



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UNB  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA – FEF

EFEITOS DO TREINAMENTO RESISTIDO REALIZADO ATÉ A FALHA  
OU NÃO FALHA NA HIPERTROFIA E FORÇA MUSCULAR.

Brasília  
2021

WANDERSON DE SOUSA MOREIRA

**EFEITOS DO TREINAMENTO RESISTIDO REALIZADO ATÉ A FALHA  
OU NÃO FALHA NA HIPERTROFIA E FORÇA MUSCULAR**

Trabalho de conclusão de curso,  
apresentado na Universidade de Brasília,  
como parte das exigências para a  
obtenção do título de bacharelado em  
Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo de Araújo  
Bezerra.

Brasília  
2021

WANDERSON DE SOUSA MOREIRA

**EFEITOS DO TREINAMENTO RESISTIDO REALIZADO ATÉ A FALHA  
OU NÃO FALHA NA HIPERTROFIA E FORÇA MUSCULAR**

Trabalho de conclusão de curso,  
apresentado na Universidade de Brasília,  
como parte das exigências para a  
obtenção do título de bacharelado em  
Educação Física.

Brasília, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2021.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Ricardo de Araújo Bezerra

---

Prof. (Nome do professor avaliador)  
Afiliações

---

Prof. (Nome do professor avaliador)  
Afiliações

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

A esta universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a melhor experiência possível em todos os dias que frequentei a faculdade de Educação Física.

Ao meu orientador Ricardo Bezerra, pelo suporte, pelas suas correções e principalmente por sempre incentivar a produção de um trabalho realmente MEU.

Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

A minha noiva, pelo incentivo, amor e parceria.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

*“Nada no mundo se compara à persistência. Nem o talento; não há nada mais comum do que homens malsucedidos e com talento. Nem a genialidade; a existência de gênios não recompensados é quase um provérbio. Nem a educação; o mundo está cheio de negligenciados educados. A persistência e determinação são, por si só, onipotentes. O slogan "não desista" já salvou e sempre salvará os problemas da raça humana.”*

*(Calvin Coolidge)*

## RESUMO

Ainda não está claro se as repetições até a falha muscular concêntrica levam a uma força e hipertrofia muscular superior durante o treino resistido comparativamente a um treino sem falha muscular. O treinamento até a falha pode fornecer o estímulo necessário para aumentar a força e hipertrofia muscular. No entanto, argumenta-se que o treinamento sem falha leva a aumentos semelhantes sem a necessidade de altos níveis de desconforto, que estão associados ao treinamento com falha. OBJETIVO: o objetivo do presente trabalho é realizar uma revisão bibliográfica acerca dos efeitos do treinamento resistido realizado até a falha ou não falha na força e hipertrofia muscular. MATERIAL E MÉTODOS: foi feita uma pesquisa com os descritores “efeitos de falha e não falha, treinamento de resistência, treinamento de força, falha de repetição, falha, repetição máxima com e sem falha” nas bases de dados PubMed e Google Acadêmico. Foi realizada uma leitura dos títulos e resumos dos artigos listados e foram selecionados, a critério do pesquisador, aqueles considerados mais relevantes. Os critérios de inclusão foram: datarem de publicação do ano de 2010 em diante; relatarem sobre o treinamento resistido quanto à falha, não falha e comparação entre ambos. RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os resultados dessa revisão, em sua maioria, sugerem que o treinamento sem falha muscular pode produzir ganhos semelhantes em força e hipertrofia quando comparado ao treinamento resistido (TR) até a falha. Alguns fatores podem ter influência sobre os resultados como: volume de treino equalizado ou não, tipo de exercícios, sexo dos participantes ou metodologia de treino. CONCLUSÕES: Os resultados do presente trabalho sugerem que o treinamento até a falha ou não falha muscular pode produzir aumentos semelhantes na força e hipertrofia muscular. Ainda, quando o volume não foi equalizado, houve favorecimento de treinamento sem falha em ganhos de força, bem como favorecimento de treinamento até a falha para hipertrofia em indivíduos treinados em treinamento resistido. Mais estudos devem ser realizados entre adultos mais velhos e indivíduos altamente treinados, a fim de melhorar a generalização desses achados.

Palavras chave: treinamento resistido, hipertrofia, força muscular.

## **ABSTRACT**

It is still unclear whether repetitions to concentric muscle failure lead to superior muscle strength and hypertrophy during resistance training compared to training without muscle failure. Training to failure can provide the stimulus needed to increase strength and muscle hypertrophy. However, it is argued that training without failure leads to similar increases without the need for the high levels of discomfort that are associated with training with failure. **PURPOSE:** the aim of this study is to perform a literature review on the effects of resistance training performed until failure or non-failure in strength and muscle hypertrophy. **MATERIAL AND METHODS:** a search was carried out with the descriptors “effects of failure and non-failure, resistance training, strength training, repetition failure, failure, maximum repetition with and without failure” in the PubMed and Google Scholar databases. The titles and abstracts of the listed articles were read and, at the researcher's discretion, those considered most relevant were selected. The inclusion criteria were: publication dating from the year 2010 onwards; report on resistance training regarding failure, non-failure and comparison between them. **RESULTS AND DISCUSSION:** The results of this review, for the most part, suggests that training without muscle failure can produce similar gains in strength and hypertrophy when compared to resistance training (RT) until failure. Some factors can influence the results, such as: training volume equalized or not, type of exercises, gender of the participants or training methodology. **CONCLUSIONS:** The results of the present study suggest that training to muscle failure or non-failure can produce similar increases in strength and muscle hypertrophy. Still, when the volume was not equalized, there was favoring training without failure in strength gains, as well as favoring training to failure for hypertrophy in individuals trained in resistance training. More studies should be carried out among older adults and highly trained individuals in order to improve the generalization of these findings.

**Keywords:** resistance training, hypertrophy, muscle strength.

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	9
2.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	10
3.	RESULTADOS .....	11
4.	DISCUSSÃO.....	14
4.1	<i>Força Muscular</i> .....	14
4.2	<i>Hipertrofia muscular</i> .....	16
5.	CONCLUSÃO .....	17
	REFERÊNCIAS .....	19

## 1. INTRODUÇÃO

O treinamento resistido (TR) aumenta a força muscular e área de secção transversal do músculo (Aagaard et. al, 2001; ACSM, 2009), sendo as principais repercussões almejadas por pessoas que frequentam uma sala de musculação. Tais benefícios são importantes para diversas modalidades esportivas ou até para a manutenção da saúde geral de diversos grupos de indivíduos.

Durante a execução de uma série de TR, de acordo com o princípio do tamanho de Henneman, as unidades motoras são recrutadas de maneira ordenada (Henneman, 1965). Este princípio dita que, conforme a exigência de produção de força aumenta, as unidades motoras são recrutadas de acordo com a magnitude de sua produção de força, com unidades motoras de baixo limiar sendo recrutadas antes de unidades de alto limiar.

Teoricamente, em um conjunto de exercícios ou séries de TR usando cargas leves (<60%) ou moderadas (60-70% 1RM), unidades motoras de baixo limiar associadas a fibras musculares tipo I são inicialmente recrutadas para levantar a carga. Quando essas unidades motoras de baixo limiar começam a se fadigar, ocorre 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, 2013). Portanto, considerando esse princípio, a execução de séries de TR até a falha concêntrica (ou seja, a incapacidade de realizar mais uma repetição na série em questão) seria necessária para o recrutamento do máximo de unidades motoras possível.

Dada a hipótese de que o TR realizado até a falha é importante para gerar adaptações positivas, vários estudos examinaram os efeitos do TR realizado até a falha comparativamente à não falha (Vieira et. al, 2019; Carroll et. al, 2019). No entanto, os procedimentos detalhados desses estudos evidenciam descobertas inconsistentes. Por exemplo, alguns relatam que o treinamento resistido realizado até a falha concêntrica muscular é necessário para maximizar as adaptações na força e hipertrofia muscular (Drinkwater et. al, 2005; Schoenfeld et. al, 2015). Outros estudos, porém, sugerem que ambas as opções de treinamento (ou seja, treinar ou não para falha muscular) podem produzir melhorias com relação a força e hipertrofia (Martorelli et. al, 2017; Nobrega et. al, 2018; Sampson et. al, 2016). Alguns estudos indicam que o treinamento até a falha tem um efeito prejudicial (Carroll et. al, 2019;

Carroll et. al, 2018). O bojo de evidências com conclusões inconsistentes dificulta as recomendações práticas para o desenvolvimento de programa de treinamento individualizados.

A partir do exposto, percebe-se a necessidade de aprofundamento dos tópicos que norteiam as orientações do treinamento realizado até a falha ou não. Nesse sentido, é esperado que seja possível sanar algumas questões sobre os efeitos de ambos os tipos de treinamento. Portanto, o objetivo desse trabalho é realizar uma revisão bibliográfica acerca dos efeitos do treinamento resistido realizado até a falha ou não falha na força e hipertrofia muscular.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

O tipo de estudo a ser realizado no presente trabalho foi uma revisão bibliográfica sobre os efeitos do treinamento resistido realizado até a falha ou não falha na força e hipertrofia muscular.

A pesquisa foi realizada utilizando as bases de dados PubMed e Google Acadêmico. A estratégia de pesquisa combinará os descritores “efeitos de falha e não falha, treinamento de resistência, treinamento de força, falha de repetição, falha, repetição máxima com e sem falha” todos os termos em inglês e português.

Foi realizada uma leitura dos títulos e resumos dos artigos listados e serão selecionados, a critério do pesquisador, aqueles considerados mais relevantes. Além disso, foram utilizados alguns artigos listados nas referências dos artigos selecionados.

A inclusão dos artigos seguiu os seguintes critérios: datarem de publicação do ano de 2010 em diante; relatarem sobre o treinamento resistido quanto à falha, não falha e comparação entre ambos. Foram excluídos estudos que tratam do tema relacionado a grupos especiais ou não tratarem das repercussões da falha ou não falha com foco na força ou hipertrofia.

### 3. RESULTADOS

A pesquisa nas bases de dados resultou em 396 referências. Desta listagem, 8 artigos foram selecionados a critério do pesquisador. Das referências desses artigos escolhidos, foram selecionados outros 6 estudos, totalizando 14 trabalhos. Destes, 12 foram estudos experimentais e 2 foram revisões sistemáticas que abarcam alguns dos estudos apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Onze estudos (Fisher et. al 2016; Izquierdo-Gabarren et. al, 2010; Karsten et. al, 2019; Lacerda et. al, 2020; Lasevicius et. al, 2019; Martorelli et. al, 2017; Nobrega et. al, 2018; Pareja-Blanco et. al, 2017; Sampson et. al, 2016; Santanielo et. al, 2020 Vieira et. al, 2019) exploraram os efeitos do treinamento até a falha ou não falha na força muscular (Tabela 2). Todos os participantes dos estudos eram jovens adultos. Os tamanhos das amostras variaram de 9 a 89 participantes. Cinco estudos incluíram participantes treinados em treinamento resistido (TR), enquanto os outros foram realizados em indivíduos não treinados (Tabela 1). A duração dos programas de treinamento variou de 6 a 14 semanas. A frequência de treinamento variou de 2 a 3 dias por semana. A força muscular era mais comumente avaliada pelo teste de 1 repetição máxima (1RM). Outros testes de força incluíram o 6RM e 10RM, bem como testes de força isométrica ou isocinética em, por exemplo, extensões de joelho ou flexões de cotovelo.

Nove estudos (Carroll et. al, 2019; Karsten et. al, 2019; Lacerda et. al, 2020; Lasevicius et. al, 2019; Martorelli et. al, 2017; Nobrega et. al, 2018; Pareja-Blanco et. al, 2017; Sampson et. al, 2016; Santanielo et. al, 2020) exploraram os efeitos do treinamento até a falha ou não falha na hipertrofia e também estão apresentados na tabela 2. Todos os participantes dos estudos eram jovens adultos. Os tamanhos das amostras variaram de 10 a 89 participantes. Quatro estudos envolveram participantes treinados em TR, enquanto os outros empregaram indivíduos não treinados como participantes do estudo (Tabela 1). Os programas de TR duraram entre 6 e 14 semanas com uma frequência de treinamento de 2 a 3 dias por semana. A hipertrofia foi avaliada, a partir de ressonância magnética ou ultrassom, pelas mudanças na área de secção transversa ou espessura do músculo quadríceps. Alguns estudos avaliaram locais alternativos para a espessura do músculo, como os músculos flexores do cotovelo ou a parte anterior do deltóide. Um estudo também avaliou alterações de área nas fibras musculares do Tipo I e do Tipo II.

TABELA 1 – Número de participantes e suas características.

<b><i>Estudo</i></b>	<b><i>Sujeitos</i></b>	<b><i>Sexo (M/F)</i></b>	<b><i>Status de Treinamento</i></b>
<b>Santanielo et al. (2020)</b>	18 jovens	M	Treinados
<b>Karsten et al. (2019)</b>	18 jovens	M	Treinados
<b>Lacerda et al. (2020)</b>	10 jovens	M	Destreinados
<b>Lasevicius et al. (2019)</b>	25 jovens	M	Destreinados
<b>Martorelli et al. (2017)</b>	89 jovens	F	Destreinadas
<b>Nobrega et al. (2018)</b>	27 jovens	M	Destreinados
<b>Pareja-Blanco et al. (2017)</b>	22 jovens	M	Treinados
<b>Sampson et al. (2016)</b>	28 Jovens	M	Destreinados
<b>Vieira et al. (2019)</b>	14 jovens	M	Treinados
<b>Izquierdo-Gabarren et al. (2010)</b>	29 jovens	M	Treinados
<b>Fisher et al. (2016)</b>	9 jovens	M	Destreinados
<b>Carroll et al. (2019)</b>	18 jovens	M	Treinados

TABELA 2 – Resumo dos estudos incluídos na revisão.

<b>Estudo</b>	<b>Grupo</b>	<b>Protocolo de Treino</b>	<b>Volume Controlado entre Grupos</b>	<b>Duração dos Treinos e Frequência Semanal</b>	<b>Testes Realizados</b>	<b>Principais Resultados Encontrados</b>
<b>Santanielo et al. (2020)</b>	Falha: 75% 1RM	Séries calculadas com base no treinamento prévio dos participantes + 20%, com repetições até a falha	Não	10 semanas, 2x semanais	1 RM unilateral leg press e extensão de perna, AST do VL, comprimento do fascículo e ângulo de penação.	SDS entre GF e GNF para força e hipertrofia.
	Não Falha: 75% 1RM	Séries calculadas com base no treinamento prévio dos participantes + 20%, com repetições sem falha				
<b>Karsten et al. (2019)</b>	Falha: 75% 1RM	4 séries x 10 repetições	Sim	6 semanas, 2x semanais	1RM supino e agachamento, espessura muscular do vasto medial, flexores do cotovelo e deltoide anterior	Melhores resultados para GF na espessura do vasto medial e 1RM no supino. GNF melhor em 1RM agachamento e espessura do deltoide anterior.
	Não Falha: 75% 1RM	8 séries x 5 repetições				
<b>Lacerda et al. (2020)</b>	Falha: 50-60% 1RM	3-4 séries até a falha	Sim	14 semanas, 2-3x semanais	1RM e isometria dos extensores do joelho, AST do reto femoral e VL	SDS entre GF e GNF em força e hipertrofia em quase todas as variáveis. Hipertrofia do VL melhor para GF.
	Não Falha: 50-60% 1RM	Total de repetições do grupo de falha foi dividido em várias séries sem falha				
<b>Lasevicius et al. (2019)</b>	Falha: 80% 1RM	3 séries até a falha	Sim	8 semanas, 2x semanais	1RM extensão de joelho, AST do quadriceps	SDS entre GF e GNF para força. SDS entre grupos para hipertrofia se utilizado alta carga (80% 1RM).
	Não Falha: 80% 1RM	60% do número de repetições do grupo com falha foi usado por série. Séries adicionais foram adicionadas para equalizar o volume.				
<b>Martorelli et al. (2017)</b>	Falha: 70% 1RM	3 séries até a falha	Sim/Não	10 semanas, 2x semanais	1RM e avaliação isocinética dos flexores do cotovelo, espessura muscular dos flexores do cotovelo	Vantagem para GNF no pico de torque. SDS entre GF e GNF para força e hipertrofia.
	Não Falha: 70% 1RM	4 séries x 7 repetições				
	Não falha-volume não equalizado: 70% 1RM	3 séries x 7 repetições				
<b>Nobrega et al. (2018)</b>	Falha: 80% 1RM	3 séries até a falha	Sim	12 semanas, 3x semanais	1RM extensão de joelho, AST vasto lateral	SDS entre GF e GNF para força e hipertrofia.
	Não Falha: 80% 1RM	3 séries (1 a 3 repetições em reserva)				
<b>Pareja-Blanco et al. (2017)</b>	Falha: 70-85% 1RM	Perda de velocidade de execução de 40%	Não	8 semanas, 2x semanais	1RM agachamento, AST quadriceps e tipo de fibra muscular	SDS entre GF e GNF para força. Vantagem para GNF para CMJ. Vantagem para GF para hipertrofia do VL
	Não Falha: 70-85% 1RM	Perda de velocidade de execução de 20%				
<b>Sampson et al. (2016)</b>	Falha: 85% 1RM	4 séries x 6 repetições	Não	12 semanas, 3x semanais	1RM e força isométrica da flexão de cotovelo, AST dos flexores do cotovelo	SDS entre GF e GNF para força e hipertrofia.
	Não Falha: 85% 1RM	4 séries x 4 repetições				
<b>Vieira et al. (2019)</b>	Falha: 10RM	3 séries x 10 repetições	Sim	8 semanas, 3x semanais	1RM supino e leg press, 10 RM supino, leg press, remada sentado e agachamento na máquina	SDS entre GF e GNF para força.
	Não Falha: 90% da carga do GF	3 séries x 10 repetições com 90% da carga do grupo com falha				
<b>Izquierdo-Gabarrén et al. (2010)</b>	Falha: 75-92% 1RM	3-4 séries x 4-10 repetições	Não	7 semanas, 2x semanais	1RM supino	Resultados superiores para força no GNF.
	Não Falha: 75-92% 1RM	3-4 séries x 2-5 repetições				
<b>Fisher et al. (2016)</b>	Falha: 80% torque máximo	25 repetições no menor número de séries	Sim	6 semanas, 2x semanais	Isometria de flexão e extensão de joelho	SDS entre GF e GNF para força.
	Não Falha: 80% torque máximo	5 séries x 5 repetições				
<b>Carroll et al. (2019)</b>	Falha: % submáximo calculado dentro de uma zona de RMs	3 séries x 4-6 repetições	Sim	10 semanas, 3x semanais	AST do vasto lateral	Resultados superiores para hipertrofia no GNF.
	Não Falha: % máximo calculado dentro de uma zona de RMs	3 séries x 5 repetições				

Abreviações: SDS= sem diferença significativa entre grupos, GF= grupo falha, GNF= grupo não falha, VL= vasto lateral, RM= repetição máxima, AST= área de secção transversa, CMJ= salto com contramovimento.

Além dos estudos apresentados nas tabelas, duas revisões sistemáticas com metanálise também trouxeram resultados relevantes. Davies et. al (2015), avaliando os efeitos do TR com ou sem falha apenas na força muscular, demonstram que aumentos semelhantes podem ser alcançados com falha em comparação com o TR sem falha. Volume de treinamento, experiência em TR e tipo de exercício influenciam nas vantagens de se treinar até a falha ou não. No entanto, os resultados gerais tendem a sugerir que, apesar de alto níveis de desconforto e esforço físico após o treinamento com falha, o TR sem falha leva a ganhos semelhantes em força muscular.

Já a metanálise de Grgic et. al (2021) avaliou os efeitos do TR com ou sem falha na força e hipertrofia muscular. Os resultados desta revisão sugerem que o treinamento com ou sem falha muscular pode produzir aumentos semelhantes na força e tamanho do músculo. Esse achado geralmente permaneceu consistente em análises de subgrupos que estratificaram os estudos de acordo com a região do corpo, seleção de exercício ou desenho do estudo. Ainda, quando o volume de treino não foi controlado, houve favorecimento de treinamento sem falha em ganhos de força, bem como favorecimento de treinamento até a falha para hipertrofia em indivíduos treinados em TR.

## **4. DISCUSSÃO**

Os resultados dessa revisão, em sua maioria, sugerem que o treinamento sem falha muscular pode produzir ganhos semelhantes em força e hipertrofia quando comparado ao treinamento resistido (TR) até a falha. Alguns fatores podem ter influência sobre os resultados como: volume de treino equalizado ou não, tipo de exercícios, sexo dos participantes, tempo de intervenção ou metodologia de treino.

### ***4.1 Força Muscular***

Em 2009, o American College of Sports Medicine publicou uma posição sobre a prescrição de TR para adultos saudáveis. Embora o treinamento até a falha muscular seja brevemente mencionado, não há qualquer recomendação direta em relação a esta variável de treinamento para o desenvolvimento de força. Alguns críticos dessa posição (Fisher et. al, 2011; Fisher et. al, 2013) defendem que indivíduos que buscam melhorar a força deveriam realizar repetições até a falha muscular com base na premissa de que este método de treinamento é ideal para

maximizar os ganhos de força. Entretanto, os achados da maior parte dos estudos envolvidos nesta revisão não corroboram com essa narrativa, sugerindo que não há diferenças significativas entre os dois tipos de treinamento para força.

Um ponto importante a ser ressaltado é o maior volume de treino realizado em estudos que não equalizaram essa variável, demonstrando que o maior volume de treinamento pode não ser tão decisivo para os ganhos de força, já que os grupos de não falha realizaram menos repetições e mantiveram ganhos de força similares aos grupos de falha.

Uma explicação do motivo pelo qual a força é melhor exercitada mesmo alcançando menor volume é pelo acúmulo de fadiga no decorrer da série. É sabido que a força, velocidade e potência diminuem gradualmente à medida que o número de repetições aumenta durante uma série realizada até a falha, o que é provável que prejudique a capacidade de máxima produção de força ou taxa máxima de desenvolvimento de força, e pode aumentar o tempo necessário para a recuperação após o treinamento (Pareja-Blanco et. al, 2016).

O trabalho de Pareja-Blanco et. al (2016) verificou a ocorrência de falha ou não falha de uma maneira diferente: decréscimo de velocidade de execução durante a série. O grupo falha foi definido quando a velocidade de repetições durante a série alcançasse um decréscimo de 40% enquanto o grupo não falha, somente 20%. Foi observado que mesmo realizando somente 60% do volume de treino obtido pelo grupo falha, o grupo não falha alcançou resultados de desenvolvimento de força semelhantes. O motivo provável é que quando há perdas de velocidade baixas ou moderadas nas repetições (~20%), forças mais altas e velocidades maiores serão alcançadas durante o treinamento, enquanto a fadiga é minimizada. É por essas razões que a configuração de um certo limite de perda de velocidade nas repetições durante o TR foi proposta como uma estratégia para evitar séries desnecessariamente lentas e fatigantes que podem resultar em um maior grau de hipertrofia muscular, no caso do estudo, mas pode ser contraproducente para a obtenção de adaptações de produção de força exigidas por muitos esportes e disciplinas atléticas (Pareja-Blanco et. al, 2016).

O tipo de exercício também parece ser um fator relevante a ser considerado. Na metanálise de Davies et. al (2015) foi evidenciado que exercícios resistidos compostos, mostraram maiores ganhos de força após o treinamento sem falha em

comparação com o treinamento com falha. Uma explicação para este resultado poderia estar relacionada ao aumento da demanda energética na realização de exercícios compostos em comparação com exercícios isolados. Exercícios compostos colocam maior estresse no sistema neuromuscular por causa dos maiores grupos musculares que são estimulados e, portanto, cargas maiores são levantadas. Os resultados do presente trabalho, porém, mostram apenas 3 estudos (Karsten et al. 2019; Martorelli et al. 2017; Izquierdo-Gabarren et al. 2010) com diferenças significativas a favor do grupo não falha para força, sendo 2 deles (Karsten et al. 2019; Izquierdo-Gabarren et al. 2010) com exercícios compostos.

Os resultados do presente trabalho concordam com os achados da metanálise de Grgic et. al (2021) sugerindo que, com base nas evidências atuais, o treinamento até falha muscular não é necessário para aumentos na força. No entanto, o treinamento desta maneira não parece ter efeitos prejudiciais sobre tais adaptações, sugerindo que a escolha do treinamento até a falha vs. não-falha pode se basear apenas na preferência pessoal dentro de uma periodização.

#### *4.2 Hipertrofia muscular*

Apenas quatro estudos do presente trabalho mostraram diferenças significativas na hipertrofia a depender do tipo de treinamento (Carroll et al. 2019; Karsten et al. 2019; Lacerda et al. 2020; Pareja-Blanco et al. 2017), com três trabalhos mostrando superioridade do treinamento até a falha apenas para a espessura do vasto medial e lateral (Karsten et al. 2019; Lacerda et al. 2020; Pareja-Blanco et al. 2017).

Os resultados para hipertrofia, em sua maioria, sugerem que aumentos semelhantes no tamanho do músculo podem ser alcançados independentemente se o treinamento é realizado ou não até a falha muscular. Isso significa que, com base no corpo atual da literatura, treinar para falha muscular não parece ser necessário para aumentar o tamanho do músculo. No entanto, devemos novamente destacar que o treinamento até a falha muscular não parece produzir, qualquer efeito prejudicial na hipertrofia muscular. Esses dados corroboram com os achados da recente metanálise de Grgic et. al (2021).

A análise de subgrupo realizada na metanálise de Grgic et. al (2021) para indivíduos treinados indicaram que, para eles, o treinamento até a falha tinha um efeito significativo na hipertrofia muscular. Na verdade, é concebível que, à medida

que um indivíduo se aproxima de seu teto genético para adaptações musculares, uma maior intensidade de esforço pode ser vantajosa para obter ganhos adicionais. Contudo, esta análise foi limitada pelo pequeno número de estudo incluídos na análise de subgrupo.

Apesar de não haver efeitos prejudiciais de maneira direta na hipertrofia muscular a partir do treinamento até a falha, há evidências que treinar continuamente dessa forma pode aumentar o potencial para overtraining e esgotamento psicológico (Schoenfeld & Grgic, 2019). Esta hipótese foi apoiada por um estudo de Izquierdo et al. (2006), que randomizou membros da equipe de basquete espanhola para realizar 3 séries de 8 exercícios de resistência visando os principais grupos musculares do corpo, seja para falha ou não falha usando 70-80% de 1RM. Os resultados mostraram que treinar até o fracasso debilitou os níveis de repouso de hormônios anabólicos (crescimento semelhante à insulina fator-1 e testosterona), um resultado indicativo de *overreaching* – acúmulo de fadiga - não funcional.

Uma opção interessante abordada por Schoenfeld & Grgic (2019) se o treinamento de falha for usado em um programa, seria fazê-lo pontualmente no decorrer da seção de treino. Não há pesquisas sobre o tópico, mas uma estratégia seria limitar seu uso para a última série de um exercício. Por exemplo, se a falha muscular for incorporada na primeira série de um determinado exercício, é provável que o desempenho (relativo o número total de repetições) seria impedido em séries subsequentes (Santos et. al, 2019). Limitando o uso da falha muscular apenas na última série de um determinado exercício, podemos garantir que o volume suficiente seja alcançado.

## **5. CONCLUSÃO**

Os resultados desta revisão sugerem que o treinamento até a falha ou não falha muscular pode produzir aumentos semelhantes na força e hipertrofia muscular. Esse achado permaneceu consistente em análises de subgrupos das revisões sistemáticas que estratificaram os estudos de acordo com a região do corpo ou seleção de exercício. Ainda, quando o volume não foi equalizado, houve favorecimento de treinamento sem falha em ganhos de força, bem como favorecimento de treinamento até a falha para hipertrofia em indivíduos treinados em

treinamento resistido. Mais estudos devem ser realizados entre adultos mais velhos e indivíduos altamente treinados, a fim de melhorar a generalização desses achados.

## REFERÊNCIAS

- AAGAARD, P, Andersen, JL, Dyhre-Poulsen, P, Leffers, AM, Wagner, A, Magnusson, SP, Halkjaer-Kristensen, J, and Simonsen, EB. A mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: Changes in muscle architecture. *J Physiol* 534: 613–623, 2001.
- ACSM. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 41: 687–708, 2009.
- CARROLL KM, Bernards JR, Bazylar CD, et al. Divergent performance outcomes following resistance training using repetition maximums or relative intensity. *Int J Sports Physiol Perform* 2018;1-28.
- CARROLL, K.M.; Bazylar, C.D.; Bernards, J.R.; Taber, C.B.; Stuart, C.A.; DeWeese, B.H.; Sato, K.; Stone, M.H. Skeletal Muscle Fiber Adaptations Following Resistance Training Using Repetition Maximums or Relative Intensity. *Sports* 2019, 7,169.
- DAVIES, T., Orr, R., Halaki, M., & Hackett, D. (2015). Effect of Training Leading to Repetition Failure on Muscular Strength: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 46(4), 487–502.
- FISHER J, Steele J, Bruce-Low S, Smith D. Evidence-based resistance training recommendations. *Med Sport* 2011;15:147–62.
- FISHER J, Steele J, Smith D. Evidence-based resistance training recommendations for muscular hypertrophy. *Med Sport* 2013;17:217–35.
- GRGIC, Jozo, et al. "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* (2021).
- HENNEMAN E, Somjen G, Carpenter DO. Functional significance of cell size in spinal motoneurons. *J Neurophysiol* 1965;28:560–80.
- JENKINS ND, Housh TJ, Buckner SL, et al. Neuromuscular adaptations after 2 and 4 weeks of 80% versus 30% 1 repetition maximum resistance training to failure. *J Strength Cond Res* 30: 2174–2185, 2016.
- KRAEMER W, Adams K, Cafarelli E, et al. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 34: 364–380, 2002.
- LASEVICIUS T, Ugrinowitsch C, Schoenfeld BJ, et al. Effects of different intensities of resistance training with equated volume load on muscle strength and hypertrophy. *Eur J Sport Science* 18: 772–780, 2018.
- LASEVICIUS, T., Schoenfeld, BJ, Silva-Batista, C., Barros, T. de S., Aihara, AY, Brendon, H; Teixeira, EL (2019). Muscle Failure Promotes Greater Muscle Hypertrophy in Low-Load but Not in High-Load Resistance Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*,1. doi: 10.1519/jsc.0000000000003454.
- MARTORELLI, Saulo, et al. "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 (2017).
- NOBREGA SR, Ugrinowitsch C, Pintanel L, Barcelos C, Libardi CA. Effect of ´ resistance training to muscle failure vs. volitional interruption at high-and low-intensities on muscle mass and strength. *J Strength Cond Res* 32: 162–169, 2018.
- OGASAWARA R, Loenneke JP, Thiebaud RS, Abe T. Low-load bench press training to fatigue results in muscle hypertrophy similar to high-load bench press training. *Int J Clin Med* 4: 114, 2013.

RATAMESS NA, Evetoch TK, Housh TJ, et al. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(3):687–708.

ROONEY KJ, Herbert RD, Balnave RJ. Fatigue contributes to the strength training stimulus. *Med Sci Sports Exerc* 26: 1160–1164, 1994.

SALE DG. Influence of exercise and training on motor unit activation. *Exerc Sport Sci Rev* 1987;15:95–151.

SAMPSON JA, Groeller H. Is repetition failure critical for the development of muscle hypertrophy and strength? *Scand J Med Sci Sports* 26: 375–383, 2016.

SANTOS WDND, Vieira CA, Bottaro M, Nunes VA, Ramirez-Campillo R, Steele J, Fisher JP, and Gentil P. Resistance training performed to failure or not to failure results in similar total volume, but with different fatigue and discomfort levels. *J Strength Cond Res* 2019.

SCHOENFELD B, Grgic J. Does training to failure maximize muscle hypertrophy? *Strength Cond J*, 2019.

SCHOENFELD, Brad Jon, Mark D. Peterson, Daniel I. Ogborn, Bret Contreras and Gul Tiryaki Sonmez. “Effects of Low- vs. High-Load Resistance Training on Muscle Strength and Hypertrophy in Well-Trained Men.” *Journal of Strength and Conditioning Research* 29 (2015): 2954–2963.

SUNDSTRUP E, Jakobsen MD, Andersen CH, et al. Muscle activation strategies during strength training with heavy loading vs. repetitions to failure. *J Strength Cond Res* 26: 1897–1903, 2012.  
Vieira JG, Dias MRC, Lacio M, Schimitz G, Nascimento G, Panza P, et al. Resistance training with repetition to failure or not on muscle strength and perceptual responses. *JEPonline.* 2019;22:165–75.