UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA

GABRIEL DE MOURA PALLADINO

QUAL O VOLUME DE TREINAMENTO DE FORÇA IDEAL PARA A HIPERTROFIA MUSCULAR? UMA REVISÃO NARRATIVA DA LITERATURA

Campinas

2020

GABRIEL DE MOURA PALLADINO

QUAL O VOLUME DE TREINAMENTO DE FORÇA IDEAL PARA A HIPERTROFIA MUSCULAR? UMA REVISÃO NARRATIVA DA LITERATURA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à graduação da Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Renato Barroso

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A VERSÃO FINAL DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DEFENDIDO PELO ALUNO GABRIEL DE MOURA PALLADINO E ORIENTADO PELO PROF. DR. RENATO BARROSO.

_____

Campinas

2020

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Educação Física
Dulce Inês Leocádio - CRB 8/4991

P177q

Palladino, Gabriel de Moura, 1997-
Qual o volume de treinamento de força ideal para a hipertrofia muscular? : uma revisão da literatura / Gabriel de Moura Palladino. – Campinas, SP : [s.n.], 2020.

Orientador: Renato Barroso da Silva.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física.

1. Treinamento de força. 2. Treinamento resistido. 3. Massa muscular. I. Silva, Renato Barroso da. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação Física. III. Título.

Informações adicionais, complementares

Área de concentração: Educação Física
Titulação: Bacharel em Educação Física
Banca examinadora:
Adriano Serra
Data de entrega do trabalho definitivo: 28-08-2020

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Renato Barroso

Orientador

Prof. Me.

Adriano Serra

AGRADECIMENTOS

Aos meus amigos, minha família e meu Deus.

RESUMO

No treinamento de força (TF), o volume de treino é proposto como a variável mais eficiente para induzir ganhos de hipertrofia muscular. Ao longo das últimas três décadas, sobretudo nos últimos recentes anos, diversos trabalhos têm sido realizados para tentar responder a seguinte questão: Qual o volume de treinamento de força ideal para a hipertrofia muscular? Dessa forma, o objetivo do presente estudo é revisar a literatura a fim de apresentar o atual estado da arte sobre esse tema. Para tal, foram feitas buscas nas bases de dados Pubmed/Medline e Scielo a partir de termos relacionados ao TF, volume de treino e hipertrofia. Foram identificados 16 estudos, dos quais, em 9 deles, foi possível verificar uma relação positiva de dose-resposta com baixos, médios e altos volumes de séries sob a hipertrofia; em 5, os resultados foram, no geral, similares entre os grupos; e, em 2, realizar um número relativamente muito alto foi prejudicial aos ganhos hipertróficos. A partir dos estudos apresentados nessa revisão foi possível identificar que a dose ideal de TF para induzir hipertrofia é de ~15 séries semanais, distribuídas em 2-3 sessões de treino (5-10 séries por grupo muscular por sessão) e diferentes exercícios. Esses resultados foram obtidos em trabalhos com duração de aproximadamente 12 semanas em diferentes populações. Após esse período, progredir o volume em 20-50% de forma gradual talvez seja ideal até se atingir um total de 30-45 séries semanais; em seguida, sugere-se que se reinicie a periodização do TF, novamente com um baixo volume.

Palavras-chave: Treinamento de Força. Dose-Resposta. Volume. Massa Muscular.

ABSTRACT

In strength training (ST), the training volume is proposed as the most efficient variable to induce gains in muscle hypertrophy. Over the past three decades, especially in recent years, several studies have been carried out to try to answer the following question: What is the ideal strength training volume for muscle hypertrophy? Thus, the aim of the present study is to review the literature to present the current state-of-the-art on this topic. Therefore, searches were made in the Pubmed/Medline and Scielo databases using terms related to ST, training volume, and hypertrophy. Of the 16 studies identified, in 9 of them, it was possible to verify a positive dose-response relationship with low, medium and high volumes of exercise sets on muscle hypertrophy; in 5, the results were, in general, similar between groups; and, in 2, making a relatively high number was detrimental to hypertrophic gains. From the studies presented in this review, it was possible to identify that the ideal dose of ST to induce hypertrophy is ~15 weekly sets, distributed in 2-3 training sessions (5-10 sets per muscle group per session) and different exercises. These results were obtained in studies lasting about 12 weeks in different populations. After that period, progressing the volume by 20-50% gradually may be ideal until reaching a total of 30-45 weekly sets; then, it is suggested to restart ST periodization, again with a low training volume.

Key words: Strength Training; Dose-Response; Volume; Muscle Mass.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....8
2. OBJETIVOS.....11
3. MÉTODOS.....11
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....12
5. CONCLUSÃO.....23
6. REFERÊNCIAS.....24

1. INTRODUÇÃO

A hipertrofia muscular é caracterizada pelo aumento do tamanho das fibras musculares, resultado principalmente do acúmulo de conteúdo contrátil **(HAUN et al., 2019).** O ganho de massa muscular tem relação com a estética corporal, com muitos aspectos do desempenho atlético e é importante sobretudo do ponto de vista da saúde, pois desempenha um papel importante na locomoção e na produção de força (CRUZ-JENTOFT; SAYER, 2019; SCHOENFELD, 2010). Em idosos, por exemplo, o ganho de massa muscular é fundamental para atenuar os prejuízos morfofuncionais induzidos pelo envelhecimento (CRUZ-JENTOFT; SAYER, 2019).

O treinamento de força (TF) é a modalidade de exercício físico mais recomendada para, além de inúmeros benefícios, induzir ganhos hipertróficos (SCHOENFELD, 2010). O efeito do TF na hipertrofia é ponderado a partir da manipulação das variáveis que o compõe (GRGIC et al., 2017), sendo elas: carga externa, velocidade de execução, número de repetições, número de séries, frequência semanal, tempo sob tensão, intervalo de descanso entre as séries, tipo de ação muscular, seleção e ordem dos exercícios. Essas variáveis basicamente afetam e são relacionadas à intensidade e ao volume de treino. Ao passo que os ganhos de força muscular possuem mais relação com a intensidade (SCHOENFELD et al., 2017), é sugerido que o volume seja mais importante para os ganhos de hipertrofia (BAZ-VALLE; FONTES-VILLALBA; SANTOS-CONCEJERO, 2018; FIGUEIREDO; **DE SALLES; TRAJANO, 2018; SCHOENFELD**; OGBORN; KRIEGER, 2017a), embora existam divergências entre pesquisadores **(CARPINELLI, 2009; FISHER; STEELE; SMITH, 2013).**

De modo geral, o volume no TF é considerado como uma medida da quantidade total de trabalho realizado em uma única sessão, ou em semanas e meses de treino (FLECK; KRAEMER, 2017). Os métodos mais utilizados para expressar o volume do TF são número de repetições, volume-carga total (séries x repetições x carga), e número de séries (SCHOENFELD; GRGIC, 2018). Alguns trabalhos consideram o volume pela contagem de número de séries totais de cada treino (PETERSON; SEN; GORDON, 2011), ou, mais tradicionalmente, pelo número de séries por exercício (KRIEGER, 2010). Entretanto, visto que o número de sessões semanais também é uma maneira de manipular o volume de treino (SCHOENFELD; GRGIC; KRIEGER, 2019), e um mesmo exercício pode exercitar

músculos diferentes, recentemente tem sido recomendado a contagem de número de séries [até (ou próximo) a falha] por grupo muscular por semana (DANKEL; et al., 2017; BAZ-VALLE; et al., 2018; SCHOENFELD; GRGIC, 2018; SCHOENFELD; et al., 2017b, 2019b).

O Colégio Americano de Medicina do Esporte, em seu último posicionamento, recomendou que iniciantes e intermediários devam realizar 1-3 séries por exercício, enquanto que indivíduos avançados devam executar 3-6 séries (ACSM, 2009). Entretanto, muitas críticas foram levantadas acerca dessas recomendações (CARPINELLI, 2009), inclusive sobre a contagem do volume de treino, e que, ao analisar cada estudo, o posicionamento talvez tenha sido equivocado, pois não haviam fortes evidências que sugerissem o uso de um volume alto de séries. Em 2010, Krieger conduziu a primeira revisão sistemática com meta-análise na literatura comparando volume de séries para hipertrofia (KRIEGER, 2010). Com o poder estatístico da ferramenta de meta-análise, a partir do agrupamento dos oito estudos que deram base ao posicionamento (ACSM, 2009), a conclusão foi de que realizar o TF com ≥2 séries por exercício resulta em maior hipertrofia que treinar com 1 série (KRIEGER, 2010). Nesse momento a crítica se deu sobre a qualidade dos estudos incluídos e, em uma revisão narrativa, Fisher, Steele e Smith (2013) defenderam que uma única série executada até a falha muscular por exercício pode ser tão eficaz quanto a execução de séries múltiplas. Com o cenário apontando para uma falta de evidência, muitos estudos sobre o tema foram realizados subsequentemente.

Schoenfeld, Ogborn e Krieger realizaram uma busca sistemática em 2014 e publicaram em 2017 (SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2017a) uma atualização da meta-análise anterior (KRIEGER, 2010). Os resultados apontaram uma relação dose-resposta entre volume de séries semanais por grupo muscular e hipertrofia: programas de TF que contenham ≤4, 5–9 e ≥10/séries semanais por grupo muscular resultam em ganhos de hipertrofia de aproximadamente 5%, 7% e 10%, respectivamente **(SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2017a)**. Ainda, foi verificado que, realizar ≥10 induz maiores ganhos que realizar <10 séries. Apesar disso, algumas limitações foram levantadas **(ARRUDA et al., 2016)**, como por exemplo, quanto ao número reduzido de trabalhos comparando volumes altos (>10/séries), deixando em aberto a questão: Qual o número de séries semanais por grupo muscular que induz ganhos maximizados de hipertrofia?

Desde então, novos trabalhos com volumes maiores têm sido realizados. É possível de fato que haja um volume ideal de TF para hipertrofia, associado à um platô de adaptações, e que, após isso, haja um declínio nas adaptações hipertróficas com o aumento do volume de treinamento, resultado de um sobretreinamento (Figura 1). No entanto, parece que com os dados até então disponíveis na literatura esse limite máximo não fora encontrado (FIGUEIREDO; DE SALLES; TRAJANO, 2018; SCHOENFELD; GRGIC, 2018). Sendo assim, novos trabalhos originais precisariam ser realizados para tentar explorar tal contexto, bem como novas revisões são necessárias para determinar qual o presente estado da arte sobre o tema, a fim de apresentar recomendações atualizadas para prescrição à profissionais e praticantes do TF.

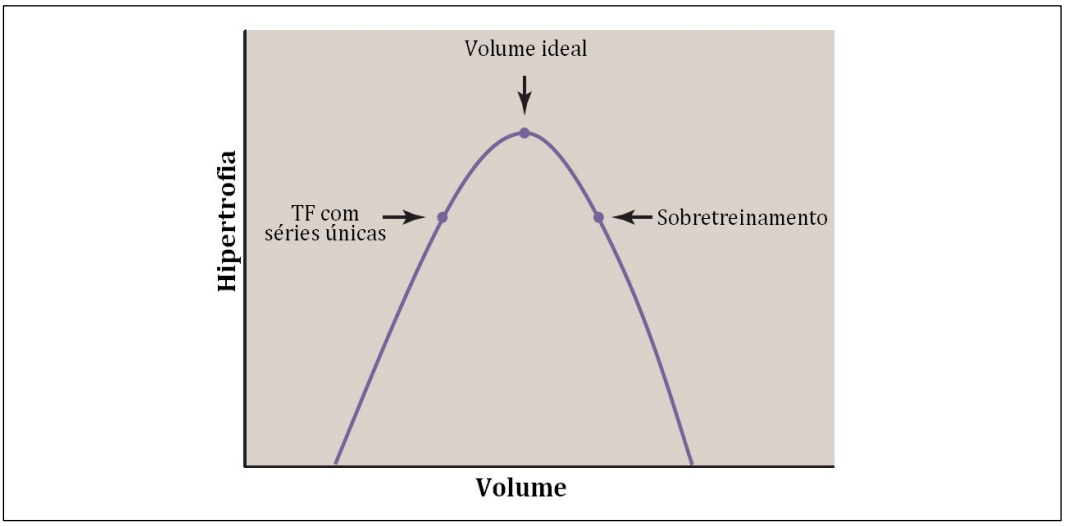

Figura 1. Relação teórica entre volume treino de força e hipertrofia muscular (SCHOENFELD, 2016).

2. OBJETIVOS

Revisar a literatura atual a fim de responder a seguinte questão: Qual o número de séries semanais por grupo muscular ideal no treinamento de força para otimizar a hipertrofia muscular?

3. MÉTODOS

Uma seleção inicial de artigos foi feita a partir das três revisões sistemáticas anteriores na mesma temática (KRIEGER, 2010; SCHOENFELD; GRGIC; KRIEGER, 2019; SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2017a). Em seguida, foi realizada uma extensa pesquisa bibliográfica nas bases de dados PubMed/Medline e Scielo para artigos disponíveis até Junho/2020. As buscas foram realizadas baseadas a partir da combinação dos termos utilizados nas revisões prévias (KRIEGER, 2010; SCHOENFELD; GRGIC; KRIEGER, 2019; SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2017a), para TF, volume de treino, e hipertrofia, em inglês e português, sendo eles: (*"resistance training", "resistance exercise", "strength exercise", "strength training", "weight training", "weight exercise"), ("multiple sets", "single set", "volume", "dose response", "frequency", "frequencies"), e ("hypertrophy", "body composition", "muscle size", "muscle thickness", "cross-sectional area", "growth", "muscle fiber", "muscle fibre", "lean body mass", "muscle mass", "lean tissue", "biopsy", "fat free mass").* Após a identificação dos artigos elegíveis, também foram realizadas pesquisas por potenciais artigos adicionais nas listas de referências dos trabalhos selecionados, bem como em suas citações no Google Acadêmico. Apenas estudos com humanos que compararam grupos que realizaram diferentes volumes de TF sobre medidas de hipertrofia muscular foram considerados. Foram incluídos estudos que utilizaram como desfecho de hipertrofia qualquer tipo de medida direta ou indireta, corporal total ou local do tecido muscular (HAUN et al., 2019), e que continham pelo menos um dos grupos experimentais com volume maior que 10 séries semanais por grupo muscular, como proposto anteriormente (SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2017a).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram selecionados 16 estudos, dos quais, 7 (BARCELOS et al., 2018; MCBRIDE; BLAAK; TRIPLETT-MCBRIDE, 2003; OSTROWSKI et al., 1997; RADAELLI et al., 2014, 2015; RONNESTAD et al., 2007; SERRA et al., 2018) já haviam sido identificados nas revisões anteriores sobre o tema (SCHOENFELD; GRGIC; KRIEGER, 2019; SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2017a), e 9 são inéditos (AMIRTHALINGAM et al., 2017; AUBE et al., 2020; BRIGATTO et al., 2019; HACKETT et al., 2018; HAMMARSTRÖM et al., 2020; HEASELGRAVE et al., 2018; OLIVEIRA-JÚNIOR et al., 2020; SCARPELLI et al., 2020; SCHOENFELD et al., 2019). Uma síntese do desenho experimental e dos resultados principais dos trabalhos está apresentada no Quadro 1.

Em dois estudos, foi observado um efeito reduzido na hipertrofia com maior volume (AMIRTHALINGAM et al., 2017; HEASELGRAVE et al., 2018), cinco trabalhos verificaram efeitos similares entre os grupos que realizavam baixos e altos volumes de treino (BARCELOS et al., 2018; HACKETT et al., 2018; MCBRIDE; BLAAK; TRIPLETT-MCBRIDE, 2003; OSTROWSKI et al., 1997; SERRA et al., 2018), e sete verificaram efeitos adicionais com volumes mais altos (BRIGATTO et al., 2019; HAMMARSTRÖM et al., 2020; OLIVEIRA-JÚNIOR et al., 2020; RADAELLI et al., 2014, 2015; RONNESTAD et al., 2007; SCHOENFELD et al., 2019). Ainda, as análises exploratórias *a posteriori* do estudo de Aube et al. (2020) e o estudo de Scarpelli et al. (2020) indicaram que a progressão do volume (em relação ao que se treinava antes dos protocolos prescritos nos estudos) foi superior à prescrição de um volume padrão para os diferentes indivíduos.

Quadro 1. Síntese dos estudos comparando diferentes volume de treino de força sobre a hipertrofia muscular.				
Estudos	**Participantes**	**Programa de treinamento**	**Volumes comparados**	**Resultados**
(AMIRTHALINGAM et al., 2017)	19 homens jovens treinados	6 semanas, 3x/semana, rotina ABC1x (A: supino reto, supino inclinado, puxada aberta, remada sentada / B: leg-press, avanço, cadeira extensora, cadeira flexora, panturrilha) / C: desenvolvimento ombro, remada alta, rosca bíceps, tríceps polia), séries realizadas a 60-80%1RM	~14-18 vs. ~24-28 séries semanais por grupo muscular, comparando 5 vs. 10 séries por exercício por semana para os exercícios supino reto, puxada aberta, leg-press, avanço, desenvolvimento ombro e remada alta; para os demais, 3-4 séries	Efeitos similares para ganhos de massa magra de membros inferiores, espessura do tríceps, bíceps e da coxa entre os grupos que realizavam 5 ou 10 séries para os principais exercícios; ~14-18 e ~24-28 séries semanais por grupo muscular, respectivamente. Grupo 5-séries teve maiores ganhos de massa magra para porção superior do corpo.
(AUBE et al., 2020)	35 homens jovens treinados	8 semanas, 2x/semana, rotina A2x (agachamento, leg-press, flexão glute-ham), séries realizadas a 4-15RM	12 vs. 18 vs. 24 séries semanais para o quadríceps, comparando 3 vs. 4-5 vs. 6 séries para agachamento e leg-press por sessão	Efeitos similares para ganhos de massa muscular da coxa e espessura do quadríceps entre os grupos que realizavam 12, 18 ou 24 séries semanais por grupo muscular.
(BARCELOS et al., 2018)	20 homens jovens não-treinados	8 semanas, rotina A, 2 vs. 3 vs. 5 x/semana, 3 séries de cadeira extensora realizadas a 9-12RM	6 vs. 9 vs. 15 séries semanais para o quadríceps	Efeitos similares para ganhos de área de secção transversa do vasto lateral entre as pernas sob condições que realizavam 6, 9 ou 15 séries semanais por grupo muscular.
(BRIGATTO et al., 2019)		8 semanas, 4x/semana, rotina AB2x (A: supino reto, crucifixo	16 vs. 24 vs. 32 séries semanais por grupo muscular,	Efeito positivo de dose-resposta para ganhos de espessura do tríceps, bíceps e vasto lateral para

	27 homens jovens treinados	dumbbell, triceps polia, agachamento, cadeira extensora / B: puxada aberta, crucifixo inverso dumbbell, rosca bíceps, cadeira flexora), séries realizadas a 8-10RM	comparando 4 vs. 6 vs. 8 séries por exercício por sessão (cadeira flexora era realizada com o dobro de séries para equiparar ao volume do músculo-alvo dos outros exercícios)	os grupos que realizavam 16, 24 ou 32 séries semanais por grupo muscular.

(HACKETT et al., 2018)		12 semanas, 3x/semana, rotina ABC1x (A: supino reto, supino inclinado, puxada aberta, remada sentada / B: leg-press, avanço, cadeira extensora, cadeira flexora, panturrilha) / C: desenvolvimento ombro, remada alta, rosca bíceps, tríceps polia), séries realizadas a 60-80%1RM	~14-18 vs. ~24-28 séries semanais por grupo muscular, comparando 5 vs. 10 séries por exercício por semana para os exercícios supino reto, puxada aberta, leg-press, avanço, desenvolvimento ombro e remada alta; para os demais, 3-4 séries	Efeitos similares na massa magra entre os grupos que realizavam 5 ou 10 séries para os principais exercícios; ~14-18 e ~24-28 séries semanais por grupo muscular, respectivamente.
	12 homens jovens treinados			
(HAMMARSTRÖM et al., 2020)		12 semanas, 2-3x/semana, rotina A2-3x (leg-press, cadeira flexora, cadeira extensora), séries realizadas a 7-10RM	~5 vs. ~15 séries semanais para o quadríceps, comparando 1 vs. 3 séries por exercício por sessão	Maiores ganhos de área de secção transversa do quadríceps e massa magra para as pernas sob a condição que realizava ~15 séries semanais por grupo muscular, comparado às que realizavam ~5-séries.
	34 homens jovens não-treinados			
(HEASELGRAVE et al., 2018)		6 semanas, 1-2x/semana, rotina A1-2x (rosca bíceps, remada	9 vs. 18. vs. 27 séries semanais para o	Maiores ganhos de espessura do bíceps para o grupo que realizava 18 séries semanais por grupo

	49 homens jovens treinados	curvada, puxada supinada), séries realizadas a 10-12RM	bíceps braquial	muscular, comparado aos grupos que realizavam 9 ou 27 séries.
(MCBRIDE; BLAAK; TRIPLETT-MCBRIDE, 2003)		12 semanas, 2x/semana, rotina A2x (rosca bíceps, leg-press, crucifixo dumbbell), séries realizadas a 6-10RM	2 vs. 12 séries semanais por grupo muscular, comparando 1 vs. 6 séries por exercício por sessão	Efeitos similares na massa magra entre os grupos que realizavam 2 ou 12 séries semanais por grupo muscular.
	18 adultos jovens não-treinados			
(OLIVEIRA-JÚNIOR et al., 2020)		12 semanas, 3x/semana, rotina A3x (leg-press, cadeira extensora, cadeira flexora, panturrilha), séries realizadas a 8-12RM	9 vs. 18 séries semanais por exercício	Maiores ganhos de massa magra de membros inferiores para o grupo que realizava 18 séries semanais por exercício, comparado ao grupo que realizava 9 séries.
	26 mulheres >50-anos não-treinadas			

(OSTROWSKI et al., 1997)		10 semanas, 4x/semana, rotina ABCD1x (A: agachamento, leg-press, cadeira extensora, stiff, cadeira flexora, flexora unilateral / B: supino reto, supino inclinado, supino declinado, desenvolvimento ombro, remada alta, elevação lateral / C:	3-7 vs. 6-14 vs. 12-28 séries semanais por grupo muscular para os principais grupos analisados, comparando 1 vs. 2. vs. 4 séries por exercício por sessão	Efeitos similares na espessura do tríceps entre os grupos que realizavam 7, 14 ou 28 séries semanais para esse grupo muscular. Maiores ganhos de espessura do reto femoral para o grupo que realizava 12 séries semanais para esse grupo muscular, comparado aos grupos que realizavam 3 ou 6 séries.
	27 homens jovens treinados			

		puxada aberta, puxada fechada, remada baixa, panturrilha em pé, panturrilha no leg-press, panturrilha sentada / D: rosca bíceps, rosca Scott, rosca dumbbell, tríceps supino, tríceps polia, tríceps coice), séries realizadas a 7-12RM		
(RADAELLI et al., 2014)		20 semanas, 2x/semana, rotina A2x (cadeira extensora, puxada aberta, leg-press, rosca bíceps, cadeira flexora, supino reto, tríceps polia, abdutora, adutora, abdominal), séries realizadas a 6-20RM	4 vs. 12 séries semanais por grupo muscular para os principais grupos analisados, comparando 1 vs. 3 séries por exercício por sessão	Maiores ganhos de espessura do quadríceps, mas não do bíceps, para o grupo que realizava 12 séries semanais por grupo muscular, comparado ao grupo que realizava 4 séries.
	20 mulheres idosas não-treinadas			
(RADAELLI et al., 2015)		24 semanas, 3x/semana, rotina A3x (supino reto, leg-press, puxada aberta, cadeira extensora, desenvolvimento ombro, cadeira flexora, rosca bíceps, tríceps polia, abdominal), séries realizadas a 8-12RM	6-9 vs. 18-27 vs. 30-45 séries semanais por grupo muscular para os principais grupos analisados, comparando 1 vs. 3 vs. 5 séries por exercício por sessão	Efeito positivo de dose-resposta para ganhos de espessura do bíceps e tríceps para os grupos que realizavam 6-9, 18-27 ou 30-45 séries semanais por grupo muscular.
	38 homens jovens treinados			

(RONNESTAD et al., 2007)	11 semanas, 3x/semana, rotina A3x (leg-press, cadeira	3-6 vs. 9-18 séries semanais por grupo muscular para os principais	Maiores ganhos de área de secção transversa para músculos anteriores e posteriores da coxa, mas

	21 homens jovens não-treinados	extensora, cadeira flexora, supino reto, remada baixa, puxada aberta, rosca bíceps, desenvolvimento ombro), séries realizadas a 7-10RM	grupos analisados, comparando 1 vs. 3 séries por exercício por sessão	não para trapézio, para o grupo que realizava 9-18 séries semanais por grupo muscular, comparado ao grupo que realizava 3-6 séries.
(SCARPELLI et al., 2020)		8 semanas, 2x/semana, rotina A2x (leg-press, cadeira extensora), séries realizadas a 8-12RM	22 vs. ~24 (variação: 12–50; prescritas de forma individualizada com 20% a mais de volume-total baseado nos hábitos de treino anterior ao início do estudo) séries semanais por grupo muscular	Maiores ganhos de área de secção transversa do vasto lateral para as pernas sob a condição que realizava o TF de com volume individualizado (+20% do volume prévio; média 24 séries) comparado às que realizavam 22 séries semanais por grupo muscular.
	16 homens jovens treinados			
(SCHOENFELD et al., 2019)		8 semanas, 3x/semana, rotina A3x (supino reto, remada baixa, agachamento, leg-press, cadeira extensora), séries realizadas a 8-12RM	6-9 vs. 18-27 vs. 30-45 séries semanais por grupo muscular, comparando 1 vs. 3 vs. 5 séries por exercício por sessão	Efeito positivo de dose-resposta para ganhos de espessura do bíceps, tríceps e quadríceps para os grupos que realizavam 6-9, 18-27 ou 30-45 séries semanais por grupo muscular.
	34 homens jovens treinados			
(SERRA et al., 2018)		12 semanas, rotina A, 2 vs. 3 vs. 4 x/semana (puxada aberta, leg-press, supino reto, cadeira extensora, remada baixa, cadeira flexora, desenvolvimento ombro, abdominal), 3 séries realizadas a 10-12RM	6-12 vs. 9-18 vs. 12-24 séries semanais por grupo muscular	Efeitos similares na massa magra entre os grupos que realizavam 6-12, 9-18 ou 12-24 séries semanais por grupo muscular.
	74 adultos meia-idade não-treinados			
RM = repetição-máxima.				

Assim, a partir dos estudos identificados na presente revisão, pode ser observado que os resultados não são totalmente congruentes. De fato, “qual o número de séries semanais por grupo muscular ideal no treinamento de força para induzir hipertrofia muscular?” além de ser uma questão que todo praticante de TF que almeja esse objetivo se faz, é também um problema que gera importantes debates na literatura científica (FISHER; STEELE; SMITH, 2013; SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2017b). Segundo Carpinelli (2002), os primeiros trabalhos comparando diferentes volumes sob respostas do TF datam da década de 1960. Com cerca de mais de 60 anos depois, a literatura ainda não identificou qual a dose ideal de treino para respostas hipertróficas, bem como para saúde e força muscular (FIGUEIREDO; DE SALLES; TRAJANO, 2018; RALSTON et al., 2017).

Mesmo que ainda seja necessário ser dedicado muito esforço em trabalhos de intervenção para tentar elucidar tal situação, o objetivo do presente trabalho foi de revisar o atual estado da arte sobre o tema, a fim de apresentar recomendações atualizadas para prescrição à profissionais, bem como praticantes do TF. Um trabalho de revisão anterior já havia apresentado que realizar pelos menos 10 séries semanais por grupo muscular é necessário para a obtenção de ganhos maximizados de hipertrofia (SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2017a). Contudo, de acordo com os próprios autores, a literatura naquele momento era insuficiente para determinar quais os limites superiores dessa relação dose-resposta (SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2017a). Por esse motivo, o presente trabalho se restringiu a explorar o efeito de diferentes volumes semanais de TF com trabalhos que tivessem pelo menos um grupo de intervenção realizando >10 séries/semana.

Desses trabalhos, 9 foram conduzidos em homens treinados (AMIRTHALINGAM et al., 2017; AUBE et al., 2020; BRIGATTO et al., 2019; HACKETT et al., 2018; HEASELGRAVE et al., 2018; OSTROWSKI et al., 1997; RADAELLI et al., 2015; SCARPELLI et al., 2020; SCHOENFELD et al., 2019). Dentre eles, o trabalho de Ostrowski et al. (1997) foi o primeiro publicado sobre o tema. Nesse, os autores observaram maiores ganhos de espessura do reto femoral para o grupo que realizava 12 séries semanais (+7%) comparado aos grupos que realizavam 3 (+3%) ou 6 séries (+1%), após 10 semanas de TF. Entretanto, os ganhos de espessura do tríceps foram similares após a realização de 7 (+3%), 14 (+5%) e 28 (+5%) séries semanais. Similarmente, Amirthalingan et al. (2017) e

Hackett et al. (2018) verificaram ganhos similares de massa magra de membros inferiores para os grupos que realizavam um volume semanal por grupo muscular baixo (~14-18 séries) ou alto (~24-28 séries), ao passo que para membros superiores, o maior volume foi menos eficiente. Ainda, Heaselgrave et al. (2018) verificaram hipertrofia do bíceps braquial em uma razão de 8%, 12% e 5% para os grupos que realizavam 9, 18 e 27 séries semanais, respectivamente. Em contrapartida, Radaelli et al. (2015), Brigatto et al. (2019) e Schoenfeld et al. (2019) observaram um efeito positivo cumulativo (dose-resposta) para hipertrofia muscular entre os grupos que realizavam volumes semanais moderado-altos (6-16 séries), altos (18-27 séries) e muito altos (30-45 séries).

Um ponto interessante que distingue esses estudos e parece explicar tais divergências entre resultados é o volume por sessão. É possível notar que nos trabalhos que não verificaram efeitos adicionais expressivos com maiores volumes (> ~18 séries semanais), os sujeitos realizavam todo o volume da semana para o grupo muscular analisado em somente um treino (AMIRTHALINGAM et al., 2017; HACKETT et al., 2018; OSTROWSKI et al., 1997). Por outro lado, nos trabalhos de Radaelli et al. (2015), Brigatto et al. (2019) e Schoenfeld et al. (2019), as >~30 séries semanais foram divididas respectivamente em 3, 2 e 3 sessões de TF na semana. Juntos, esses trabalhos reforçam a meta-análise anterior que indicou que realizar >10 é melhor que <10 séries por grupo muscular por semana (SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2017a), e sugerem que talvez realizar ~10 séries por grupo muscular por sessão, 2-3x/semana, seja o volume ideal para induzir ganhos otimizados de hipertrofia, de modo que realizar um volume maior do este tenda a não resultar em ganhos adicionais. De fato, no trabalho de Heaselgrave et al. (2018), o grupo 18-séries treinava 2x/semana e obteve o dobro de resultados comparado ao grupo 9-séries, que treinava 1x/semana. Contudo, o grupo que realizava 27 séries não obteve maiores resultados; hipoteticamente esperado pelo aumento do volume.

A diferença nas respostas hipertróficas entre estudos pode ser explicada por diferenças nos protocolos de treino (GRGIC et al., 2017), entretanto, (sem adentrar no mérito de discutir pequenas diferenças metodológicas entre estudos para tentar entender os diferentes resultados) em estudos com indivíduos treinados, o principal fator que pode interferir na magnitude dos resultados é a experiência prévia dos participantes. Isto é, considerando que, geralmente, são atribuídos volumes de

treinamento padrões (não-individualizados) aos sujeitos, é possível que eles sejam aleatorizados para realizar um volume menor, igual ou maior ao volume de suas rotinas de treinamento anteriores ao início da pesquisa. Logo, um sujeito que já estivesse treinando com volumes altos pode não ter a mesma resposta que um sujeito treinando com volumes baixos. Ou seja, considerando uma situação hipotética no qual um grupo é alocado para realizar 15 séries, mas estava acostumado a treinar com 10 séries, e um outro grupo é alocado para realizar 30 séries, mas estava acostumado a treinar com 45, é possível que, devido ao princípio da sobrecarga, o grupo 15-séries obtenha melhores resultados do que o grupo 30-séries, apesar de performar metade do volume.

Nesse sentido, Scarpelli et al. (2020) conduziram, em 16 homens treinados (~5 anos de experiência em TF), oito semanas de treinamento (2x/semana, leg-press 45° e cadeira extensora, unilateral, séries de 8-12RM) com o objetivo de comparar os efeitos de dois protocolos: uma perna de cada sujeito realizava o treino com volume de TF padronizado (22 séries semanais), e a outra perna realizava o treino com o volume individualizado (determinado em +20% do volume prévio, conforme avaliado por um registro de treinamento auto-relatado das 2 semanas anteriores de treinamento ao início do estudo). Na condição volume-individualizado, a média de séries semanais realizadas foi de 20 séries (variando de 12 a 30); ou seja, os sujeitos antes do início do estudo realizavam aproximadamente 17 séries (variando de 10 a 25) e tiveram uma progressão de 2-5 séries. Após o período de treinamento, a condição volume-padrão resultou em um ganho de 6% da área de secção transversa do vasto lateral do quadríceps, enquanto a condição volume-individualizado resultou em ganhos significativamente maiores, de 10%. Ainda, os autores apontaram a partir da análise das respostas individuais que a maioria dos sujeitos se beneficiou da realização de um número individualizado de séries, mesmo, em alguns casos, tendo realizado um número maior de séries no protocolo volume-padrão. Por exemplo, para um dos sujeitos, realizar as 22 séries sob a condição volume-padrão representou 12 séries a mais do ele era habituado, e realizar somente 2 séries a mais sob a condição volume-individualizado promoveu melhores resultados.

Aube et al. (2020) apresentaram resultados similares ao de Scarpelli et al. (2020) com relação à importância da progressão individualizada de volume. Nesse, 35 homens treinados (pelo menos 3 anos de experiência em TF) foram submetidos

a oito semanas de treinamento (2x/semana, 3 exercícios), onde realizaram 12, 18 ou 24 séries semanais para o quadríceps. Os autores verificaram respostas similares para a massa magra da coxa entre os grupos 12-séries (+3%), 18-séries (+4%) e 24-séries (+5%), bem como em medidas de espessura do quadríceps. Em seguida, os autores realizaram uma análise exploratória, no qual sub-categorizaram os sujeitos em três grupos de acordo com o ganho de massa muscular obtido, independentemente do grupo que haviam sido alocados na intervenção. Com isso, foi observada uma relação dose-resposta para a hipertrofia e o número de séries adicionais comparado ao volume habitual antes da intervenção, de modo que os grupos-tercis que tiveram menores (+1%), médios (+5%) e maiores (+14%) ganhos hipertróficos, tiveram um aumento de 2, 4, e 7 séries em suas rotinas de TF.

Desse modo, os achados dos estudos de Scarpelli et al. (2020) e Aube et al. (2020) sugerem que uma progressão moderada de volume (~20-30% a cada bloco de 8 semana) seja mais benéfica do que uma progressão abrupta, e que aumentos bruscos no volume do TF nem sempre podem resultar em ganhos mais expressivos de hipertrofia, devido a um provável efeito-teto na relação dose-resposta. Similarmente, em um artigo de revisão crítica, Schoenfeld e Grgic (2018) propuseram que o volume talvez deva ser manipulado e periodizado com base nas respostas individuais a fim de gerar os melhores resultados. O volume inicial a ser prescrito não necessariamente precisa ser o maior que gere as maiores respostas; iniciar com volumes mais baixos (<10 séries por grupo muscular por semana) para depois progredir gradualmente parece ser uma opção mais viável (AUBE et al., 2020; SCARPELLI et al., 2020; SCHOENFELD; GRGIC, 2018).

Os estudos em indivíduos não-treinados incluídos na presente revisão parecem favorecer tais percepções. Os trabalhos de Barcelos et al. (2018), McBride, Blaak e Triplett-McBride (2003) e Serra et al. (2018) verificaram ganhos similares de hipertrofia com <10 e >10 séries semanais após 8-12 semanas de TF. Radaelli et al. (2014) também notaram aumentos na espessura do quadríceps femoral e do bíceps braquial após 6 e 13 semanas de TF em mulheres idosas não-treinadas, ao passo que na 20ª semana de treinamento, o grupo que realizava 12 séries obteve maiores ganhos de hipertrofia do quadríceps, comparado ao grupo que realizava somente 4 séries. Esses achados adicionam à noção de que um volume baixo-moderado (<10 séries) seja tão eficiente quanto um volume moderado-alto (10-20 séries) nos primeiros estágios do TF. No entanto, a falta de trabalhos com

compararem volumes maiores que 20 séries semanais por grupo muscular impossibilita que seja identificado qual o volume máximo que pode ser realizado antes de se atingir o platô de dose-resposta.

Esses resultados também auxiliam em identificar que talvez haja um volume ideal por grupo muscular por sessão; que este possa estar em 5-10 séries, obtido através da realização de diferentes exercícios. Isto é, por exemplo, Barcelos et al. (2018) e McBride, Blaak e Triplett-McBride (2003) treinaram os sujeitos com somente 1 exercício por grupo muscular e verificaram resultados similares entre os grupos baixo- (<10) e alto-volume (>10), ao passo que outros trabalhos que verificaram benefícios adicionais em realizar mais que 10 séries por semana, o volume foi obtido a partir da realização de 2-3 diferentes exercícios (HAMMARSTRÖM et al., 2020; OLIVEIRA-JÚNIOR et al., 2020; RADAELLI et al., 2014; RONNESTAD et al., 2007). Isso parece ser plausível a partir do ponto de vista que diferentes exercícios podem induzir hipertrofia em diferentes partes do mesmo grupo muscular (FONSECA et al., 2014). Logo, se cada exercício induz respostas em diferentes porções, a realização de mais de 1 exercício pode ser importante em uma análise das respostas hipertróficas do músculo como um todo (FIGUEIREDO; DE SALLES; TRAJANO, 2018). Diferente dos outros estudos mencionados (BARCELOS et al., 2018; MCBRIDE; BLAAK; TRIPLETT-MCBRIDE, 2003), Ronnestad et al. (2007), Oliveira-Júnior et al. (2020) e Hammarström et al. (2020) observaram melhores respostas hipertróficas com 5-6 séries por sessão comparado à 1-3 séries após 11-12 semanas de TF realizado em diferentes exercícios, 2-3x/semana. Os resultados dos estudos de Amirthalingan et al. (2017) e Hackett et al. (2018) favorecem tais ideias. Em ambos trabalhos, a condição de alto volume foi obtida com a realização de 10 séries em um único exercício na mesma sessão, e isso chegou a ser prejudicial para alguns músculos.

Deste modo, considerando a dose-resposta observada em alguns estudos (BRIGATTO et al., 2019; SCHOENFELD et al., 2019), mas principalmente com a adição de volume em indivíduos treinados (AUBE et al., 2020), alguns indivíduos poderiam entender que a progressão de volume resulte em progressivamente mais resultados de maneira ilimitada. Contudo, após um determinado longo período praticando o TF e progredindo em volume, a progressão pode ser improdutiva, além de resultar em uma duração impraticável de treino. Com isso, a ideia de variar/periodizar o volume ao longo do tempo parece ser interessante

(SCHOENFELD; GRGIC, 2018). Baseado nos trabalhos disponíveis até o momento, essa progressão de volume pode ser até 30-45 séries por grupo muscular por semana, fracionada em 2-3 sessões semanais e em diferentes exercícios. Assim, após um período treinando com tal dose, outro com menor volume (~5 séries) talvez seja necessário, para, em seguida iniciar mais um novo protocolo periodizado de TF voltado para a hipertrofia (SCHOENFELD; GRGIC, 2018).

Futuros estudos ainda são necessários e devem testar diferentes periodizações de volume para oferecerem melhores conclusões nesse assunto. Nesse mesmo sentido, embora a meta-análise anterior identificou que fatores como idade, sexo, e status de treinamento não exerceram influência significativas nos resultados de dose-resposta volume-hipertrofia (SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2017a), é estabelecido que esses fatores possam de fato impactar na magnitude das respostas (ACSM, 2009). A falta de diferenças entre essas populações para esses resultados talvez se deva pelo número reduzido de estudos conduzidos além de homens jovens. Futuros trabalhos com cada uma das populações em específicos devem ser conduzidos para oferecerem recomendações mais precisas.

5. CONCLUSÃO

A partir dos estudos apresentados nessa revisão foi possível identificar que a progressão do volume semanal, se mostra mais eficiente quando o histórico de treinamento do indivíduo é levado em consideração. Porém, para indivíduos treinados, foi possível concluir que um mínimo de 10 séries semanais por grupo muscular há de ser realizado, enquanto, para iniciantes, o volume deve se iniciar no entorno de 2 – 3 séries por exercício e progredir gradualmente, de acordo com as respostas dos indivíduos. A distribuição das sessões de treino (2 – 3x/semana) e diferentes exercícios, se mostram mais eficientes em relação as respostas hipertróficas. Após esse período, progredir o volume gradualmente de 20-50% talvez seja ideal até se atingir um platô; em seguida, sugere-se que se reinicie a periodização do TF, novamente com um volume menor. Esses resultados foram obtidos em trabalhos com duração de aproximadamente 12 semanas em diferentes populações.

6. REFERÊNCIAS

ACSM. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 3, p. 687–708, 2009.

AMIRTHALINGAM, T. et al. Effects of a modified German Volume Training program on muscular hypertrophy and strength. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 11, p. 3109–3119, 2017.

ARRUDA, A. et al. Reliability of meta-analyses to evaluate resistance training programmes. **Journal of Sports Sciences**, v. 35, n. 20, p. 1982–1984, 2016.

AUBE, D. et al. Progressive resistance training volume: Effects on muscle thickness, mass, and strength adaptations in resistance-trained individuals. **Journal of Strength and Conditioning Research**, p. ahead of print, 2020.

BARCELOS, C. et al. High-frequency resistance training does not promote greater muscular adaptations compared to low frequencies in young untrained men. **European Journal of Sport Science**, v. 18, n. 8, p. 1077–1082, 2018.

BAZ-VALLE, E.; FONTES-VILLALBA, M.; SANTOS-CONCEJERO, J. Total number of sets as a training volume quantification method for muscle hypertrophy: A systematic review. **Journal of Strength and Conditioning Research**, p. Ahead of print, 2018.

BRIGATTO, F. A. et al. High resistance-training volume enhances muscle thickness in resistance-trained men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, p. ahead of print, 2019.

CARPINELLI, R. N. Berger in retrospect: Effect of varied weight training programmes on strength. **British Journal of Sports Medicine**, v. 36, n. 5, p. 319–324, 2002.

CARPINELLI, R. N. Challenging the American College of Sports Medicine 2009 Position Stand on resistance training. **Medicina Sportiva**, v. 13, n. 2, p. 131–137, 2009.

CRUZ-JENTOFT, A. J.; SAYER, A. A. Sarcopenia. **The Lancet**, v. 393, n. 10191, p. 2636–2646, 2019.

DANKEL, S. J. et al. Training to fatigue: The answer for standardization when assessing muscle hypertrophy? **Sports Medicine**, v. 47, n. 6, p. 1021–1027, 2017.

FIGUEIREDO, V. C.; DE SALLES, B. F.; TRAJANO, G. S. Volume for muscle hypertrophy and health outcomes: The most effective variable in resistance training.

Sports Medicine, v. 48, n. 3, p. 499–505, 2018.

FISHER, J. P.; STEELE, J.; SMITH, D. Evidence-based resistance training recommendations for muscular hypertrophy. **Medicina Sportiva**, v. 17, n. 4, p. 217–235, 2013.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 5a. ed. [s.l.] Artmed, 2017.

FONSECA, R. M. et al. Changes in exercises are more effective than in loading schemes to improve muscle strength. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 11, p. 3085–3092, 2014.

GRGIC, J. et al. The effects of short versus long inter-set rest intervals in resistance training on measures of muscle hypertrophy: A systematic review. **European Journal of Sport Science**, v. 17, n. 8, p. 983–993, 2017.

HACKETT, D. A. et al. Effects of a 12-week Modified German Volume Training program on muscle strength and hypertrophy - a pilot study. **Sports (Basel)**, v. 6, n. 1, p. 7, 2018.

HAMMARSTRÖM, D. et al. Benefits of higher resistance-training volume depends on ribosome biogenesis. **Journal of Physiology**, v. 598, n. 3, p. 543–565, 2020.

HAUN, C. T. et al. A critical evaluation of the biological construct skeletal muscle hypertrophy: Size matters but so does the measurement. **Frontiers in Physiology**, v. 10, p. 247, 2019.

HEASELGRAVE, S. R. et al. Dose-response of weekly resistance training volume and frequency on muscular adaptations in trained males. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, p. ahead of print, 2018.

KRIEGER, J. W. Single vs. multiple sets of resistance exercise for muscle hypertrophy: A meta-analysis. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 4, p. 1150–1159, 2010.

MCBRIDE, J. M.; BLAAK, J. B.; TRIPLETT-MCBRIDE, T. Effect of resistance exercise volume and complexity on EMG, strength, and regional body composition. **European Journal of Applied Physiology**, v. 90, n. 5–6, p. 626–632, 2003.

OLIVEIRA-JÚNIOR, G. N. et al. Resistance training volume enhances muscle hypertrophy, but not strength in postmenopausal women: A randomized controlled trial. **Journal of Strength and Conditioning Research**, p. ahead of print, 2020.

OSTROWSKI, K. J. et al. The effect of weight training volume on hormonal and muscular size and function. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.

11, n. 1, p. 148–154, 1997.

PETERSON, M. D.; SEN, A.; GORDON, P. M. Influence of resistance exercise on lean body mass in aging adults: A meta-analysis. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 43, n. 2, p. 249–258, 2011.

RADAELLI, R. et al. Time course of low- and high-volume strength training on neuromuscular adaptations and muscle quality in older women. **Age**, v. 36, n. 2, p. 881–892, 2014.

RADAELLI, R. et al. Dose-response of 1, 3, and 5 sets of resistance exercise on strength, local muscular endurance, and hypertrophy. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 5, p. 1349–1358, 2015.

RALSTON, G. W. et al. The effect of weekly set volume on strength gain: A meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 47, n. 12, p. 2585–2601, 2017.

RONNESTAD, B. R. et al. Dissimilar effects of one- and three-set strength training on strength and muscle mass gains in upper and lower body in untrained subjects. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 21, n. 1, p. 157–163, 2007.

SCARPELLI, M. C. et al. Muscle hypertrophy response is affected by previous resistance training volume in trained individuals. **Journal of Strength and Conditioning Research**, p. ahead of print, 2020.

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

SCHOENFELD, B. J. **Science and development of muscle hypertrophy**. 1. ed. [s.l.] Human Kinetics, 2016.

SCHOENFELD, B. J. et al. Strength and hypertrophy adaptations between low- versus high-load resistance training: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 12, p. 3508–3523, 2017.

SCHOENFELD, B. J. et al. Resistance training volume enhances muscle hypertrophy but not strength in trained men. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 51, n. 1, p. 94–103, 2019.

SCHOENFELD, B. J.; GRGIC, J. Evidence-based guidelines for resistance training volume to maximize muscle hypertrophy. **Strength and Conditioning Journal**, v. 40, n. 4, p. 107–112, 2018.

SCHOENFELD, B. J.; GRGIC, J.; KRIEGER, J. W. 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**, v. 37, n. 11, p. 1286–1295, 2019.

SCHOENFELD, B. J.; OGBORN, D.; KRIEGER, J. W. Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Sports Sciences**, v. 35, n. 11, p. 1073–1082, 2017a.

SCHOENFELD, B. J.; OGBORN, D.; KRIEGER, J. W. The dose–response relationship between resistance training volume and muscle hypertrophy: Are there really still any doubts? **Journal of Sports Sciences**, v. 35, n. 20, p. 1985–1987, 2017b.

SERRA, R. et al. The influence weekly resistance training frequency on strength and body composition. **International Journal of Sports Science**, v. 8, n. 1, p. 19–24, 2018.