




UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS – RIO CLARO



EDUCAÇÃO FÍSICA

**PEDRO SOARES MEGA
SANTAREM**

**EFEITO DO USO DE DIFERENTES INTENSIDADES NO
TREINAMENTO RESISTIDO PARA GANHOS DE
HIPERTROFIA MUSCULAR – UMA REVISÃO NARRATIVA**



Rio Claro – SP
2022

PEDRO SOARES MEGA SANTAREM

EFEITO DO USO DE DIFERENTES INTENSIDADES NO
TREINAMENTO RESISTIDO PARA GANHOS DE
HIPERTROFIA MUSCULAR – UMA REVISÃO NARRATIVA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto de Biociências
da Universidade Estadual Paulista “Júlio
de Mesquita Filho” - Câmpus de Rio
Claro, para obtenção do grau de Bacharel
em Educação Física.

Orientador: Alexandre de Oliveira Gabarra

Rio Claro – SP
2022

S233e

Santarem, Pedro Soares Mega

Efeito do uso de diferentes intensidades no treinamento resistido para ganhos de hipertrofia muscular - uma revisão narrativa / Pedro Soares Mega Santarem. -- Rio Claro, 2022

25 p.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Educação Física) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro

Orientador: Alexandre de Oliveira Gabarra

1. Educação Física. 2. Treinamento resistido. 3. Hipertrofia. I.
Título.

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

Essa ficha não pode ser modificada.

PEDRO SOARES MEGA SANTAREM

**EFEITO DO USO DE DIFERENTES INTENSIDADES NO
TREINAMENTO RESISTIDO PARA GANHOS DE
HIPERTROFIA MUSCULAR – UMA REVISÃO NARRATIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto de Biociências
da Universidade Estadual Paulista “Júlio
de Mesquita Filho” - Câmpus de Rio
Claro, para obtenção do grau de Bacharel
em Educação Física.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Alexandre Gabarra (orientador)

Prof. Dr. Deisy Terumi Ueno Examinador

Prof. Dr. Cynthia Yukiko Hiraga Examinador

Aprovado em: 07 de Janeiro de 2022

Pedro Soares Mega Santarem

Assinatura do discente


Assinatura do(a) orientador(a)

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer toda minha família, em especial minha mãe por ter tornado possível minha trajetória tanto antes quanto durante a faculdade.

À minha namorada e companheira de vida, Gabriela, por estar sempre ao meu lado, me apoiando e ajudando até mesmo nos momentos mais difíceis.

À minha segunda família, em especial minha sogra, por terem sido tão acolhedores e contribuído de forma tão especial nos últimos anos.

Ao meu primo, Nilo Mega, por ser um dos responsáveis pela minha escolha do curso e ter me acompanhado no início da nova fase longe de minha família.

Ao Doutor e amigo, Felipe Brigatto, por ter contribuído de forma significativa nesta etapa final.

E por último, mas não menos importante, gostaria de agradecer meu orientador, Alexandre Gabarra, por todo aprendizado, paciência e companheirismo durante o curso e principalmente no momento de fechamento de um ciclo tão importante.

RESUMO

O treinamento resistido (TR) ou treinamento de força tornou-se uma das formas mais populares de exercício para melhora da aptidão física, condicionamento e aumento de massa muscular. O TR é um exercício onde se realiza força contra uma carga opositora e dentro dele há diversas variáveis agudas como intensidade, volume de treinamento, descanso e velocidade de movimento. Essas variáveis são manipuladas a fim de potencializar os ganhos em diferentes capacidades físicas ou adaptações fisiológicas como a hipertrofia e para esta última, três fatores primários foram propostos para mediar adaptações: tensão mecânica, estresse metabólico e dano muscular. Para muitos o estresse mecânico é visto como fator de maior relevância e devido a condição de que altas cargas promovem maior tensão mecânica, são tradicionalmente usadas altas intensidades para promoção do aumento de massa muscular. Dessa forma esta revisão narrativa teve como objetivo buscar na literatura atuais evidências a fim de comparar o uso de diferentes intensidades no treinamento resistido para a promoção da hipertrofia. Foi realizada revisão de literatura não sistemática com o objetivo de evidenciar o uso de baixas e altas intensidades para promoção de hipertrofia muscular utilizando as bases de dados PubMed, Google acadêmico e o sistema de bibliotecas da Unesp. Foram utilizados e expostos nesta narrativa 9 estudos sendo 2 revisões sistemáticas com meta análise. Os estudos envolvem indivíduos homens e mulheres sendo jovens adultos e idosos com ou sem experiência prévia em treinamento resistido. Foi possível concluir que, se realizado até falha concêntrica, o uso de alta e baixa intensidade promove resultados semelhantes na hipertrofia muscular em todos os grupos e levando em consideração à maior segurança e adesão o uso de baixa intensidade torna-se recurso favorável, principalmente com indivíduos idosos.

Palavras-chave: hipertrofia. intensidade. volume. baixo. alto.

ABSTRACT

Resistance training (RT) or strength training has become one of the most popular forms of exercise for improving physical fitness, conditioning and increasing muscle mass. The RT is an exercise where force is performed against an opposing load and within it there are several acute variables such as intensity, training volume, rest and movement speed. These variables are manipulated in order to potentiate gains in different physical capacities or physiological adaptations such as hypertrophy and for the latter, three primary factors were proposed to mediate adaptations: mechanical stress, metabolic stress and muscle damage. For many, mechanical stress is seen as a factor of greater relevance and due to the condition that high loads promote greater mechanical tension, high intensities are traditionally used to promote an increase in muscle mass. Thus, this narrative review aimed to search the current literature for evidence in order to compare the use of different intensities in resistance training for the promotion of hypertrophy. A non-systematic literature review was carried out about showing the use of low and high intensities to promote muscle hypertrophy using the PubMed, Academic Google and Unesp library system databases. 9 studies were used and exposed in this narrative, 2 of which are systematic reviews with meta-analysis. The studies involve male and female individuals being young adults and seniors with or without prior experience in resistance training. It was possible to conclude that, if performed until concentric failure, the use of high and low intensity promotes similar results in muscle hypertrophy in all groups and, taking into account greater safety and adherence, the use of low intensity becomes a favorable resource, especially with elderly individuals.

Keywords: hypertrophy. Intensity. Load. low. high.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
1.1. Treinamento resistido.....	9
1.2. Varáveis do treinamento resistido	9
1.3. Hipertrofia	10
2. JUSTIFICATIVA	11
3. OBJETIVOS.....	12
4. MÉTODOS.....	12
5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
5.1. Indivíduos jovens sem experiência em treinamento resistido.....	13
5.2. Indivíduos jovens com experiência em treinamento resistido.....	15
5.3. Indivíduos idosos.....	19
5.4. Revisão sistemática com meta análise.....	20
6. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	20
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

1 INTRODUÇÃO

1.1 Treinamento Resistido

O treinamento resistido (TR), popularmente conhecido como treinamento de força ou resistência, vem se tornando cada vez mais uma das práticas de exercício físico mais procuradas para melhorar o condicionamento físico de indivíduos em geral e para promover a melhora da aptidão em atletas (FLECK; KRAEMER, 2017). As expressões treinamento resistido, treinamento de força e treinamento com pesos fazem referência a exercícios que exigem que a musculatura corporal se movimente ou tente se movimentar realizando uma ação contra uma força oposta, exercida por algum peso livre ou equipamento (FLECK; KRAEMER, 2017).

O termo “treinamento resistido” se dá a qualquer tipo de exercício que envolva movimentos contra uma carga opositora, podendo ser esta: resistências elásticas, o próprio peso corporal ou resistência do ar. Porém o termo “treinamento de força”, apesar de estar integrado no conceito de TR, é usado para indicar exercícios contra uma carga externa de fácil mensuração, o que possibilita maior controle das variáveis agudas do treinamento, principalmente se tratando de intensidade do exercício realizado (FLECK; KRAEMER, 2017).

1.2 Variáveis do treinamento resistido

Dentro de um TR há variáveis agudas como: intensidade, volume de treinamento, descanso e velocidade de movimento. A intensidade de um exercício resistido é admitida como um percentual de uma-repetição-máxima (1RM) ou qualquer carga de RM para o exercício (FLECK; KRAEMER, 2017). Volume de treinamento é medido a partir da quantidade total de trabalho, dado em joules, realizado em uma sessão, semana, mês ou algum outro período estipulado do treinamento. O volume também pode ser calculado de forma simples somando o número de repetições em determinado

período de tempo ou também pela quantidade de peso levantado, como por exemplo: 10 repetições executadas com 40 kg, o volume seria de 400kg (10x40=400). Períodos de descanso podem ser entre séries, exercícios e entre sessões de treinamento, permitindo a recuperação, sendo a correta manipulação deles fundamental para o sucesso de qualquer programa. Já a velocidade de movimento refere-se à duração de cada fase de ação muscular, sendo estas, concêntrica e excêntrica.

A manipulação dessas variáveis interfere nas possíveis adaptações ao TR, podendo ser dado mais enfoque em diferentes capacidades físicas como força, resistência ou adaptações fisiológicas como a hipertrofia, pois com esta manipulação podem ser impostas diferenças nos estresses mecânicos e metabólicos (TOIGO; BOUTELLIER, 2006; RATAMESS et al. 2009). À medida que a intensidade do exercício resistido aumenta (resultando no aumento da ativação das fibras musculares de contração rápida), maior ênfase é colocada no estresse mecânico (HENNEMAN et al. 1965). Em contraste, programas de alto volume (ou seja, maior número de repetições concomitantes com o uso de intervalos curtos de descanso) provocam maior estresse metabólico (RATAMESS et al. 2009).

O trabalho de Henneman (1957) descreveu o recrutamento de unidades motoras como ocorrendo de uma forma progressiva de pequeno à grande porte (ou seja, o princípio do tamanho). Portanto, de acordo com Nicholas A. Burd et. al 2010, em oposição à exigência de contrações de alta intensidade, postulamos que o volume total das contrações, independente da intensidade, resultaria em ativação total da unidade motora e recrutamento de fibra muscular e seria de igual ou maior importância como intensidade para a estimulação aguda da proteína muscular síntese.

1.3 Hipertrofia

O tecido muscular apresenta um alto nível de plasticidade, permitindo que ele se adapte prontamente às demandas agudas e crônicas impostas (FLUCK et. al 2003; SCHOENFELD 2013b). Estudos demonstraram claramente que, quando submetidos à sobrecarga funcional, o tecido muscular responde aumentando sua área de secção transversa (AST) (SCHOENFELD 2010; SCHOENFELD 2013b).

A hipertrofia muscular pode ser considerada distinta e separada da hiperplasia muscular. Durante a hipertrofia, os elementos contráteis aumentam e a matriz

extracelular se expande para apoiar o crescimento (VIERCK et. al 2000). Isso contrasta com a hiperplasia, que resulta em um aumento no número de fibras dentro de um músculo. A hipertrofia contrátil pode ocorrer pela adição de sarcômeros em série ou em paralelo. A maioria da hipertrofia induzida por exercício subsequente aos programas tradicionais de TR resulta de um aumento de sarcômeros e miofibrilas adicionados em paralelo (PAUL; ROSENTHAL, N. 2002; TESCH; LARSSON, 1982).

Embora a hipertrofia ocorra em todos os tipos de fibras, as fibras de contração rápida (FT) apresentam uma capacidade de crescimento aproximadamente 50 % maior em comparação com as fibras de contração lenta (ST) (ADAMS; BAMMAN, 2012; WERNBOM, 2009; SCHOENFELD, 2013b). Dito isto, há um alto grau de variabilidade interindividual em relação à extensão da adaptação hipertrófica em todo o espectro de tipos de fibras (KOSEK et.al. 2006; SCHOENFELD, 2013b).

Três fatores primários foram propostos para mediar adaptações hipertróficas de acordo com o treinamento de resistência: tensão mecânica, estresse metabólico e dano muscular (SCHOENFELD 2010; SCHOENFELD, 2013b). De acordo com Schoenfeld (2013a) é pressuposto por vários pesquisadores de que a tensão é a principal força motriz no processo de hipertrofia, isso justificaria a ideia de que altas intensidades teriam um potencial maior no processo de hipertrofia. No entanto, assumindo que um determinado nível de tensão mecânica é alcançado, tanto o estresse metabólico quanto os danos teciduais podem se tornar fatores cada vez mais importantes na otimização de uma resposta hipertrófica (SCHOENFELD 2012; SCHOENFELD 2013b; SCHOENFELD 2013a).

2 JUSTIFICATIVA

De acordo com Schoenfeld (2013a) “[...] em relação a métodos tradicionais de treino resistido a opinião predominante é que uma intensidade concêntrica superior a 60% de 1 repetição máxima (RM) é necessária para provocar aumentos significativos no tamanho muscular”. Portanto, baseado nessa informação, a necessidade do uso de altas cargas poderia excluir indivíduos que buscam hipertrofia, mas que, seja por questões clínicas, de idade ou até mesmo por não se sentirem à vontade de trabalhar com altas intensidades, de conseguirem resultados hipertróficos satisfatórios. Por isso a importância de encontrar evidências que mostram que intensidades mais baixas no

treinamento resistido podem promover os mesmos resultados, se não maiores, de aumento muscular.

3 OBJETIVO

O presente estudo tem como objetivo buscar na literatura atuais evidências a fim de comparar o uso de diferentes intensidades no treinamento resistido para a promoção da hipertrofia.

4 MÉTODOS

Esse projeto consistiu em uma revisão de literatura não sistemática a cerca de evidenciar o uso de baixas e altas intensidades para promoção de hipertrofia muscular utilizando as bases de dados PubMed, Google acadêmico e o sistema de bibliotecas da Unesp.

Foi realizado um levantamento dos principais trabalhos sobre hipertrofia muscular relacionada ao uso de diferentes intensidades no treinamento resistido. Em uma primeira fase de revisão foram selecionados 54 estudos contendo artigos científicos, artigos de opinião, revisões bibliográficas e meta-análises. Como o objetivo desta revisão é a busca de evidências mais atuais foram selecionados apenas estudos realizados a partir do ano de 2015 sobrando 24 estudos. Após refinamento durante leitura integral foram selecionados 9 estudos sendo que 3 deles são artigos científicos que utilizaram homens sem experiência em treinamento resistido, 5 com homens treinados em treinamento resistido, 1 com idosos e uma revisão com meta- análise.

Palavras-chaves: hypertrophy. Intensity. load; low. high.

5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

É comumente classificado como treino de força protocolos que envolvem altas intensidades (mais de 85% de 1RM), baixo volume (2-6 séries, <6 reps) e intervalos mais longos (3-5 minutos). Para treinos de hipertrofia, protocolos com intensidades moderadas (70-85% 1RM), maior volume (3-6 séries com 8-12 repetições) e intervalos curtos de descanso (30-90 segundos). E para treinos de resistência protocolos com baixa intensidade (abaixo de 60% de 1RM) e alto volume (15 repetições ou mais). Porém com base na literatura atual de acordo com (2016 ADAM M. GONZALEZ) essas classificações distintas de tais protocolos podem ser uma simplificação exagerada.

5.1 Indivíduos jovens sem experiência em treinamento resistido

Em recente estudo Thiago Lasevicius e colaboradores analisaram o efeito de diferentes protocolos de treinamento resistido na área de secção transversa (AST) do vasto lateral (VL) e flexores de cotovelo (FE) em 30 homens jovens saudáveis (idade = $24,5 \pm 2,4$ anos; altura = $180,0 \pm 0,7$ cm; massa corporal = $77 \pm 16,5$ kg), ativos e sem experiência em TR. O protocolo de treinamento foi realizado 2 vezes por semana durante 12 semanas e os exercícios utilizados foram de flexão de cotovelo unilateral (rosca direta) e leg press 45° unilateral. Para um dos membros (superior e inferior) foi designado intensidade de 20% de 1RM, e para o outro membro contralateral, intensidades de 40%, 60% ou 80% de 1RM de forma aleatória. Eram realizadas 3 séries até falha concêntrica com intervalo de 120 segundos de descanso entre as séries para o G20 e posteriormente de forma aleatória eram realizados para os G40, G60, G80 quantas séries e repetições forem necessárias para equalização do volume com o G20. Foram analisados a AST dos músculos VL e FE através de ultrassonografia pré, pós-6 e pós-12 semanas. Vale a pena mencionar, que não havia diferença significativa entre quaisquer variáveis de interesse entre os grupos no início do estudo e que o volume total foi semelhante ao longo do estudo. A AST dos Flexores de cotovelo aumentou significativamente em todas as condições após 12 semanas (G20: 11,4%, G40: 25,3%,

G60: 25,1% e G80: 25%), sendo $G80 > G20$ e G80 semelhante ao G40 e G60. A AST do VL aumentou significativamente em todas as condições após 12 semanas (G20: 8,9%, G40: 20,5%, G60: 20,4%, e G80: 19,5%) sendo $G80 > G20$ e G80 semelhante ao G40 e G60. De acordo com o autor os resultados do estudo levam a um questionamento das diretrizes do Colégio Americano de Medicina Esportiva, visto que elas afirmam que o uso de cargas $\geq 65\%$ 1RM é condição necessária para promover adaptações hipertróficas (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009), enquanto no estudo em questão a partir da utilização de 40% 1RM foi suficiente para induzir hipertrofia semelhante àquela observada com 80% 1RM. O fato do volume total de treino ter sido igualado entre todas as condições pode ter isolado os efeitos da intensidade nas adaptações musculares, diferentemente de outros estudos que não igualaram, o que nos mostra também a importância do volume total de treino para aumento de massa muscular. Tal premissa pode ser particularmente benéfica para aqueles que apresentam dificuldade ou riscos para a realização de treinamento de força com alta intensidade (carga).

Já, Brad J. Schoenfeld e colaboradores, com o intuito de observar possíveis diferenças na hipertrofia de fibras do tipo I e II através da utilização de diferentes intensidades, analisaram o efeito na área de secção transversa dos músculos que compõe o tríceps sural, gastrocnêmio lateral (GL), gastrocnêmio medial (GM) e sóleo. Uma vez que esses apresentam diferença acentuada em sua composição individual em relação a fibras do tipo I e II. Participaram desse estudo 30 homens saudáveis (altura: 175,7 cm; peso: 77,3 kg; gordura corporal: 20,5%; idade: 22,5 anos), destreinados e pertencentes a uma população universitária. O protocolo de treinamento foi realizado 2 vezes por semana durante 8 semanas, constituído de exercícios de flexão plantar com joelho flexionado (sentado) e estendido (em pé). Os dois membros foram divididos onde um realizou o treino com intensidade baixa (20-30RM) e o contralateral com intensidade alta (6-10RM). Eram realizadas quatro séries para cada exercício com cada membro até a falha muscular concêntrica, utilizando de 90 segundos de descanso entre séries e 180 segundos entre cada exercício. A ordem dos exercícios foi previamente estabelecida obtendo-se 4 diferentes ordens, sendo uma delas realizada a cada semana. As AST de GL, GM e sóleo foram obtidas através de ultrassonografia. Todos os efeitos observados foram insignificantes em magnitude e ao explorar o crescimento muscular em unidades zscore tanto o sóleo quanto os gastrocnêmios apresentaram crescimento semelhante indicando que independente da composição dos

tipos de fibra muscular as adaptações não são dependentes das cargas utilizadas no programa de treinamento. Apesar do intuito do estudo ser evidenciar possíveis diferenças na hipertrofia em músculos com diferentes composições de fibras podemos observar que não houve diferença significativa no aumento da AST para os músculos do tríceps sural ao ser realizado protocolos de diferentes intensidades, sendo este mais um estudo que apresenta resultados que sugerem que, desde que as séries sejam realizadas com alto nível de esforço tanto intensidades mais altas ou mais baixas podem gerar efeito hipertrófico semelhante.

Em outro estudo do mesmo ano, Keitaro Kubo, Toshihiro Ikebukuro e Hideaki Yata analisaram as adaptações musculares do peitoral maior em decorrência do treinamento resistido com volume igualado e em diferentes intensidades. Participaram do estudo 42 homens fisicamente ativos, mas que não haviam participado de nenhum programa organizado envolvendo exercícios regulares por pelo menos 1 ano entre 19,5 e 24,0 anos sem experiência prévia em treinamento resistido. Os sujeitos foram separados em 4 grupos: grupo-carga alta realizando 4 repetições máximas por 7 séries (90% 1RM), grupo-carga intermediária realizando 8RM por 4 séries (80% 1RM), grupo-menor realizando 12RM por 3 séries (70% 1RM) e grupo de controle sem exercícios (CON, n 5 10). O protocolo consistia na realização do supino reto com descansando de 3 minutos entre as séries e este foi realizado 2 vezes por semana durante 10 semanas sem diferença no volume total de treinamento. O volume muscular do peitoral maior direito foi obtido através de ressonância magnética. Houve aumento significativo da AST do peitoral maior em 11,1 +/- 4,3% no grupo 4RM, 10,1 +/- 5,1% no grupo e 11,3 +/- 4,5% no grupo 12RM porém não foi observada diferença significativa nos aumentos relativos nos volumes musculares entre os 3 grupos. Este é mais um estudo mostrando que para indivíduos não treinados o volume se mostra determinante pois com este equalizado diferentes intensidades promovem níveis similares de hipertrofia.

5.2 Indivíduos jovens sem experiência em treinamento resistido

Nesse contexto, Brad J. Schoenfeld e colaboradores analisaram os efeitos de protocolos de treinamento resistido com diferentes intensidades em indivíduos treinados na AST dos músculos bíceps braquial, braquial, tríceps braquial e quadríceps femoral. Participaram 24 homens, entre 18 e 33 anos, com experiência de 3-4 anos em TR

divididos em 2 grupos: grupo de alta carga (HL) que utilizou intensidade para 8-12RM (70-80% RM) e grupo de baixa carga (LL) que utilizou intensidade para 25-35RM (30-50%RM). Os protocolos de treinamento foram realizados 3 vezes por semana durante 8 semanas e foi utilizado ultrassonografia para medição dos efeitos na AST pré e pós intervenção. Detalhadamente, os protocolos consistiram em 3 séries de 7 exercícios por sessão com as séries até a falha, o volume total de treino não foi equalizado mas outras variáveis como tempo de descanso, cadência entre outras, foram mantidas constantes. Os exercícios realizados foram supino reto com barra, supino militar com barra, pull-down pegada ampla, remada sentada, agachamento com barra, leg press e cadeira extensora. A AST de todos os grupos musculares obteve aumento significativo em ambos os protocolos sendo que para flexores do cotovelo 5,3% (HL) e 8,6% (LL), Extensores de cotovelo: 6% (HL) e 6,2% (LL), quadríceps femoral 9,3% (HL) e 9,5% (LL). Contudo, não houve qualquer diferença significativa entre os resultados obtidos pelos dois protocolos. Os resultados obtidos nesse estudo vão contra as diretrizes de treinamento de hipertrofia Colégio Americano de Medicina Esportiva, que diz ser necessário uso de intensidades a cima de 65%

Gerald T. Mangine e colaboradores compararam o efeito do treinamento de resistência de alto volume (VOL) com o de alta intensidade (INT) na estimulação de mudanças no tamanho muscular em homens treinados em TR. Participaram do estudo 33 homens fisicamente ativos que participavam regularmente (no momento do recrutamento) em treinamento de resistência por um período mínimo de 2 anos (5,7 2,2 anos) (24,0 +/- 3,0 anos; 90 +/- 13,8 kg; 174,9 20,7 cm). Foi analisado a AST através de ultrassonografia dos músculos reto femoral (RF), vasto lateral (VL), peitoral maior (PM) e tríceps braquial (TB) e composição corporal completa por DEXA. O protocolo de treinamento foi realizado 4 vezes por semana durante 8 semanas com 2 semanas de treino base prévio. Os participantes do grupo de alta intensidade (GInt) utilizaram 4 séries de 3 a 5 repetições (90%RM) com 3 minutos de descanso entre cada série eo grupo de alto volume (GVol) realizou 4 séries de 10 a 12 repetições (70%RM) com 1 minuto de descanso. Os exercícios realizados foram os mesmos ambos os grupos e foram previamente divididos para cada dia da semana e para cada fase de treino. A massa magra do braço foi significativamente maior no INT (5,2% +/- 2,9) em comparação com o VOL (2,2 +/- 5,6%) pós-treinamento. Apesar de uma pequena tendência a maiores ganhos no grupo de maior intensidade, não houve diferenças significativas em outras regiões do corpo. Estes resultados contrastam com os de

estudos anteriores e isso pode ser explicado devido ao uso de poucos exercícios mono articulares fazendo com que o uso de alta intensidade tenha provocado maior atividade eletromiográfica em certas regiões, portanto obtendo vantagem com o estresse mecânico, gerado pelo uso de altas intensidades, comparado ao estresse metabólico gerado pelo uso de baixas intensidades.

Robert W. Morton, Sara Y. Oikawa e colaboradores compararam o efeito do treinamento resistido de alta e baixa intensidade em 49 homens (23 +/- 1 anos, 86 +/- 2 kg, 181 +/- 1 cm) com experiência de pelo menos 2 anos em TR. Para efeito de comparação foi realizado a medição da composição corporal completa por DEXA a fim de analisar a quantidade de massa livre de gordura. O estudo teve duração de 12 semanas em que o protocolo de treinamento foi realizado 4 vezes por semana. Os participantes foram divididos em 2 grupos: grupo de repetição alta (FC) que realizava 3 séries de 20 a 25 repetições utilizando uma margem de 30 a 50% de 1RM e grupo de repetição baixa (LR) que realizou 3 séries de 8 a 12 repetições com uma margem de 75 a 90% de 1RM. Ambos os grupos realizavam as séries até a falha voluntária com 1 minuto de descanso entre cada série e o volume total de treino foi contabilizado, porém não igualado entre os grupos. O protocolo de treinamento envolvia sessões *fullbody*, que consiste em realizar diferentes exercícios. Cada treino foi repetido duas vezes por semana [segunda / quinta-feira: leg press inclinado + remada sentada (superset 1), supino com barra + flexão de isquiotibiais (superset 2) e pranchas frontais (conjunto 3). Terça/ sexta-feira: desenvolvimento na barra guiada + rosca direta (superset 1), extensão de tríceps + puxada pegada aberta (superset 2) cadeira extensora (set 3)]. Foi analisado a AST do músculo esquelético através de DEXA. Ambos os grupos aumentaram significativamente a massa livre de gordura (FBFM; 64,6 +/- 1,1 a 65,8 +/- 1,1 kg) porém sem diferenças significativas entre eles. Os resultados mostraram também um aumento significativo na massa magra apendicular [ALM; 33,1 +/- 0,6 a 34,0 +/- 0,6 kg;] e massa magra das pernas [LLM; 24,4 +/- 0,5 a 25,0 +/- 0,5 kg). Este é mais um estudo mostrando que a carga/peso não é um determinante primário de mudanças na hipertrofia muscular quando o exercício é realizado até a falha voluntária mesmo quando o volume total de treino não é equalizado. Isso pode ser explicado pelo fato de que treinos com altas repetições fornecem maior volume podendo com que este gere estímulo suficiente para hipertrofia semelhante.

Brad J. Schoenfeld e colaboradores analisaram o efeito de diferentes cargas nas medidas de hipertrofia em homens treinados. Participaram do estudo 19 homens saudáveis (idade = $23,2 \pm 4,2$ anos; altura = $1,75 \pm 0,06$ m; massa corporal = $84,3 \pm 15,2$ kg) com experiência em TR sendo está considerada em indivíduos que realizavam de forma consistente levantamento de peso três vezes por semana por pelo menos 1 ano. O protocolo de treinamento foi realizado 3 vezes por semana durante 8 semanas e era composto por 7 exercícios visando os principais grupos musculares, sendo estes o supino reto, supino militar, *pulley* frente pegada aberta, remo sentado, agachamento com barra, leg press e cadeira extensora. Os participantes foram divididos em 2 grupos: grupo pesado que realizou de 2 a 4 repetições por série e grupo moderado que realizou de 8 a 12 repetições por série. Todas as séries foram realizadas até falha momentânea, tanto a cadencia da fase concêntrica como da excêntrica foram controladas, foi dado 2 minutos de descanso entre as séries e o volume total não foi igualado entre os grupos. Fora coletada a espessura muscular (MT) dos flexores do cotovelo, dos extensores do cotovelo e lateral da coxa através de ultrassonografia e ressonância magnética. Não foi encontrada nenhuma diferença significativa entre os grupos no início nem na frequência geral para aqueles que concluíram o estudo. O volume total ao longo das 8 semanas foi maior para o grupo moderado. Foi observado efeito significativo na MT dos flexores de cotovelo, sem diferença entre eles porém com tamanho de efeito favorecendo o grupo MODERADO. Para os extensores de cotovelo foi observado aumento significativo na MT apenas no grupo MODERADO, sem diferença significativa entre ele. Os tamanhos de efeito foram semelhantes com ambas as condições mostrando efeitos pequenos. Para a lateral da coxa foi observado aumento significativo da MT para ambos os grupos. Houve diferença significativa entre os grupos sendo que para o grupo moderado os efeitos foram maiores. Neste estudo apesar de não significativo os resultados penderam para uma superioridade no efeito hipertrófico para o grupo que realizou o treinamento com carga moderada em relação ao grupo de carga pesada e isso ficou ainda mais evidente no resultados da região lateral da coxa. Isso pode ter ocorrido devido ao volume total de treino ter sido quase o dobro para o grupo moderado, pois há evidências de uma relação dose-resposta entre o volume do TR e a hipertrofia muscular, com volumes maiores resultando em maiores ganhos de massa muscular (SCHOENFELD, B.J., OGBORN, D. AND KRIEGER, J.W. 2016). É válido ressaltar também que a intensidade usada para o grupo pesado (2-4RM) foi alta comparado a outros estudos causando também essa diminuição do

volume total de treino e mostrando mais uma vez a importância do volume total de treino para ganhos hipertróficos.

5.3 Indivíduos idosos

Csapo e Alegre fizeram uma meta-análise dos efeitos do treinamento resistido com carga alta e moderada na massa muscular de idosos. Foram considerados apenas artigos publicados em periódicos revisados por pares e disponíveis em inglês. Foi usada como base indivíduos com 50 anos ou mais pois coincide com perda de massa muscular. Para serem incluídos, os estudos deveriam fornecer dados que refletissem as mudanças induzidas pelo treinamento no tamanho ou na força muscular. Medidas de área de secção transversal muscular ou volume com base em imagens, análises de composição corporal por absorciometria de raios-X de dupla energia (DXA) ou pletismografia de deslocamento de ar de corpo inteiro e técnicas antropométricas foram aceitas como medidas de tamanho muscular. Ao fim do estudo 15 artigos foram incluídos. Foi considerado como alta carga protocolos com intensidade superior ou igual a 80%RM e como baixa a moderada carga intensidades menores ou iguais a 60%, conforme recomendado pelo Colégio Americano de Medicina Esportiva. Incluindo todos os estudos, um total de 448 indivíduos (202 mulheres, 246 homens) foram treinados em alta ($n = 230$ homens e 98 mulheres; idade: $67,8 \pm 7,3$ anos) ou baixa ($n = 218$ homens e 95 mulheres; idade: $67,9 \pm 7,0$ anos) intensidade de carga. O volume total de treinamento foi igualado em 11 dos 15 estudos e duração do treino variou de 56 a 365 dias. A análise do subconjunto de estudos para relatar dados sobre as mudanças relacionadas ao treinamento no tamanho do músculo revelou que nem os programas de RT de alta carga ou baixa carga realizados foram eficazes na indução de hipertrofia muscular significativa. Apesar de não significativos os efeitos foram semelhantes e levando em consideração de que o uso de cargas mais baixas pode ser mais seguro e que idosos relataram preferir treinar com cargas mais leves (King et al., 1991), o que pode explicar por que a adesão ao treinamento aumenta quando as intensidades de carga são reduzidas (Perri et al., 2002) o uso de intensidades mais baixas torna-se um recurso para este grupo pensando na prevenção da perda de massa muscular devido ao envelhecimento.

5.4 Revisão sistemática com meta análise

Brad Schoenfeld e colaboradores realizaram uma revisão sistemática com meta análise a fim de analisar adaptações hipertróficas em treinamento resistido de alta intensidade comparado a baixa intensidade. Para a análise foi selecionado estudos publicados em periódicos revisados por pares em língua inglesa e que atendessem aos seguintes critérios: (a) um ensaio experimental envolvendo treinamento de baixa carga (<60% 1RM) e treinamento de alta carga (> 60% 1RM); (b) todas as séries nos protocolos de treinamento sendo realizadas até a falha muscular momentânea; (c) que pelo menos um método de estimativa de mudanças na massa muscular tivesse sido usado; (d) o protocolo de treinamento deveria ter duração de no mínimo 6 semanas; (e) o estudo envolvesse participantes sem condições médicas conhecidas ou lesões que prejudicassem a capacidade de treinamento. Além dos já citados foram adotados critérios rigorosos para escolha e uso dos estudos usando estratégia de pesquisa, codificação de estudos, qualidade metodológica e para os resultados na hipertrofia foram calculados o tamanho do efeito e esta variância foi calculada usando o tamanho da amostra em cada estudo e tamanho de efeito médio em todos os estudos. A classificação média da qualidade do estudo avaliada pela escala PEDro foi de 5,6, indicando que o conjunto de estudos é de boa a excelente qualidade, portanto nenhum estudo na análise foi considerado de baixa qualidade. A meta análise abrangeu um total de 21 estudos. Não houve diferença significativa na hipertrofia muscular entre as condições de alta e baixa carga. É válido ressaltar que todos os estudos incluídos na meta análise utilizaram de falha muscular momentânea como ponto de término da série, portanto esta deve ser considerada na programação do TR e estes resultados não devem ser extrapolados para outras condições de treinamento.

6 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dos 7 estudos originais abordados nessa revisão, 5 deles apresentaram diferença significativa na hipertrofia e aumento de massa magra quando comparado o mesmo indivíduo pré e pós protocolo de treinamento resistido porém sem diferenças significativas entre as diferentes condições de carga, exceto no grupo que realizou as

séries com intensidade de 20% de 1RM do estudo de Lasevicius 2018. Os outros 2 estudos que não apresentam diferenças significativas na hipertrofia muscular em nenhuma condição mostraram efeitos semelhantes entre os diferentes protocolos havendo apenas uma tendência para o grupo de intensidade moderada em relação ao grupo que realizou intensidade de 2-4RM em Schoenfeld 2016. Com exceção do estudo de Csapo 2015 todos os protocolos utilizaram de falha muscular concêntrica ou momentânea, inclusive os incluídos na revisão de Schoenfeld 2017. Apenas em Lasevicius 2018 o volume total de treino foi igualado entre as diferentes intensidades.

Dentro do período de busca estipulado foi encontrado apenas um estudo envolvendo idosos. O estudo foi adicionado pois se trata de um artigo de revisão sistemática com meta-análise, ou seja, apresenta novas análises.

Foi adicionado também um artigo de revisão sistemática com meta-análise em indivíduos jovens pois este estudo abordou trabalhos mais antigos trazendo ainda mais conteúdo para esta revisão narrativa.

Com base nos resultados dos estudos apresentados é possível concluir que no treinamento resistido tanto de alta ou baixa carga pode ser eficiente para gerar ganhos hipertróficos em indivíduos jovens saudáveis com ou sem experiência prévia em treinamento resistido, desde que as séries sejam realizadas até a falha muscular concêntrica e aparentemente sem a necessidade de equalização do volume total de trabalho. Porém parece haver a necessidade do uso de uma intensidade mínima de 40% de 1RM ou que possibilitem a realização de pelo menos 6RM a cada série.

Apesar do ganho de massa magra em idosos não ter sido significativo em ambas as condições de carga, com o efeito sendo semelhante e sabendo que o uso de baixa intensidade promove maior segurança e adesão à prática de treinamento resistido por idosos esses resultados tornam-se relevantes e satisfatórios.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, Gregory R; BAMMAN, Marcos M. Characterization and regulation of mechanical loading: induced compensatory muscle hypertrophy. **Comprehensive Physiology**, Estados Unidos, v. 2, p. 2829-2870, 2012.

CSAPO, R. Effects of resistance training with moderate vs heavy loads on muscle mass and strength in the elderly: A meta-analysis. **Institute of Sport Science**, [s. l.], 12 jul. 2015.

FLECK, Steven J.; KRAEMER, William J. **Fundamentos do Treinamento de Força Muscular**. 4. ed. Brasil: Dieimi Deitos, 2017. 347 p.

FLUCK, Marlon Ronald *et al.* Molecular basis of skeletal muscle plasticity: from gene to form and function. **Physiol Biochem Pharmacol**, [s. l.], v. 146, p. 159-216, 2003.

HENNEMAN E. Relation between size of neurons and their susceptibility to discharge. **Science** v. 126, p. 1345–1347, 1957.

HENNEMAN, E. *et al.* Functional significance of cell size in spinal motoneurons **Journal Neurophysiology**, v. 28, p. 560–580 1965.

KING AC, Haskell WL, Taylor CB, Kraemer HC, DeBusk RF. Group- vs home-based exercise training in healthy older men and women. **A community-based clinical trial**. **JAMA** 1991; 266: 1535–1542.

KOSEK, D.J. *et al.* Efficacy of 3 days/wk resistance training on myofiber hypertrophy and myogenic mechanisms in young vs. older adults. **Journal of Applied Physiology**, Estados Unidos, v. 101, ed. 2, p. 531–544, 2006.

KUBO, Keitaro; IKEBUKURO, Toshihiro; YATA, Hideaki. Effects of 4, 8, and 12 repetition maximum resistance training protocols on muscle volume and strength: effects of training on muscular adaptation. **Journal of Strength and Conditioning Research**,

[s. l.], 2020.

LASEVICIUS, Thiago *et al.* Effects of different intensities of resistance training with equated volume load on muscle strength and hypertrophy. **European Journal of Sport Science**, [s. l.], 22 mar. 2018.

MANGINE, Gerald T. *et al.* The effect of training volume and intensity on improvements in muscular strength and size in resistance-trained men. **Physiological Reports**, Florida, v. 3, ed.12472, 1 jul. 2015.

MORTON, Robert W.; OIKAWA, Sara Y. Neither load nor systemic hormones determine resistance training-mediated hypertrophy or strength gains in resistance-trained young men. **Journal of Applied Physiology**, [s. l.], ed. 121, p. 129-138, 12 maio 2016.

NICHOLAS A. Burd, Daniel W. D. West, Aaron W. Staples, *et. al.* Low-Load High Volume Resistance Exercise Stimulates Muscle Protein Synthesis More Than High-Load Low Volume Resistance Exercise in Young Men. **PLoS ONE**, v. 5, 2010.

PAUL, AC and Rosenthal, N. Different modes of hypertrophy in skeletal muscle fibers. **Journal Cell Biology International** v. 18, p. 751–760, 2002.

PERRI MG, Anton SD, Durning PE, Ketterson TU, Sydemann SJ, Berlant NE, Kanasky WF Jr, Newton RL Jr, Limacher MC, Martin AD. Adherence to exercise prescriptions: effects of prescribing moderate versus higher levels of intensity and frequency. **Health Psychol** 2002;21: 452–458

RATAMESS, N. A., B. A. Alvar, T. K. Evetoch, T. J. Housh, W. B. Kibler, W. J. Kraemer, *etal*, Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine Science Sports Exercise**, v. 41, p. 687, 2009.

SCHOENFELD, B.J. Does exercise-induced muscle damage play a role in skeletal muscle hypertrophy? **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v.26, ed. 5, p. 1441–1453 2012.

SCHOENFELD, B.J. Is There a Minimum Intensity Threshold for Resistance Training- Induced Hypertrophic Adaptation, **American Journal of Sports Medicine**, v. 43 ed. 12, p.1279-1288, 2013b.

SCHOENFELD, B.J. Potential mechanisms for a role of metabolic stress in hypertrophic adaptations to resistance training. **American Journal of Sports Medicine**, v. 43, ed. 3, p.179-194, 2013a.

SCHOENFELD, B.J. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, Estados Unidos, v. 24, ed. 10, p. 2857–2872, 2010.

SCHOENFELD, Brad J, Vigotsky AD, Grgic J, et al. Do the anatomical and physiological properties of a muscle determine its adaptive response to different loading protocols?. *PhysiolRep*. 2020;8:e14427. <https://doi.org/10.14814/phy2.14427>

SCHOENFELD, Brad J. Differential effects of heavy versus moderate loads on measures of strength and hypertrophy in resistance-trained men. **Journal of Sports Science and Medicine**, [s. l.], ed. 15, p. 715-722, 1 dez. 2016.

SCHOENFELD, Brad J. *et al.* Effects of low- vs. High-load resistance training on muscle strength and hypertrophy in well-trained men. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], v. 29, n. 10, p. 2954-2963, 2015.

SCHOENFELD, Brad J. *et al.* Strength and hypertrophy adaptations between low- vs. high- load resistance training: a systematic review and meta-analysis. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], v. 31, n. 12, p. 3508-3523, 2017.

TESCH, P.A; Larsson, L. Muscle hypertrophy in bodybuilders. **European Journal of Applied Physiology**, v. 49, p. 301–306, 1982.

TOIGO, M; Boutellier U. New fundamental resistance exercise determinants of molecular and cellular muscle adaptations. **European Journal of Applied Physiology**, v. 97, p. 643–663, 2006.

VIERCK, J. *et al.* Satellite cell regulation following myotrauma caused by resistance exercise. **Journal Cell Biology International**, v. 24, p. 263–272, 2000.

WERNBOM, Mathias *et al.* Acute effects of blood flow restriction on muscle activity and endurance during fatiguing dynamic knee extensions at low load. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, Estados Unidos, v. 23, ed. 8, p. 2389-2395, 2009.