

Impacto da falha muscular concêntrica no treinamento resistido de alta e baixa intensidade em programas voltados a hipertrofia: Uma revisão sistemática

Impact of concentric muscle failure on high and low intensity resistance training in hypertrophy programs: A systematic review

Impacto de la falla muscular concéntrica en el entrenamiento de resistencia de alta y baja intensidad en programas de hipertrofia: Una revisión sistemática

Recebido: 26/11/2023 | Revisado: 03/12/2023 | Aceitado: 05/12/2023 | Publicado: 07/12/2023

Bruce Willis da Silva Barbosa

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-1796-2525>
Centro Universitário Santo Agostinho, Brasil
E-mail: brxuce@gmail.com

Paulo Henrique Moreno Rocha

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3019-0174>
Centro Universitário Santo Agostinho, Brasil
E-mail: pauloheriquerocha18@icloud.com

Mauro Fernando Lima da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8866-1855>
Centro Universitário Santo Agostinho, Brasil
E-mail: mauropetman@yahoo.com.br

Resumo

Introdução: O treinamento resistido está bem estabelecido como estratégia primária baseada no exercício resistido na produção de aumento de massa muscular em humanos. **Objetivos:** Investigar os efeitos da falha muscular concêntrica no treinamento resistido de alta e baixa intensidade em programas voltados à hipertrofia. **Métodos:** O tipo de estudo a ser realizado no presente trabalho foi uma revisão sistemática, onde foi dada atenção especial às seguintes etapas: formulação da questão norteadora; seleção dos estudos com base no ano de publicação e título; seleção dos estudos pelos resumos e seleção pelo texto completo; e posteriormente, extração dos dados dos estudos incluídos; avaliação e interpretação dos resultados e, por fim, apresentação da revisão do conhecimento produzido. **Resultados. Discussão:** a diversidade de conclusões nos estudos comparados destaca a complexidade da influência da falha muscular no treinamento resistido. Essas diferenças podem ser atribuídas a uma série de variáveis, como intensidade, população estudada e metodologia de treinamento. Portanto, a decisão de incorporar a falha muscular em um programa de treinamento deve ser tomada considerando cuidadosamente o contexto e os objetivos individuais do praticante, considerando os insights fornecidos por estes estudos. **Conclusão:** esta revisão apresenta análises abrangentes dos efeitos da falha muscular concêntrica no treinamento resistido, considerando uma variedade de desenhos metodológicos estudados. Assim, destacamos a complexa relação entre a falha muscular e a equalização entre volume e intensidade do treinamento resistido.

Palavras-chave: Treinamento resistido; Hipertrofia; Insuficiência muscular.

Abstract

Introduction: Resistance training is well established as a primary strategy based on resistance exercise in producing increased muscle mass in humans. **Objectives:** Investigate the effects of concentric muscle failure in high and low intensity resistance training in programs aimed at hypertrophy. **Methods:** The type of study to be carried out in the present work was a systematic review, where careful attention was paid to the following steps: formulation of the guiding question; selection of studies based on year of publication and title; selection of studies by their abstracts and selection by the full text; and subsequently, extraction of data from the included studies; evaluation and interpretation of results and, finally, presentation of the review of the knowledge produced. **Results. Discussion:** diversity of conclusions in the compared studies highlights the complexity of the influence of muscle failure on resistance training. These differences can be attributed to a series of variables, such as intensity, population studied and training methodology. Therefore, the decision to incorporate muscle failure into a training program should be made by carefully considering the context and individual goals of the practitioner, considering the insights provided by these studies. **Conclusion:** this review presents comprehensive analyzes of the effects of concentric muscle failure in resistance training, considering a variety of methodological designs studied. Thus, we highlight the complex relationship between muscle failure and the equalization between volume and intensity of resistance training.

Keywords: Resistance training; Hypertrophy; Muscle failure.

Resumen

Introducción: El entrenamiento de resistencia está bien establecido como una estrategia principal basada en el ejercicio de resistencia para producir un aumento de masa muscular en humanos. **Objetivos:** Investigar los efectos del fallo muscular concéntrico en el entrenamiento de resistencia de alta y baja intensidad en programas dirigidos a la hipertrofia. **Métodos:** El tipo de estudio a realizar en el presente trabajo fue una revisión sistemática, donde se prestó cuidadosa atención a los siguientes pasos: formulación de la pregunta orientadora; selección de estudios según año de publicación y título; selección de estudios por sus resúmenes y selección por el texto completo; y posteriormente, extracción de datos de los estudios incluidos; evaluación e interpretación de resultados y, finalmente, presentación de la revisión del conocimiento producido. **Resultados. Discusión:** la diversidad de conclusiones en los estudios comparados resalta la complejidad de la influencia del fallo muscular en el entrenamiento de fuerza. Estas diferencias se pueden atribuir a una serie de variables, como la intensidad, la población estudiada y la metodología del entrenamiento. Por lo tanto, la decisión de incorporar la falla muscular en un programa de entrenamiento debe tomarse considerando cuidadosamente el contexto y los objetivos individuales del practicante, considerando los conocimientos proporcionados por estos estudios. **Conclusión:** esta revisión presenta análisis integrales de los efectos de la falla muscular concéntrica en el entrenamiento de fuerza, considerando una variedad de diseños metodológicos estudiados. Así, destacamos la compleja relación entre el fallo muscular y la igualdad entre volumen e intensidad del entrenamiento de fuerza.

Palabras clave: Entrenamiento de resistencia; Hipertrofia; Fallo muscular.

1. Introdução

O treinamento resistido (TR), também conhecido como treinamento de força, treinamento com pesos, ou treinamento de resistência, se caracteriza como um tipo de exercício que exige que a musculatura corporal se movimente contra uma força oposta, geralmente exercida por algum tipo de equipamento (Fleck; Kraemer, 2017; Zambrano, et al., 2023).

O treinamento resistido está bem estabelecido como uma estratégia primária baseada em exercícios com uma resistência para aumentar a massa muscular em humanos (Schoenfeld & Grgic, 2019; Schoenfeld et al. 2021). No treinamento resistido existem variáveis agudas (intensidade, volume de treinamento, tempo de descanso, velocidade de movimento e ação muscular) que são utilizadas com a intenção otimizar as adaptações musculares e evitar platôs no treinamento resistido (Prestes et al., 2016; Zambrano, et al., 2023). Essas variáveis do treinamento resistido devem ser ajustadas levando em consideração a individualidade de cada pessoa, além de contar com os requisitos funcionais, fisiológicos e psicológicos da competição ou do objetivo do treinamento resistido (Schoenfeld et al., 2019).

Em especial, a hipertrofia e os ganhos de força muscular, podem ser otimizados e maximizados por meio da manipulação adequadas dessas variáveis que compõe do TR (Ralston *et al.*, 2018). No entanto, além da manipulação dessas variáveis, uma das estratégias que tem sido utilizada para maximizar as adaptações neuromusculares é a realização do TR até a falha muscular concêntrica (Fonseca et al., 2020), que é quando ocorre quando há interrupção do exercício por conta da incapacidade de vencer a resistência durante a fase concêntrica do movimento (Vieira et al., 2022).

Durante a execução de uma série de treinamento resistido, as unidades motoras são recrutadas de forma ordenada, de acordo com o princípio do tamanho de Henneman (Henneman et al., 1965; Marshall *et al.*, 2022). Esse princípio determina que, à medida em que as demandas de produção de força aumentam as unidades motoras que são recrutadas (Refalo et al., 2022), de acordo com a magnitude de sua produção de força, com unidades motoras de baixo limiar sendo recrutadas antes das unidades de alto limiar (Henneman et al., 1965; Zambrano, et al., 2023).

Nesse contexto, em uma série de exercícios de TR usando intensidade baixa (<60% 1RM) ou moderado (60-70% 1RM), unidades motoras de limiar baixo associadas a fibras musculares do tipo I são inicialmente recrutadas para vencer a resistência (Henneman et al., 1965; Del Vecchio *et al.*, 2019). Quando essas unidades motoras de baixo limiar começam a fadigar, ocorre um aumento do recrutamento de unidades motoras de alto limiar associadas às fibras musculares do Tipo II, a fim de manter a produção de força (Sale, 1987; Fisher *et al.*, 2011; Looney *et al.*, 2016). Portanto, considerando esse princípio, a realização de séries de exercícios até a falha muscular momentânea seria necessária para todas as unidades motoras possíveis, promovendo assim uma maior hipertrofia (Lasevicius *et al.*, 2022).

Contudo, há evidências de que um alto nível de atividade muscular pode ser alcançado pelo treinamento resistido de alta intensidade antes de atingir a falha muscular, questionando assim a necessidade de treinar até a falha (Schoenfeld & Grgic, 2019). Os achados de estudos longitudinais sobre o tema são conflitantes com alguns estudos mostrando vantagens para alcançar a falha muscular (Rooney et al., 1994; Lasevicius *et al.*, 2022), enquanto outros relatam que não há nenhum benefício (Martorelli *et al.*, 2017; Lasevicius *et al.*, 2022).

Uma questão que parece não estar bem explicada na literatura consultada é que as vantagens para a falha muscular com treinamento resistido de alta carga ocorreram concomitantemente com um maior volume total de treinamento, sugerindo que resultados positivos podem ter sido induzidos por um maior volume total de treinamento ao invés de falha muscular.

Dessa forma, em programas de treinamento resistido, as variáveis que exercem influência no ganho de massa muscular e/ou ganhos de força devem ser consideradas, entre elas chamamos a atenção para a relação entre falha muscular concêntrica e administração da intensidade. Portanto, é fundamental para o profissional de educação física tenha pleno conhecimento em relação aos aspectos anatômicos, fisiológicos, cinesiológicos e psicológicos, para uma melhor prescrição do exercício físico. Assim, este estudo justifica-se pela necessidade de se entender os efeitos do treinamento de força em alta e em baixa intensidade realizados até a falha muscular concêntrica máxima e submáxima, tendo como objetivo investigar os efeitos da falha muscular concêntrica sobre o treinamento resistido de baixa e alta intensidade realizados em programas voltados para hipertrofia.

2. Metodologia

2.1 Tipo de estudo

Este trabalho trata-se de uma revisão sistemática, pois buscou-se uma investigação criteriosa com aplicação de métodos explícitos e sistemáticos de busca, avaliação crítica e síntese de informações selecionadas, sintetizando evidências relacionadas a um tema específico (Dontato & Dontato, 2019).

2.2 Critérios de elegibilidade

Buscou-se, artigos relacionados aos efeitos da falha muscular concêntrica no treinamento resistido de alta e baixa intensidade em programas de hipertrofia. Todos os estudos, independentemente da geografia, ano de publicação, status de publicação, estão incluídos, desde que forneçam dados relevantes para esta análise. Foram excluídas as investigações com revisões de literatura, teses e dissertações, e estudos que avaliaram aspectos diagnósticos e terapêuticos sem protocolo detalhado.

2.3 Estratégia de busca e elegibilidade

Foram pesquisados estudos nas bases de dados ScienceDirect e Pubmed. Estudos publicados entre 2018 e 2023, e livros foram considerados nesta revisão. A estratégia PICO foi usada para ajudar a construir a questão norteadora da pesquisa e a seleção do estudo. A estratégia PICO representa a sigla para População, Intervenção, Comparação e Out come (desfecho) citado por Santos, Pimenta e Nobre, (2007) esquematizado no Quadro 1, logo abaixo.

Quadro 1 – Estratégia pico.

1. POPULAÇÃO (PATIENT/ PROBLEMA)	2. NTERVENÇÃO (INTERVENTION)	3. CONTROLE (COMPARISION)	4. DESFECHO (OUTCOME)
Jovens, adultos e idosos praticantes de musculação (treinamento resistido)	Exercício físico (treinamento resistido)	Falha muscular, Não falha muscular; Alta intensidade; Baixa intensidade	Hipertrofia muscular
PROBLEMA: Quais os efeitos da falha muscular concêntrica no treinamento resistido de alta e baixa intensidade em programas voltados a hipertrofia?			

Fonte: Própria (2023).

As etapas consistiram em busca sistemática na literatura, análise crítica para inclusão e exclusão de estudos e coleta de variáveis de desfecho (extração de dados), conforme descrito abaixo no Quadro 2:

Quadro 2 – Descritores controlados utilizados para construção da estratégia de busca nas bases pubmed e sciencedirect.

BASES PESQUISADAS	ESTRATÉGIA DE BUSCA
ScienceDirect	("resistance training" AND ("muscular failure" OR "muscle failure" OR "repetitions to failure") AND ("muscle hypertrophy" OR "muscle size"))
Pubmed	

Fonte: Própria (2023).

2.4 Extração de dados

Os dados coletados foram submetidos a revisados na integra pelos dois pesquisadores responsáveis pela pesquisa, onde foram extraídos os seguintes dados: Título do estudo, Objetivos do estudo, Metodologia/Amostra, Resultados e Conclusão. Tabela e quadros foram elaborados com o intuito de fazer a comparação entre os estudos incluídos no projeto, para assim concluir a elaboração da síntese de conhecimento.

2.5 Análise dos dados após coleta

Foram pesquisados artigos que avaliaram a relação entre a pouca mobilidade de tornozelo e lesões no joelho. As etapas consistiram em busca sistemática na literatura, análise crítica para inclusão e exclusão de estudos e coleta de variáveis de desfecho (extração de dados), foi realizado uma análise de conteúdo conforme descrito abaixo e como citado por Martens; Brones; Carvalho (2013) Santos (2017).

2.5.1 Extração de Dados

Extrair dados relevantes de cada estudo selecionado, incluindo características do estudo, intervenções, resultados primários e secundários, tamanho da amostra e métodos utilizados.

Avaliação da Qualidade dos Estudos:

Realizar uma avaliação crítica da qualidade metodológica dos ensaios clínicos, considerando aspectos como randomização, cegamento, alocação e outros elementos que afetam a validade interna dos estudos.

2.5.2 Síntese de Dados

Realizar uma síntese estatística e qualitativa dos resultados dos estudos incluídos, destacando padrões emergentes, divergências e tendências.

2.5.3 Interpretação dos Resultados

Interpretar os resultados à luz da pergunta de pesquisa, considerando a consistência dos achados, as limitações dos estudos individuais e a qualidade geral da evidência.

2.5.4 Discussão das Implicações Clínicas

Discutir as implicações clínicas dos resultados e fornecer recomendações para prática clínica futura ou pesquisa adicional, se necessário.

2.5.5 Redação do Relatório

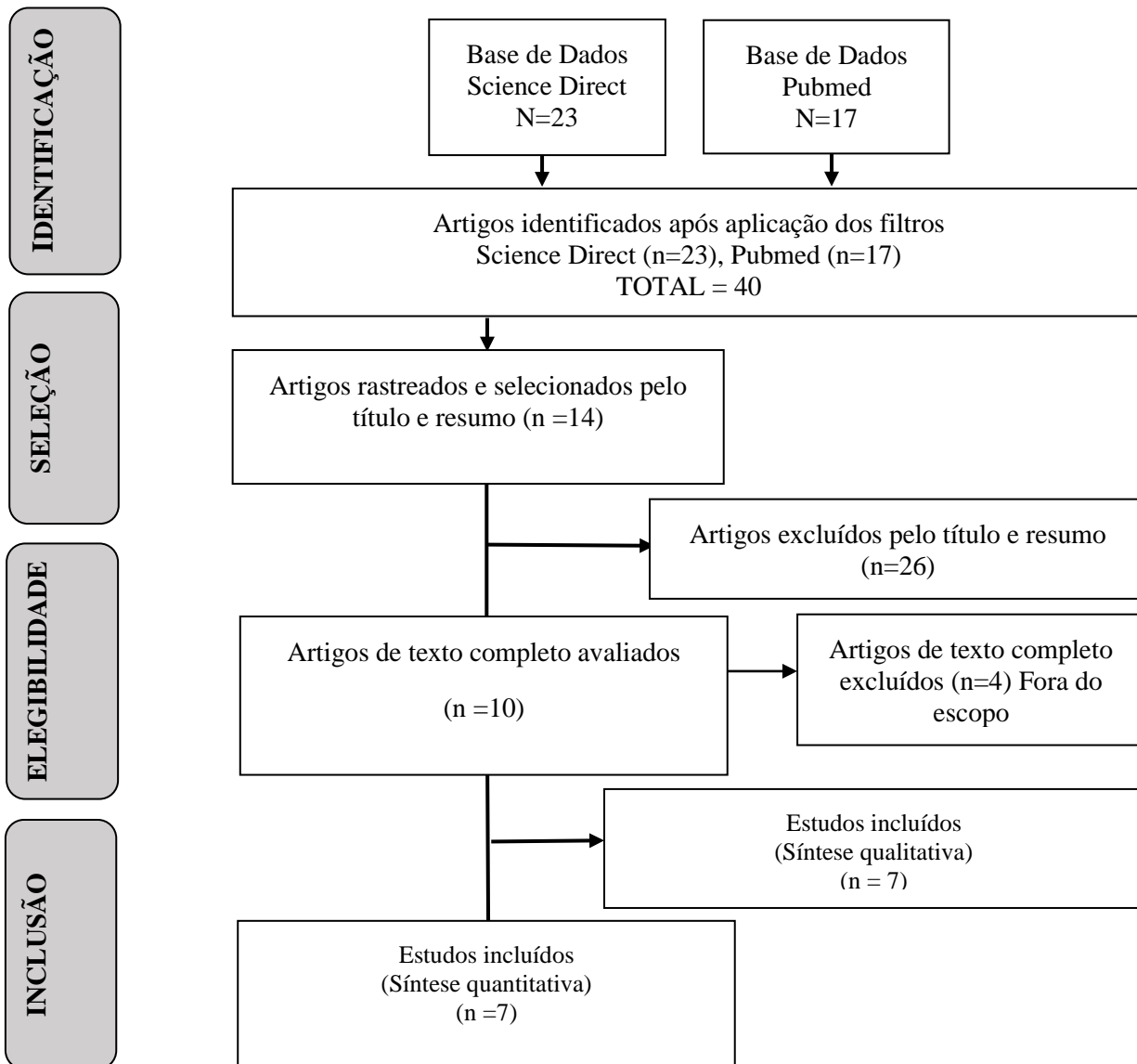
Elaborar um relatório claro e abrangente que descreva todos os aspectos do processo, desde a formulação da pergunta até a interpretação dos resultados.

3. Resultados e Discussão

A busca totalizou 118 registros e após a aplicação dos filtros, 14 publicações foram selecionadas. Após observar e análise de: título, resumo, duplicatas e após leitura na íntegra, 8 estudos. Ao final, 6 publicações compuseram a amostra e foram analisadas. A Figura 1 (Prisma Flow) descreve o percurso realizado para seleção dos estudos, segundo base consultada.

Conforme os descritores utilizados na pesquisa, identificou-se 27 publicações na Pubmed e 91 no Science Direct. Abaixo encontra-se a Figura 1, que expõe de forma esquemática o percurso da estratégia de busca em etapas de aplicação dos filtros no Fluxograma (Prisma Flow).

Figura 1 - Fluxograma do percurso de seleção dos artigos (*prisma flow*).



Fonte: Autoria própria (2023).

É importante destacar a relevância da Figura 1, uma vez que ela apresenta de forma abrangente todo o processo metodológico empregado na realização deste estudo. Esta representação visual abrange desde a etapa inicial de identificação dos artigos nas bases de dados pertinentes, passando pela seleção preliminar dos estudos a serem analisados, incluindo os critérios de elegibilidade que se alinham com a questão de pesquisa definida. Em seguida, são estabelecidos os critérios de inclusão e exclusão, delineando os parâmetros que orientam a seleção dos estudos a serem incorporados. Por fim, destaca-se a etapa de inclusão, na qual são contemplados os artigos que satisfizeram todos os critérios estabelecidos e, conseqüentemente, foram submetidos a análise e discussão no âmbito do estudo.

3.1 Análise dos dados após coleta

3.1.1 Extração de Dados

Extrair dados relevantes de cada estudo selecionado, incluindo características do estudo, intervenções, resultados primários e secundários, tamanho da amostra e métodos utilizados.

Avaliação da Qualidade dos Estudos:

Realizar uma avaliação crítica da qualidade metodológica dos ensaios clínicos, considerando aspectos como randomização, cegamento, alocação e outros elementos que afetam a validade interna dos estudos.

3.1.2 Síntese de Dados

Realizar uma síntese estatística e qualitativa dos resultados dos estudos incluídos, destacando padrões emergentes, divergências e tendências.

3.1.3 Interpretação dos Resultados

Interpretar os resultados à luz da pergunta de pesquisa, considerando a consistência dos achados, as limitações dos estudos individuais e a qualidade geral da evidência.

3.1.4 Discussão das Implicações Clínicas

Discutir as implicações clínicas dos resultados e fornecer recomendações para prática clínica futura ou pesquisa adicional, se necessário.

3.1.5 Redação do Relatório

Elaborar um relatório claro e abrangente que descreva todos os aspectos do processo, desde a formulação da pergunta até a interpretação dos resultados.

Tabela 1 – Síntese dos estudos incluídos na revisão.

Estudo	Participantes	Carga de treinamento	Esquema de series e repetições	Volume equalizado?	Duração do treinamento e frequência semanal	Resultados avaliados por exercício e/ou critério
Nóbrega et al., 2022.	-24 homens não treinados	-Falha: não especificado; - Sem Sem falha: não especificado;	-Falha: 3 series até a falha; -Não falha: 3 series de 9 a 12 repetições;	Não	-26 sessões de treinamento, mas sem especificar a quantidade de dias e semanas.	-A AST muscular e a força muscular;
Lasevicius et al. 2022	-25 homens não treinados	- Falha (carga alta): 80% de 1RM. - Sem Falha (carga alta): 80% de 1RM. - Falha (carga baixa): 30% de 1RM -Sem Falha (carga baixa): 30% de 1RM	- Falha (carga alta): 3 series até a falha. -Sem Falha (carga baixa): -Foram empregados 60% do número total de repetições do grupo que treinou até a falha por série; -Falha (carga baixa): 3 séries até falha muscular	im	-2 vezes por semana, durante 8 semanas	Extensão unilateral do joelho: teste de 1RM; Area de secção transversa.
Lacerda et al., 2021.	-10 homens não treinados	-Falha: 50 a 60% da repetição máxima (1RM) -Não falha: 50 a 60% de 1RM.	-Falha: 3 a 4 séries -Sem Falha: 3 a 4 séries,	Sim	-5 dias por semana, durante 14 semanas	-Áreas de seção transversal (CSA), -Contração isométrica máxima voluntária (MVIC) e 1RM.

Fonseca et al., 2020.	-22 adultos do sexo masculino, recreacional mente treinados em musculação.	- Falha: 70% de 12 RM -Sem falha: 70% de 12 RM	- Falha: 4 séries de 12 repetições. - Sem falha: 8 séries de seis repetições.	Sim	-1 vez por semana, durante 5 semanas	Agachamento no smith machine
Lacerda et al., 2020.	-10 jovens destreinados	-Falha: 50% a 60% 1RM -Não falha: 50% a 60% 1RM	- Falha: 3-4 séries realizadas até a falha - Não falha: o número total de repetições no grupo de treinamento até a falha foi dividido em séries múltiplas	Sim	-2-3 dias por semana, durante 14 semanas,	-1RM; extensão isométrica do joelho, reto femoral e vasto lateral AST (área de secção transversa)
Teodoro et al., 2019.	-36 homens idosos saudáveis	- Falha: 65% a 80 de 1RM; -Não Falha: 65% a 80 de 1RM; -Sem falha (50% das repetições do grupo falham);	-Falha: 3-4 series até a falha (10 a 14 repetições) -Não falha: 3-4 series com 50% das repetições do grupo falha (5 a 6 repetições) -Sem falha (volume igual ao grupo com falha): 6-8 series de 5 a 6 repetições.	Sim	-2 dias por semana, durante 20 semanas	Espessura muscular, 1RM para leg press e extensão do joelho.
Lasevicius et al. 2018	-30 homens não treinados	-Desenho intra-sujeito; -Falha (carga baixa): 20% (G20) de 1RM um braço e uma perna; - Falha (carga alta): 40, 60 e 80% de 1RM, um braço e uma perna contralateral.	-Falha (carga baixa): 3 séries até falha muscular; -Area de secção transversal (AST) e 1RM foram avaliadas antes, depois de 6 semanas e depois de 12 semanas.	Sim	-2 vezes por semana, durante 12 semanas	-Flexão de cotovelo e leg press unilateral - Teste de 1RM; -Area de secção transversa.

Fonte: Autoria própria (2023).

No trabalho de Fonseca et al. (2020) foi sugerido, que em programas de alta intensidade, o treinamento até a falha muscular pode não ser essencial para obter resultados significativos de hipertrofia e força. Eles enfatizam que quando o volume total é equilibrado, não há vantagens significativas em treinar até a falha para ganhos ou melhorias de hipertrofia e força. Por outro lado, Lasevicius et al. (2022) observaram que o treinamento até a falha é mais benéfico em programas de baixa intensidade e alto volume, tendo sido relatado resultados de hipertrofia mais pronunciados em comparação com o treinamento onde não se presenciou falha, muito embora o mesmo autor em um estudo de 2018, Lasevicius et al. (2018), tenha encontrado melhores resultados de hipertrofia e força em intensidade maiores próximas a 80%.

Nesse sentido, os achados desses dois estudos apontam para diferentes abordagens em relação à falha muscular, com Fonseca et al. enfatizando a importância do equilíbrio do volume total, independentemente da falha muscular, enquanto Lasevicius et al. (2018) quanto em Lasevicius et al. (2022), destacam a relevância da falha muscular, particularmente em programas tanto para alta quanto para baixa intensidade. A divergência entre os achados pode ser atribuída a variações nas populações estudadas, nas metodologias de treinamento e nas medições de resultados.

Lacerda et al. (2021) investigaram o treinamento resistido com diferentes durações de repetições até a falha. Embora não tenham se concentrado especificamente na comparação com o treinamento sem ir até a falha em relação à hipertrofia e força, eles observaram a influência da duração das repetições. Teodoro et al. (2019) realizaram um estudo em homens idosos e compararam treinamento concêntrico até a falha com treinamento sem falha. Não encontraram diferenças significativas em relação à hipertrofia e força, indicando que, em populações mais velhas, a falha muscular pode não ser um fator crítico.

Ambos os estudos destacam a complexidade da influência da falha muscular, mas abordam diferentes aspectos. Lacerda et al. exploram a duração das repetições, enquanto Teodoro et al. se concentram na população de idosos. Isso sugere que a relevância da falha muscular pode variar de acordo com a população estudada e o contexto do treinamento.

Lacerda et al. (2020) questionam se a realização de repetições até a falha é menos importante do que o volume total para a hipertrofia e força. Os resultados sugerem que o volume pode ser mais relevante do que a falha muscular em programas de treinamento de alta intensidade. Nóbrega et al. (2022) examinaram os efeitos de diferentes modelos de progressão de carga sobre a hipertrofia muscular, mesmo sem se concentrar especificamente na falha muscular. Isso indica que a progressão de volume é um fator importante na promoção da hipertrofia. Ambos os estudos enfatizam a importância do volume no treinamento resistido.

Lacerda et al. (2020) destacam que o volume pode superar a importância da falha muscular em programas de alta intensidade, enquanto Nóbrega et al. realçam a progressão de carga como um fator crucial na hipertrofia. Isso sugere que a progressão de volume e intensidade é uma consideração central na eficácia do treinamento resistido, independentemente da abordagem de falha muscular.

Em resumo, a diversidade de conclusões nos estudos confrontados destaca a complexidade da influência da falha muscular no treinamento resistido. Essas diferenças podem ser atribuídas a uma série de variáveis, como intensidade, população estudada e metodologia de treinamento. Portanto, a decisão de incorporar a falha muscular em um programa de treinamento deve ser feita considerando cuidadosamente o contexto e as metas individuais do praticante, levando em conta os insights fornecidos por esses estudos.

4. Conclusão

Em conclusão, esta revisão apresenta análises abrangentes dos efeitos da falha muscular concêntrica no treinamento resistido, considerando variações na intensidade de alta a baixa. A importância dada as respostas musculares de hipertrofia com a falha muscular parecem variar de acordo com a progressão de intensidade do treinamento e vice-versa e ainda, o perfil da população estudada. Portanto, a decisão de incorporar a falha muscular em programas de treinamento deve ser feita com base nas metas individuais e perfil dos participantes do programa, considerando cuidadosamente o contexto, nível de treinamento x intensidade x padrão de falha. Deste modo sugere-se; que mais estudos sejam realizados preferencialmente variando os desenhos metodológicos sobrepondo aos já aplicadas anteriormente, podendo-se assim vislumbrar de forma clara os aspectos relevantes específicos da real influência da falha muscular concêntrica máxima ou parcial sobre a resposta a hipertrofia em praticantes de exercício resistido.

Referências

- De Souza, E. O., Tricoli, V., Rauch, J., Alvarez, M. R., Laurentino, G., Aihara, A. Y., & Ugrinowitsch, C. (2018). Different patterns in muscular strength and hypertrophy adaptations in untrained individuals undergoing nonperiodized and periodized strength regimens. *The Journal of strength & conditioning research*, 32(5), 1238-1244. https://journals.lww.com/nsca-jscr/fulltext/2018/05000/different_patterns_in_muscular_strength_and.7.aspx
- Del Vecchio, A., Casolo, A., Negro, F., Scorcelletti, M., Bazzucchi, I., Enoka, R., & Farina, D. (2019). The increase in muscle force after 4 weeks of strength training is mediated by adaptations in motor unit recruitment and rate coding. *The Journal of physiology*, 597(7), 1873-1887. https://physoc.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1113/JP277250?casa_token=n0mMFL9HWmkAAAAA:vP-G293zhO3vdPU--yo0i7hISLupy36ExC-cJmaxH89eHAq1_vxw2ZxKXC8wWglWfNZNoic46TQv0QXb
- Donato, H., & Donato, M. (2019). Etapas na condução de uma revisão sistemática. *Acta Médica Portuguesa*, 32(3), 227-235. <https://sponet.de/Record/4027542>
- Evans, J. W. (2019). Periodized resistance training for enhancing skeletal muscle hypertrophy and strength: A mini-review. *Frontiers in physiology*, 10, 13. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2019.00013/full>
- Fleck, S. J., & Kraemer, W. J. (2017). *Fundamentos do treinamento de força muscular*. Artmed Editora. https://pure.solent.ac.uk/ws/files/10205168/ms_2011_03_08_Fisher.pdf
- Fonseca, F. S., Costa, B. D. D. V., Ferreira, M. E. C., Paes, S., de Lima-Junior, D., Kassiano, W., ... & Fortes, L. S. (2020). Acute effects of equated volume-load resistance training leading to muscular failure versus non-failure on neuromuscular performance. *Journal of Exercise Science & Fitness*, https://www.academia.edu/83987944/Acute_effects_of_equated_volume_load_resistance_training_leading_to_muscular_failure_versus_non_failure_on_neuromuscular_performance
- Henneman, E., Somjen, G., & Carpenter, D. O. (1965). Functional significance of cell size in spinal motoneurons. *Journal of neurophysiology*, 28(3), 560-580. <https://journals.physiology.org/doi/abs/10.1152/jn.1965.28.3.560>
- Lacerda, L. T., Marra-Lopes, R. O., Diniz, R. C., Lima, F. V., Rodrigues, S. A., Martins-Costa, H. C., & Chagas, M. H. (2020). Is performing repetitions to failure less important than volume for muscle hypertrophy and strength? *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(5), 1237-1248. <http://www.eeffto.ufmg.br/effto/DATA/UserFiles/files/Muscle%20failure%20JSCR%202019.pdf>
- Lacerda, L. T., Marra-Lopes, R. O., Lanza, M. B., Diniz, R. C. R., Lima, F. V., Martins-Costa, H. C., & Chagas, M. H. (2021). Resistance training with different repetition duration to failure: effect on hypertrophy, strength and muscle activation. *PeerJ*, 9, e10909. <https://peerj.com/articles/10909/>
- Lasevicus, T., Ugrinowitsch, C., Schoenfeld, B. J., Roschel, H., Tavares, L. D., De Souza, E. O., & Tricoli, V. (2018). Effects of different intensities of resistance training with equated volume load on muscle strength and hypertrophy. *European journal of sport science*, 18(6), 772-780. <https://www.semanticscholar.org/paper/Effects-of-different-intensities-of-resistance-with-Lasevicus-Ugrinowitsch/d6c26f752ac8bf52a2ec765d594661a118483bd1>
- Lasevicus, T., Schoenfeld, B. J., Silva-Batista, C., de Souza Barros, T., Aihara, A. Y., Brendon, H., & Teixeira, E. L. (2022). Muscle failure promotes greater muscle hypertrophy in low-load but not in high-load resistance training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 36(2), 346-351. https://journals.lww.com/nsca-jscr/Abstract/2022/02000/Muscle_Failure_Promotes_Greater_Muscle_Hypertrophy.8.aspx
- Looney, D. P., Kraemer, W. J., Joseph, M. F., Comstock, B. A., Denegar, C. R., Flanagan, S. D., & Maresch, C. M. (2016). Electromyographical and perceptual responses to different resistance intensities in a squat protocol: does performing sets to failure with light loads produce the same activity? *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(3), 792-799. <https://europepmc.org/article/med/26270694>
- Marshall, N. J., Glaser, J. I., Trautmann, E. M., Amematsro, E. A., Perkins, S. M., Shadlen, M. N., & Churchland, M. M. (2022). Flexible neural control of motor units. *Nature neuroscience*, 25(11), 1492-1504. <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.05.05.442653v1.full>
- Martens, M. L., Brones, F., & de Carvalho, M. M. (2013). Lacunas e tendências na literatura de sustentabilidade no gerenciamento de projetos: uma revisão sistemática mesclando bibliometria e análise de conteúdo. *Gestão e Projetos: GeP*, 4(1), 165-195. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5078073>
- Martorelli, S., Cadore, E. L., Izquierdo, M., Celes, R., Martorelli, A., Cleto, V. A., & Bottaro, M. (2017). Strength training with repetitions to failure does not provide additional strength and muscle hypertrophy gains in young women. *European journal of translational myology*, 27(2). <https://www.pagepressjournals.org/index.php/bam/article/view/6339>
- Nóbrega, S. R., Scarpelli, M. C., Barcelos, C., Chaves, T. S., & Libardi, C. A. (2022). Muscle hypertrophy is affected by volume load progression models. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. https://journals.lww.com/nsca-jscr/fulltext/2022/04000/muscle_hypertrophy_response_is_affected_by.40.aspx
- Prestes, J., Foschini, D., Marchetti, P., Charro, M., & Tibana, R. (2016). *Prescrição e periodização do treinamento de força em academias (2a edição revisada e atualizada)*. Editora Manole. <https://www.fea.br/wp-content/uploads/2021/06/Livro-Jonato-Treinamento-de-forc%CC%A7a-em-academias.pdf>
- Ralston, G. W., Kilgore, L., Wyatt, F. B., Buchan, D., & Baker, J. S. (2018). Weekly training frequency effects on strength gain: a meta-analysis. *Sports medicine-open*, 4, 1-24. <https://d-nb.info/1168535794/34>
- Refalo, M. C., Helms, E. R., Hamilton, D. L., & Fyfe, J. J. (2022). Towards an improved understanding of proximity-to-failure in resistance training and its influence on skeletal muscle hypertrophy, neuromuscular fatigue, muscle damage, and perceived discomfort: A scoping review. *Journal of Sports Sciences*, 40(12), 1369-1391. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02640414.2022.2080165?scroll=top&needAccess=true>
- Rooney, K. J., Herbert, R. D., & Balnave, R. J. (1994). Fatigue contributes to the strength training stimulus. *Medicine and science in sports and exercise*, 26(9), 1160-1164. <https://europepmc.org/article/med/7808251>
- Santos, C. M. D. C., Pimenta, C. A. D. M., & Nobre, M. R. C. (2007). A estratégia PICO para a construção da pergunta de pesquisa e busca de evidências. *Revista latino-americana de enfermagem*, 15, 508-511. <https://www.scielo.br/j/rlae/a/CfKNnz8mvSqVjZ37Z77pFsy/?lang=pt>

- Santos, M. F. D. (2017). *Inteligência praxis: estudo sobre o uso das tecnologias de informação para a gestão da análise do conteúdo de texto* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo). <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74134/tde-27042017-094326/pt-br.php>
- Schoenfeld, B., Fisher, J., Grgic, J., Haun, C., Helms, E., Phillips, S., & Vigotsky, A. (2021). Resistance training recommendations to maximize muscle hypertrophy in an athletic population: Position stand of the IUSCA. *International Journal of Strength and Conditioning*, 1(1). <https://journal.iusca.org/index.php/Journal/article/view/81>
- Schoenfeld, B. J., Contreras, B., Krieger, J., Grgic, J., Delcastillo, K., Belliard, R., & Alto, A. (2019). Resistance training volume enhances muscle hypertrophy but not strength in trained men. *Medicine and science in sports and exercise*, 51(1), 94. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6303131/>
- Schoenfeld, B. J., & Grgic, J. (2019). Does training to failure maximize muscle hypertrophy? *Strength & Conditioning Journal*, 41(5), 108-113. https://journals.lww.com/nsca-scj/abstract/2019/10000/does_training_to_failure_maximize_muscle.14.aspx
- Schoenfeld, B. J., Grgic, J., & Krieger, J. (2019). How many times per week should a muscle be trained to maximize muscle hypertrophy? A systematic review and meta-analysis of studies examining the effects of resistance training frequency. *Journal of sports sciences*, 37(11), 1286-1295. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02640414.2018.1555906>
- Teodoro, J. L., da Silva, L. X. N., Fritsch, C. G., Baroni, B. M., Grazioli, R., Boeno, F. P., ... & Cadore, E. L. (2019). Concurrent training performed with and without repetitions to failure in older men: A randomized clinical trial. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 29(8), 1141-1152. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/sms.13451>
- Vieira, A. F., Umpierre, D., Teodoro, J. L., Lisboa, S. C., Baroni, B. M., Izquierdo, M., & Cadore, E. L. (2021). Effects of resistance training performed to failure or not to failure on muscle strength, hypertrophy, and power output: a systematic review with meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 35(4), 1165-1175. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9068575/>
- Vieira, J. G., Sardeli, A. V., Dias, M. R., Filho, J. E., Campos, Y., Sant'Ana, L., & Vianna, J. (2022). Effects of resistance training to muscle failure on acute fatigue: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 1-23. <https://link.springer.com/article/10.1007/s40279-021-01602-x>
- Zambrano, H., Torres, X., Coleman, M., Franchi, M. V., Fisher, J. P., Oberlin, D., & Schoenfeld, B. J. (2023). Myoelectric activity during electromagnetic resistance alone and in combination with variable resistance or eccentric overload. *Scientific reports*, 13(1), 8212. <https://www.nature.com/articles/s41598-023-35424-w>