., & CHILIBECK, P. D. (2003). The effects of eccentric and concentric training at different velocities on muscle hypertrophy. **European Journal of Applied Physiology**, 89(6), 578–586. doi:10.1007/s00421-003-0842-2

FOSCHINI, R. M. S. A., RAMALHO, F. S., & BICAS, H. E. A. Células satélites musculares. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, 67(4), 681–867. doi:10.1590/s0004-27492004000400023. (2004)

FOX, E. MATTHEWS, D. **Bases fisiológicas da educação física e dos desportos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 488 p. cap. 2. (1986).

FRANCHI, M. V, ATHERTON, P.J., REEVES, N.D., FLUCK, M., WILLIAMS, J., MITCHELL, W.K., SELBY, A,..., NARICI, M. V. 2014. Architectural, functional and molecular responses to concentric and eccentric loading in human skeletal muscle. *Acta Page 19 of 29 Appl. Physiol. Nutr. Metab. Physiol. (Oxf)*. 210(3): 642–54. doi: 10.1111/apha.12225.

HENRIQUE, Juarez. **Efeito do laser de baixa intensidade sobre o perfil transcricional de RNAm em mioblastos C2C12**. Orientador: PROF. DR. ROBSON FRANCISCO CARVALHO. 2018. 77 f. Tese de doutorado (Biologia) - Universidade Estadual Paulista, Bocatú, (2018). Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/153885>>. Acessado em: 18 de dezembro de 2021.

HIGBIE, E. J., CURETON, K. J., WARREN, G. L., & PRIOR, B. M. (1996). Effects of concentric and eccentric training on muscle strength, cross-sectional area, and neural activation. **Journal of Applied Physiology**, 81(5), 2173–2181. doi:10.1152/jappl.1996.81.5.2173

HAKKINEN, K. ROBERT, U. NEWTON, WALKER, S., HAKKINEN, A. KRAPI, S. REKOLA, R. KOPO-NEN, P. KRAEMER, W.J. HAFF, G. BLAZEVOICH, A. NOSAKA, K. AHTIAINEN, J.(2022) Effects of Upper Body Eccentric versus Concentric Strength Training and Detraining on Maximal Force, Muscle Activation, Hypertrophy and Serum Hormones in Women. **Journal of Sports Science and Medicine** (21), 200 - 213. <https://doi.org/10.52082/jssm.2022.200>

KOJIC, F., RANISAVLJEV, I., COSIC, D., POPOVIC, D., STOJILJKOVIC, S., & ILIC, V. Effects of resistance training on hypertrophy, strength and tensiomyography parameters of elbow flexors: role of eccentric phase duration. **Biology of Sport**, 38(4), 587-594. <https://doi.org/10.5114/bi-olsport.2021.99323>. (2021).

KRAEMER, W. J, HAKKINEN K. **Treinamento de força para o esporte**. São Paulo: Artmed; (2004).

LIPPERT, L., Cinesiologia Clínica para Fisioterapeutas., 2 ed., Rio de Janeiro: Editora Revinter, p. 301. (1996).

MOORE, D. R.; YOUNG, M.; PHILIPS, S. M. (2011). Similar increases in muscle size and strength in young men after training with maximal shortening or lengthening contractions when

matched for total work. **European Journal of Applied Physiology**, 112(4), 1587–1592. doi:10.1007/s00421-011-2078-x

MOORE, D. R.; PHILIPS S, M.; BABRAJ, A.; SMITH, K.; RENNIE, M. J. (2005). Myofibrillar and collagen protein synthesis in human skeletal muscle in young men after maximal shortening and lengthening contractions. **Am J Physiol Endocrinol Metab** 288:E1153–E1159. doi: 10.1152/ajpendo.00387.2004

MONTEZEL, M. **Células satélite e regeneração muscular**. 2009. 36 f. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado e licenciatura - Ciências biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro. (2009). Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/120039>> Acessado em: 18 de janeiro de 2022;

NETO, J. M. F. A.; VILARTA, R. Contração muscular excêntrica: processos indutores de microlesão celular e síntese de proteínas miofibrilares. **EFDeportes.com, Revista Digital**. Buenos Aires, Año 16, nº 155, Abril de 2012. Disponível em: <<https://www.efdeportes.com/efd155/processos-indutores-de-microlesao-celular.htm>>

POWERS SCOTT, K. HOWLEY, E. T. **Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento físico e ao desempenho**, Edward T. Howley. 8ªed. Barueri Manole. (2014).

RAFEEL, T. **The effects of training at equal power levels using concentric and eccentric contractions on skeletal muscle fiber and whole muscle hypertrophy, muscle force and muscle activation in human subjects** [dissertation]. Richmond (VA): Virginia Commonwealth University, 1999. Disponível em: <<https://www.proquest.com/docview/304576103/preview-PDF/7E4E4DC885444752PQ/1>>. Acessado em: 08 de novembro de 2021.

REQUIÃO, L. F., FILUS, E.; OLIVEIRA, M. Correlação entre contração concêntrica versus excêntrica nos movimentos de flexo-extensão do joelho. **Fisio Magazine**, Paraná. (2000). Disponível em: <<https://www.efdeportes.com/efd180/exercicios-excentricos-e-seus-efeitos.htm>>.

ROMANICK, M .A., "A Comparison of Concentric and Eccentric Resistance Training on Muscle Hypertrophy" (1993). Physical Therapy Scholary Projects. 495. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/235074008.pdf>>.

SANTAREM, J. M. Treinamento de força e potência. In: GHORAYEB, Nabil & BARROS, Turibio. O Exercício: preparação fisiológica, avaliação médica, aspectos especiais e preventivos. **São Paulo: Ed. Atheneu**. 496p. cap.4. p.35-50. (1999). Disponível em: <<https://www.efdeportes.com/efd57/forca.htm>>.

SCHOENFELD, B. J.; OGBORN, D. I.; VIGOSTKY, A. D; FRANCHI, M.; KRIEGER, J. W. Hypertrophic Effects of Concentric vs. Eccentric Muscle Actions: A Systematic Review and Meta-analysis, **Journal of Strength and Conditioning Research**: September 2017 - Volume 31 - Issue 9 - p 2599-2608 doi: 10.1519/JSC.0000000000001983

SEGER, J. Y., ARVIDSON, B. and THORSTENSSON, A. (1998) Specific effects of eccentric and concentric training on muscle strength and morphology in humans. **European Journal of Applied Physiology** 79, 49-57. <https://doi.org/10.1007/s004210050472>

SHEPSTONE, T. N , TANG, J. E , DALLAIRE, S. SCHUEKNZE, M. D , STARON, R. S , PHILLIPS, S. M. Short-term high- vs. low-velocity isokinetic lengthening training results in greater hypertrophy of the elbow flexors in young men. **J Appl Physiol** 2005 ; 98 : 1768 – 1776. doi: 10.1152/jap-physiol.01027.2004

STAUBER, W. T, CLARKSON, P. M. FRITZ, V. EVANS, W. J. (1990) Extracellular matrix disruption and pain after eccentric muscle action. **J Appl Physiol** 69:868–874. doi: 10.1152/jap-physiol.1990.69.3.868

SVERZUT, A.C.M., CHIMELLI, L. O papel das células satélites nas respostas adaptativas do tecido muscular esquelético. **Rev. Fisioter.** Univ. São Paulo, v.6, n.2, p.132-9, jul./dez. (1999). Therapy Scholarly Projects. 495. doi: <https://doi.org/10.1590/fpusp.v6i2.79615>

TRICOLI, V. Papel das ações musculares excêntricas nos ganhos de força e de massa muscular. **Revista Da Biologia**, 11(1), 38-42. <https://doi.org/10.7594/revbio.11.01.06>. (2018).

UNLU, G. ÇEVIKOL, C. MELEKOGLU, T. (2019). Comparison of the Effects of Eccentric, Concentric, and Eccentric-Concentric Isotonic Resistance Training at Two Velocities on Strength and Muscle Hypertrophy. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 1. doi:10.1519/jsc.0000000000003086

WEINECK, J. **Fundamentos do Treinamento de Força Muscular** – 2ª edição - São Paulo – SP. Editora Manole. (1999).

YANG, S., ALNAQEEB, M., SIMPSON, H., & GOLDSPINK, G. Cloning and characterization of an IGF-1 isoform expressed in skeletal muscle subjected to stretch. **Journal of Muscle Research and Cell Motility**, 17(4), 487–495. doi:10.1007/bf00123364. (1996).