

9 - Qual a variável que melhor explica as adaptações do treinamento de força?

Andre Lopes^{1,2},
Jonathan Stiven Chavarro Rodríguez¹,
Phelipe Raphael Marques de Melo Freitas Santos¹,
Gustavo dos Santos Ribeiro^{1,3},
Randhall Bruce Carteri^{1,2,4}.

1Instituto Sul-Brasileiro de Cursos e Qualificações (ISULBRA)/Faculdades QI, Porto Alegre, Brasil

2Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil.

3Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA), Porto Alegre, Brasil.

4Centro Universitário Metodista – Instituto Porto Alegre (IPA), Porto Alegre, Brasil.

Autor correspondente: Dr. André Luiz Lopes
Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX) - Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança
(ESEFID) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Rua Felizardo, 750 – Jardim Botânico – Porto Alegre – RS – Brasil
CEP: 90690-200
Telefone: + 55 51 3308.5861
E-mail: andregym23@gmail.com

doi: 10.16887/90.a3.143

RESUMO

O treinamento de força (TF) tem ganhado importância na saúde e desempenho devido duas características de promover adaptações importantes em seres humanos. O entendimento das variáveis chave de controle dessas adaptações passa a ser um ponto importante para utilização do TF para diferentes objetivos. A literatura científica tem trazido muitas descobertas interessantes sobre variáveis de volume, carga e intensidade. Os estudos têm revisado fatores de influência como: frequência de treinamento (número de sessões), quantidade de exercícios por músculo, número de séries, número de repetições, intervalo entre as séries e tempo de tensão (duração da repetição). Considerando a complexidade de estímulos fisiológicos do exercício, o volume, a carga e a intensidade estão relacionados com o gasto energético total. Sendo assim, verificamos na literatura se o trabalho total do treinamento de força pode explicar a resposta dose-dependente das adaptações hipertroficas e de força. Para identificar uma possível relação entre as variáveis de periodização do treinamento de força, trabalho total de treinamento e adaptações fisiológicas, fizemos uma revisão de literatura usando estudos publicados no período entre 1980 a novembro de 2019, nos idiomas Português, Inglês e Espanhol. De uma maneira geral, conclui que há uma correlação entre trabalho total, hipertrofia e força muscular de forma dose-dependente.

Palavras chave: Hipertrofia muscular, força muscular, treinamento físico, trabalho total, periodização do treinamento.

ABSTRACT

Strength training (ST) has gained importance in health and performance due to two characteristics of promoting important adaptations in humans. Understanding the control variables of these adaptations becomes an important issue for prescribing ST for different purposes. The scientific literature has brought many interesting findings about variations in volume, load and intensity. Studies have reviewed influence factors such as weekly training frequency (number of sessions), number of exercises per muscle, number of sets, number of repetitions, interval between sets and time of tension (repetition duration). Considering the complexity of exercise-induced physiological stimuli, volume, load and intensity are related to total energy expenditure. Thus, we aimed to review the literature involving the dose-dependent hypertrophic and strength adaptations to ST, focusing in the total volume-load. To identify a possible relationship between the ST variables, the total volume-load and the applied physiological adaptations, this literature review used studies published between 1980 and November 2019 in Portuguese, English and Spanish. Overall, this review concludes that there is a correlation between total work, hypertrophy and dose-dependent muscle strength.

Keywords: Muscle hypertrophy, muscle strength, physical training, total work, training periodization.

RESUMEN

El entrenamiento de fuerza (EF) ha ganado importancia en la salud y desempeño debido a sus características de promover adaptaciones importantes en seres humanos. El entendimiento de las variables claves de control de esas adaptaciones se torna un punto importante para la utilización del EF para diferentes objetivos. La literatura científica ha traído considerables descubrimientos sobre variables de volumen, carga e intensidad. Los estudios han revisado factores de influencia como: frecuencia de entrenamiento (número de sesiones), cantidad de

ejercicios por músculo, número de series, número de repeticiones, intervalo entre las series y tiempo de tensión (duración de la repetición). Considerando la complejidad de estímulos fisiológicos del ejercicio, el volumen, la carga y la intensidad están relacionadas con el gasto energético total. Siendo así, verificamos en la literatura si el trabajo total del entrenamiento de fuerza puede explicar la respuesta dosis-dependiente de las adaptaciones hipertróficas y de fuerza. Para identificar una posible relación entre las variables de periodización el entrenamiento de fuerza, trabajo total de entrenamiento y adaptaciones fisiológicas, realizamos una revisión de la literatura usando estudios publicados en el periodo de 1980 a noviembre de 2019, en los idiomas portugués, inglés y español. De una manera general, se concluye que hay una correlación entre trabajo total, hipertrofia y fuerza muscular de forma dosis-dependiente.

Palabras clave: Hipertrofia muscular, fuerza muscular, entrenamiento físico, trabajo total, periodización del entrenamiento.

RÉSUMÉ

L'entraînement de force a gagné en importance pour la santé et le développement du fait de deux caractéristiques qui favorisent des adaptations importantes pour les êtres humains. La compréhension des variables de contrôle relatives à ces adaptations devient un élément important pour la réalisation de l'entraînement de force pour différents objectifs. La littérature scientifique a apporté de nombreuses découvertes intéressantes à propos des variables du volume, du poids et de l'intensité. Les études ont examiné des facteurs d'influences comme la fréquence de l'entraînement (nombre de sessions), la quantité d'exercices par muscle, le nombre de séries, le nombre de répétition, l'intervalle entre les séries et le temps de tension (durée de la répétition). Prenant en considération que la complexité des stimulations physiologiques de l'exercice, le volume, le poids et l'intensité sont liés à la dépense totale d'énergie ; nous vérifions dans la littérature si le travail total de l'entraînement de force peut expliquer la réponse, dépendant de la dose, des adaptations hypertrophiques et de forces. Pour identifier une possible relation entre les variables périodiques de l'entraînement de force, le travail total de l'entraînement et les adaptations physiologiques, nous avons fait une révision de la littérature en utilisant les études en portugais, anglais et espagnol publiées entre 1980 et novembre 2019. D'une manière générale, nous concluons qu'il y a une corrélation entre le travail total, l'hypertrophie et la force musculaire dépendant de la dose.

Mots clés : Hypertrophie musculaire, force musculaire, entraînement physique, travail total, périodicité de l'entraînement

INTRODUÇÃO

A ciência do exercício físico tem sido importante para diferentes descobertas sobre desempenho e saúde. Estudos científicos têm contribuído para o entendimento dos efeitos das demandas metabólicas do exercício físico e suas adaptações no organismo humano de forma a ajudar no entendimento de diversos mecanismos adaptativos. Tradicionalmente o exercício físico tem sido prescrito conforme zonas de intensidade, podendo ser classificado por zonas sub-aeróbia, aeróbia extensiva, aeróbia intensiva e anaeróbia (American College of Sports *et al.*, 2018).

Tais zonas refletem as intensidades: baixa, média e alta ou o metabolismo predominante; oxidativo, glicolítico e fosfagênico. Essas classificações permitem, de certa forma, que a prescrição do exercício físico promova adaptações específicas conforme a necessidade do esporte ou objetivo que se deseja alcançar. No que diz respeito ao alto desempenho esportivo, essas prescrições, por zonas, têm se mostrado importantes para alcançar os melhores resultados, contemplando o que chamamos de especificidade de treinamento. Adicionalmente, o volume do treinamento tem sido mostrado como primordial para adaptações crônicas, sendo imprescindível sua prescrição e monitoramento adequados.

Ao considerarmos a complexidade de estímulos fisiológicos do exercício, o volume e a intensidade passam a estar relacionados com o gasto energético total do exercício. De maneira geral, o gasto energético pode ser identificado por meio de equivalentes metabólicos (MET), que levam em conta principalmente a quantidade de oxigênio consumido, massa corporal do indivíduo e o tempo para o desempenho da atividade (Ainsworth *et al.*, 2000). Ainda, podemos indicar o consumo de oxigênio excessivo pós-exercício (EPOC), período após o exercício em que o corpo segue realizando funções e adaptações, gerando gasto energético, mesmo em repouso após uma sessão de exercício físico (Tucker *et al.*, 2016).

Sobre esse assunto a literatura tem trazido informações interessantes sobre os efeitos do exercício e a prescrição de treinamento para saúde e bem-estar. Estudos epidemiológicos demonstram uma relação positiva entre a energia total gasta por meio do movimento e os resultados em saúde. Alguns desses achados nos permitem especular que, gastar mais energia (trabalho total), gera menor risco de mortalidade por todas as causas (Haapanen *et al.*, 1996), morbimortalidade cardiovascular (Paffenbarger *et al.*, 1986; Jeong *et al.*, 2019) e diversos tipos de câncer (Heywood *et al.*, 2018).

Marcadores bioquímicos e metabólicos como Glicose, Insulina e perfil Lipídico, têm sido afetados pelo gasto energético total e associados com a prevenção e tratamento de doenças que alteram tais marcadores. A maioria dos estudos tem verificado atividades intermitentes como caminhadas, subir e descer escadas, jardinagem e trabalhos de manutenção em geral (Paffenbarger *et al.*, 1986; Jeong *et al.*, 2019), mas alguns trabalhos mostram

que atividades intervaladas também podem exercer efeito positivo nesses marcadores (Roxburgh *et al.*, 2014; Tschentscher *et al.*, 2016). Estes estudos supracitados mostram uma possível relação inversa entre gasto energético da atividade física/exercício físico e o aparecimento de doenças, ou seja, maior gasto energético menos chance de aparecimento de doenças.

A maioria dos estudos que relacionam os efeitos do gasto energético são com atividades de característica oxidativa, e pouco se relaciona esses achados com relação a desempenho de força e hipertrofia. Entretanto, estudos mais recentes na literatura apontam para uma relação de dose-resposta que mostra que aumentos no gasto energético total sejam cruciais para maximizar o resultado em hipertrofia e força muscular (Schoenfeld *et al.*, 2017; Morton *et al.*, 2019). Algumas metanálises recentes sobre esse tópico reforçam essa possível relação, embora a maioria dos estudos tenha sido realizada em indivíduos não treinados (Marshall *et al.*, 2011; Ralston *et al.*, 2017). Entretanto, a análise das respostas agudas e crônicas do exercício físico não está claramente discutida do ponto de vista de gasto energético total e adaptações fisiológicas no que tange o desempenho físico de forma geral.

Dessa forma, levantamos a seguinte pergunta: O gasto energético total (trabalho total) explica os resultados do exercício físico na hipertrofia e força? Para responder essa pergunta fizemos uma revisão de literatura para verificar os efeitos do gasto energético total por meio da equalização de trabalho total de treinamento sobre parâmetros de força e hipertrofia muscular. Fizemos uma pesquisa nos principais buscadores científicos para reunir os achados relacionados ao tema para compilarmos nessa revisão.

Efeito da equalização do gasto energético sobre a força e hipertrofia muscular

Ao entendermos que o organismo humano precisa de energia para promover trabalho passamos a entender que a demanda energética do treinamento é fundamental para o sucesso esportivo. Energia é fundamental para erguer as cargas e manter o músculo em exposição a elas, bem como para recuperação do estresse gerado por essas cargas. Toda vez que calculamos errado ou não calculamos essa variável, gasto energético total, podemos levar a prescrição de treinamento para um caminho equivocado no que tange os fenômenos adaptativos. As consequências disso podem variar em; gerar comparações e conclusões equivocadas sobre as melhores escolhas dos diferentes protocolos de treinamento e seus reais efeitos sobre o organismo humano. Em 1994, Daniel Barker *et al.*, foram pioneiros em sugerir que, quando equalizado o volume e a intensidade relativa (1RM), os resultados para protocolos não periodizados, periodizados de forma ondulatória ou linear para força e hipertrofia apresentariam resultados adaptativos similares. Nesse estudo, eles alocaram 33 sujeitos com experiência mínima de 6 meses no treinamento de força em 3 grupos. Controle não periodizado (GC), Periodização linear (GL) e Periodização ondulatória (GO) sendo que ao final só 22 sujeitos terminaram as 12 semanas de estudo. Os resultados em força 1RM no agachamento foram 26,1; 27,7 e 28,4 % e no supino 12,5; 11,6 e; 16,4% para o GC, GL e GO respectivamente. Resultados similares foram encontrados no ganho de massa livre de gordura. Cabe ressaltar que, mesmo os autores usando um método de análise da composição corporal com muitas limitações é um estudo que traz dados importantes sobre os resultados semelhantes quando o volume de trabalho total é equivalente. Um desafio desde então passou a ser realizar cálculos que permitissem o controle mais preciso do gasto energético ou do volume total do treinamento. Figueiredo *et al.* (Figueiredo *et al.*, 2018), evidenciaram em sua revisão uma consistente evidência sobre a relação dose-resposta entre o volume do TF e as adaptações fisiológicas nos resultados em saúde e hipertrofia muscular. Os autores acrescentam que o volume e a variável determinante nos efeitos de hipertrofia e na saúde. Esses resultados nos sugerem que o trabalho total realizado possa ter correlação positiva na magnitude das adaptações de força e hipertrofia muscular.

Em estudo de 2009 randomizado e cruzado, McBride *et al.* (McBride *et al.*, 2009) verificaram a melhor forma de calcular a demanda de treinamento e associar aos resultados obtidos. Isso permitiu verificar qual ferramenta de cálculo seria mais eficiente para controlar os resultados do treinamento de força. Para realizar tal comparação os autores usaram 4 métodos diferentes de cálculo de treinamento: *Volume Load* (VL), Volume Total da Força Dinâmica Máxima (MDSVL), Tempo sobre tensão (TUT) e Trabalho Total (TT). Para participar do estudo foram selecionados 10 sujeitos com experiência em treinamento de Força com boa técnica de execução do exercício agachamento. Três protocolos experimentais foram realizados de forma aleatória, sendo que entre cada sessão se permitiu uma semana de intervalo. Protocolo 1 Hipertrofia: 4 Séries 10 Rep ao 75% de 1RM e intervalo de 90 segundos. Protocolo 2 Força: 11 series de 3 repetições ao 90% de 1RM com intervalo de 5 minutos. Protocolo 3 Potência: 8 séries de 6 repetições de *squash jump* com só a massa corporal (0 kg). Equações de Volume aplicadas: VL: (Repetições x Carga (kg)); MDSVL: (Repetições x (Massa Corporal - Massa da barra) x carga (kg)); TUT: Foi contabilizado o tempo total das duas fases de movimento em segundos e milissegundos. TT: Foi calculado em *joules* somando o trabalho durante a fase excêntrica e concêntrica a cada repetição. Os resultados mostraram não haver diferença significativa do VL em força e hipertrofia, já na potência, não pode ser mostrado estaticamente, pois a carga foi 0 kg. O mesmo foi encontrado na comparação com o MDSVL em força e hipertrofia, embora no treinamento de potência tenha sido significativamente menor o volume total. TUT foi significativamente diferente em todos os protocolos. Os valores para TT não foram significativamente diferentes. A exceção da análise usando

o TT, os outros métodos mostraram discrepâncias na quantificação do volume. Os autores então sugerem que o Trabalho Total (TT) é o método mais apropriado para determinar o volume no treinamento de força.

É comum que os estudos tragam os cálculos de controle de carga baseados em valores percentuais de 1 repetição máxima (1RM). Essa metodologia é amplamente usada e aceita na literatura trazendo ótimas perspectivas de controle do treinamento. Cameron et al (Mitchell *et al.*, 2012) verificaram que a prescrição usando %1RM não explica, pelo menos sozinha, os ganhos de hipertrofia muscular. Os autores recrutaram 18 homens que tiveram os membros inferiores randomicamente alocados em duas de três condições em extensão de joelho: Condição A: uma série com 80% de 1RM (CA); Condição B: três séries com 80% de 1RM(CB); Condição C; três séries com 30% de 1RM (CC). Todas as séries foram realizadas até a falha muscular. Os autores coletaram amostras de músculo esquelético por meio de biopsias depois da primeira sessão e após 10 semanas de exposição ao treinamento para verificar os ganhos. Os resultados mostram que houve aumento significativo na hipertrofia em comparação ao estado basal nos três protocolos. Os aumentos em força foram maiores nas condições A e B em comparação a condição C. Cargas com intensidade de 30% e 80% quando levados até a falha não mostraram diferenças na magnitude da hipertrofia, evidenciado com ressonância magnética e área da fibra muscular. Esses resultados sugerem que o volume adicional em séries pode resultar em uma hipertrofia maior o que faz com que tenhamos uma relação de dose resposta parecida com a encontrada em marcadores de saúde. O gasto energético maior leva a mais adaptações estruturais no musculo esquelético. Aguiar et al.(Aguiar *et al.*, 2015) encontraram maior resposta hipertrofica, força e resistência muscular quando adicionaram a um protocolo de força tradicional um set em exercício com 20% de 1RM até a falha antes de iniciar cada sessão, sendo que treinavam 2 vezes na semana 3 series de 8-12 repetições ao 75% de 1RM durante 8 semanas, o que mostrou claramente que quando se aumenta o volume é maior a resposta adaptativa. Assim, fica evidente que o volume é a variável mais importante a ser controlada ao comparar os resultados de diferentes intervenções objetivando força e hipertrofia em diferentes populações. Pois ao usarmos valores de % de 1RM estaremos gerando um impacto de gasto energético muito parecido entre as intervenções.

Equalizar o volume promove resultados similares independente de outras variáveis da prescrição?

A eficiência da prescrição do treinamento de força envolve a manipulação de diferentes variáveis agudas para induzir as adaptações desejadas. Especificamente, devemos citar os elementos de volume: Frequência semanal, número de exercícios, número de séries por músculo, repetições, intervalos e velocidade de execução (American College of Sports *et al.*, 2018). A carga é um elemento importante que deve ser considerado como intensidade ou como parte da intensidade, pois suas magnitudes influenciam diretamente no gasto energético total. Nesse contexto, existem diferentes metodologias para prescrever manipulando tais variáveis visando principalmente hipertrofia, força e potência muscular (Bird *et al.*, 2005).

Diferentes metodologias de treinamento de força

Schoenfeld et al (Schoenfeld *et al.*, 2014) comparou dois tipos de treinamentos comumente usados na pratica do treinamento de força: fisiculturismo (HT) e Power lifting (ST) para o qual equalizaram o volume total com a intenção de investigar a resposta em força e hipertrofia em homem treinados de idade (idade = 23.2 ± 2.7 anos; faixa de idade = 20–31 anos; massa corporal = 81.4 ± 13.4 kg). Os dois grupos foram randomizados e alocados 10 sujeitos para cada um dos grupos sendo que ao final (N=8) no grupo ST e (N=9) no grupo HT concluíram o protocolo realizado por 8 (oito) semanas. Segundo os autores a carga semanal total levantada (em média) para ST vs. HT foi de $673 \text{ kg} \cdot \text{kg}^{-1}$ e $654 \text{ kg} \cdot \text{kg}^{-1}$ respectivamente. Os resultados encontrados mostram que não houve diferença significativa entre os grupos para força e hipertrofia e, nesse último quesito, ainda quando ajustado com os níveis basais como uma co-variável, embora tenha havido uma tendência de superioridade em força em ST quando comparado a HT. Entretanto, apesar de sugerir que equiparar o volume, poderia ajudar a equiparar o trabalho total realizado dado que ele considera relativamente bem no trabalho, não foram avaliadas as distâncias percorridas nem a forças reais exercidas o que não permite afirmar que o trabalho total foi plenamente equalizado. Esses dados também corroboram o encontrado no estudo de Klemp, et al (Klemp *et al.*, 2016), de 2016. Este grupo de pesquisadores estudou diferentes modelos usualmente usados para hipertrofia, também equalizando o volume, querendo saber se poderia ter alguma diferença um programa de 8 semanas realizadas com alto número de repetições (12,10,8) e baixo número de repetições (6,4,2) e logo evidenciar que, quando equalizado o volume, a resposta em força e hipertrofia é similar em ambas as intervenções. Isto parece indicar que equiparar o trabalho realizado pode determinar a magnitude em força e hipertrofia.

Em outro estudo semelhante, Angleri et al (Angleri *et al.*, 2017) realizaram um estudo que comparou três metodologias corriqueiramente usadas para hipertrofia muscular em academias e centros esportivos; Pirâmide Crescente (PC), Drop-Set (DS) e Sistema Tradicional de Treinamento (ST). As duas primeiras são usadas como métodos avançados de treinamento e repetidamente, sendo mencionadas como superiores para resultados para hipertrofia e força muscular. Esse estudo foi controlado e randomizado com a metodologia intra sujeito. Para o estudo foram recrutados 32 sujeitos treinados, que realizavam em uma das suas pernas o protocolo PC e na outra perna o ST e outro grupo realizava em uma das pernas o DS e no contra membro ST. Em ambos os protocolos

os autores tiveram o cuidado de equalizar o volume total de trabalho. Os resultados mostram que a área de secção transversa muscular aumentou significativamente quando comparada com os valores basais, e o mais interessante, de maneira similar para todos os protocolos usados (ST: 7.6%; PC: 7.5%; DS: 7.8%). Todos os protocolos mostraram aumentos significativos e similares nas cargas de 1 -RM de extensão de joelho (ST = 16.6%; PC = 16.4%; DS = 17.1%). Todos os protocolos aumentaram longitude do fascículo (FL) (TRAD = 8.9%; CP = 8.9%; DS = 9.1%) de maneira similar. Os autores, com base nos resultados encontrados, sugerem que, se o volume total de treinamento estiver equalizado os ganhos em hipertrofia e força muscular serão muito similares. Sendo assim, os métodos de treinamento como os estudados aqui só se mostram superiores que o treinamento tradicional se, por ventura, promoverem maior trabalho total na musculatura em que são aplicados. Os resultados encontrados em sujeitos treinados parecem se repetir quando o trabalho total é equalizado.

Frequência (sessões semanais)

Em estudo publicado em 2016 os autores Michael Thomas e Steve Burns verificaram o efeito da frequência semanal de treinamentos na hipertrofia e na força muscular (Thomas e Burns, 2016). Os cientistas recrutaram 7 mulheres e 12 homens, idade média de 34,6 anos \pm 6,9 anos, com experiência em treinamento de força, 51,16 meses \pm 39,02 meses de prática. Os participantes foram randomizados em dois grupos: O grupo baixa frequência (LFT) treinou cada grupo muscular, de maneira agonista, uma vez por semana, dividindo o corpo em três dias distintos (1 - peitoral, deltoide e tríceps, 2 - parte superior das costas e bíceps, 3 - quadríceps, isquiotibiais, panturrilhas e abdominais). O grupo HFT treinou cada grupo muscular, de maneira agonista, três vezes por semana, treinando todo o corpo em três dias diferentes. O número de séries realizadas por semana foi o mesmo para os dois grupos, que consistiu em nove séries totais, por grupo muscular semanalmente. Todas as nove séries foram realizadas em um dia por semana para LFT, enquanto a HFT realizou três séries em três ocasiões por semana. O aumento médio da massa muscular para HFT foi de 1,06 kg \pm 1,78 kg e 0,99 kg \pm 1,31 kg para LFT, essas alterações não foram significativas entre os grupos, $p > 0,05$. As melhorias percentuais na massa magra foram 1,9% para HFT e 2,0% para LFT. Sendo assim, para hipertrofia muscular durante 8 semanas de treinamento, realizar 1 vez ou 3 vezes os grupamentos musculares não trazem benefícios adicionais quando o volume de treinamento e a carga total são equalizados. O ganho de força percentual de 1RM para supino foi de 11% para o grupo que treinou 3 vezes na semana cada grupamento muscular e de 7% para o grupo que treinou apenas 1 vez cada grupamento muscular, sem diferenças significativas. As mudanças de força para o agachamento foram de 21% para quem treinou 3 vezes por semana e 24% para quem treinou 1 vez por semana. Os resultados são bem semelhantes devido ao ajuste de trabalho total. De maneira semelhante, um estudo clássico investigou adaptações de força e comparando duas com três sessões de exercício de força com volume equalizado, não encontrando diferenças entre os ganhos de força em homens e mulheres destreinados (Candow e Burke, 2007). Anteriormente, foram avaliadas diferentes frequências de treinamento com volume equalizado em sujeitos destreinados (Candow e Burke, 2007). Para isso utilizaram um desenho duplamente cego com duração de 6 semanas e 2 grupos. Foram recrutados 29 voluntários (27-58 anos; 23 mulheres, 6 homens) distribuídos randomicamente em 1 de 2 grupos: O grupo 1 (n = 15; 12 mulheres, 3 homens) treinamento 2 vezes por semana realizando 3 séries de 10 repetições até a falha em 9 exercícios. Já o grupo 2 (n = 14; 11 mulheres, 3 homens) realizou 3 sessões por semana com 2 séries de 10 repetições até a fadiga durante 9 exercícios. O grupo 1 teve um volume em média de 2,022 (kg) e o grupo 2 de 2,194 (kg) por sessão. Os resultados mostram que não houve diferença entre os grupos em hipertrofia sendo 2,9% e 3,0%, assim como no 1RM 29 e 28% respectivamente. Ainda os autores ressaltam que o volume pode ser mais importante que a frequência para força e hipertrofia, pelo menos em sujeitos não treinado. Lasevicius et al (Lasevicius et al., 2019) evidenciaram que, quando comparadas duas intervenções por grupo muscular, 2 vezes/semana vs 3 vezes/semana, não se encontrou diferença significativa entre ambas intervenções no tamanho muscular usando ultrassom e nem força usando 1RM. O que sugere que maiores frequências só teriam maior efetividade se houvesse alteração do volume semanal de trabalho.

Número de séries

O estudo de Radaelli R et al (Radaelli et al., 2015) comparou três grupos de intervenção: Grupos que realizavam 1, 3 e 5 séries por exercício todos, 3 vezes na semana durante 6 meses. 48 homens sem experiência em TF foram randomizados para as três condições ou grupo controle. Os resultados demonstram uma dose-resposta para o número de séries por exercício e uma superioridade de múltiplas séries em comparação como uma série única para os ganhos em força, resistência muscular e hipertrofia muscular na região superior do braço. Resultados semelhantes foram mostrados por Schoenfeld et al (Schoenfeld et al., 2019), ao estudarem 34 homens treinados com metodologia similar. Três grupos para 1, 3 e, 5 séries, 3 vezes semana e durante 8 semanas. Apesar de não relatar diferença em força e resistência muscular entre grupos, a hipertrofia seguiu uma relação dose-resposta com ganhos cada vez maiores com volumes maiores de treinamento. A literatura tem sido clara sobre os efeitos de dose-resposta do gasto energético sobre as adaptações hipertróficas e força muscular. Diversos estudos, além dos demonstrados nessa revisão trazem achados semelhantes referentes a volume e sessões semanais (Yue et al., 2018; Brigatto et al., 2019).

Número de repetições e a relação de ativação de diferentes tipos de fibra muscular

Entretanto, quando se pensa em equalizar o trabalho total no treinamento de força, é importante lembrar que esse trabalho deve considerar as fibras que são ativadas. Considerando que diferentes faixas de intensidade (considerando % de 1RM) ativam predominantemente fibras musculares específicas (Egan e Zierath, 2013). Precisamente, Lasevicius T, et al (Lasevicius *et al.*, 2018), mostraram isso em seu estudo randomizado e controlado. Eles utilizaram 30 homens sem experiência em treinamento de força e os alocaram em 4 grupos diferentes durante oito (8) semanas sendo que o volume foi equalizado para todos os grupos. Grupo 1: 80% 1RM, 4-5 series, 10 repetições. Grupo 2: 60% 1RM, 4-5 series, 15 repetições. Grupo 3: 40% 1RM, 3-4 series, 28 repetições. Grupo 4: 20% 1RM, 3 series, 67 repetições. Todos os grupos tiveram diferença frente ao estado basal, embora o G1, G2 e G3 tiveram aumentos em hipertrofia em 25%, 25,1% e, 25,3% respectivamente, já o G4 teve 11,4% o que mostra uma diferença importante ainda com trabalho parecido. Resultados similares também foram mostrados tanto para respostas de força muscular e hipertrofia (Schoenfeld, B. J. *et al.*, 2015). O que sugere que se deve considerar o tipo de fibra muscular sobre a qual é imposto o trabalho para assim determinar a resposta adaptativa. Ao nos depararmos com esses resultados temos que levar em consideração algo importante: Quando os estímulos estão em intensidade maiores o recrutamento das fibras tipo 2X passa a ser maior, e as adaptações são melhores para força. Sendo assim, o volume pode ser uma variável importante na quantificação os resultados e adaptações musculares desde que esteja em uma faixa de estímulo metabólico condizente com a predominância de recrutamento de fibras musculares. Essa observação nos permite sugerir que o volume de treinamento explica ganhos semelhantes em adaptações desde que seja efetuado em faixa de intensidade que permita uma mesma predominância de fibras musculares. As evidências sobre isso ainda são escassas, mas sugere que, além do trabalho total, esse precisa estar na mesma predominância metabólica para gerar condições de comparação entre os métodos de treinamento. Nesse sentido, estudo clássico de 1999, talvez um dos pioneiros nessa observação, compararam dois protocolos de treinamento para verificar as suas respostas fisiológicas quando equalizado o volume total de trabalho (Chestnut e Docherty, 1999). Para isso recrutaram vinte e quatro homens (24.17 ± 1.76 anos) os quais foram randomizados para três grupos: Grupo 4RM: 6 séries de 4RM até a falha; Grupo 10RM: 3 séries de 10RM e grupo controle (N=5). O protocolo de treinamento foi realizado 3 vezes por semana durante 10 semanas, a área da secção transversa foi avaliada por imagem de ressonância magnética e a força por 1RM, ambas padrão ouro. Os resultados encontrados não mostraram diferenças significativas entre os grupos quando o volume total estava equalizado. Esse resultado corrobora com a literatura atual sobre respostas fisiológicas de hipertrofia e força terem uma relação de dose respostas com o gasto energético total. Todavia, um volume similar quando comparados métodos tradicionais de força e *cluster set* com métodos para hipertrofia a resposta adaptativa para força é melhor em aqueles que usam %RM maiores, é dizer, estimulam fibras com essas características (tipo II A e IIX), o que também foi discutido nessa revisão e deve ser considerada em futuras pesquisas (Nicholson *et al.*, 2016).

Intervalo entre as séries

O uso de intervalos de descanso em uma sessão de exercícios de força tem sido aplicado amplamente por treinadores de todos os níveis. O senso comum sobre tal aplicação é de que, a redução do tempo de descanso entre as séries, aumenta a intensidade da sessão de exercícios. Dessa forma, seguindo o senso comum as sessões que usam intervalos entre as séries devem consumir menos energia que sessões sem intervalos entre as séries. A ciência tem demonstrado resultados contrários ao senso comum. Os resultados mostram que intervalos curtos ou longos só tem efeito sobre o trabalho total quando alteram elementos de volume ou carga. Estudo publicado por McKendry et al (2016), verificou o efeito de uma sessão de treinamento de volume igual em dois grupos de homens jovens. Nesse estudo os autores mudaram o tempo de intervalo entre as séries, um grupo de 8 sujeitos realizava a rotina de treinamento e descansava 1 minuto e outro grupo realizava a rotina e descansava 5 minutos. Os autores verificaram que nos minutos iniciais após a sessão de intervalo longo a resposta de sinalizadores hipertróficos era maior. Entretanto, ao decorrer do tempo, 24 e 48 horas, não houve diferença nesses marcadores entre os grupos. Esse estudo mostra que, se o trabalho total estiver equalizado o intervalo de descanso não altera os marcadores hipertróficos ao longo de horas (McKendry *et al.*, 2016).

Estudo publicado em 2016 por Schoenfeld et al, verificou o efeito de intervalo de 1 minuto e 3 minutos na espessura da musculatura após 8 semanas de treinamento de força. Os participantes foram 21 homens jovens treinados em força que foram randomizados em 2 grupos: Intervalo Curto (1 minuto) e intervalo Longo (3 minutos). Os participantes faziam 3 séries de 8 a 12 repetições máximas de 7 exercícios diferentes por sessão. Os resultados mostram que o grupo intervalo longo aumentou significativamente a força e a espessura muscular. Sem dúvida este é um estudo interessante. Entretanto, mesmo os pesquisadores controlando as variáveis de volume, a carga entre os grupos não foi a mesma. Quando nós analisamos a carga levantada entre os grupos, o que usou intervalo de 3 minutos (longo) apresentou uma diferença maior de 13% no total de carga levanta quando comparado ao grupo intervalo curto. Essa nossa observação reforça a ideia da necessidade de cálculo de trabalho total para controle da intensidade de treinamento de força (Schoenfeld *et al.*, 2016). Um estudo anterior utilizou um protocolo

de exercício semelhante, comparando intervalos de um ou três minutos, indicando que intervalos menores diminuem o volume total da sessão, reforçando a hipótese que o trabalho dos grupos no estudo anterior tenham sido diferentes (Miranda *et al.*, 2007). Dessa forma, o intervalo é apenas uma das variáveis que pode influenciar na adaptação por estar diretamente ligada ao volume do exercício, devendo garantir uma recuperação adequada para a execução do volume prescrito (Grgic *et al.*, 2017).

Tempo de tensão

A duração da exposição do músculo, a uma determinada carga, gera gastos energéticos proporcionais ao tempo. Na prática do treinamento isso é chamado como tempo de tensão e diz respeito ao tempo que o músculo irá ficar exposto a determinada carga. Sendo assim, se o tempo de tensão aumenta o gasto energético, ele passa ser um componente dos elementos periodizáveis. Um estudo realizado em 2018 por Wilk *et al.*, teve como objetivo avaliar o efeito dos tempos variados de exposição do músculo a carga. Eles avaliaram as seguintes cadências: Velocidade regular (2/0/2/0), média (5/0/3/0) e lenta (6/0/4/0) no intuito de verificar se tais velocidades geravam impacto no volume de trabalho realizado. Para esse estudo foram alocados 42 sujeitos de meia idade (20 a 37 anos) com no mínimo 1 ano de experiência em treinamento de força e que pudessem levantar no supino pelo menos 120% de sua massa corporal. Os resultados mostram que a velocidade de execução do exercício altera o número de repetições para uma mesma carga. Esse estudo permitiu verificar que a duração da realização da repetição, a cadência, efluência no trabalho total. Demonstrando que a velocidade de execução do exercício pode ser uma variável de periodização por modular o trabalho total realizado (Wilk *et al.*, 2018). De fato, diferentes estudos mostram que o tempo de tensão influencia no volume de treino (Hatfield *et al.*, 2006; Sakamoto e Sinclair, 2006).

A contração excêntrica apresenta em seus requisitos de energia tipicamente quatro vezes menos necessidade energética em comparação com a contração concêntrica em uma mesma carga (Hoppeler, 2016). Nesse contexto, Shibata *et al.* mostraram que a área transversal da coxa dominante aumentou de maneira semelhante após a fase excêntrica lenta (4s) e rápida (2s) durante o exercício de agachamento realizado até a fadiga (Shibata *et al.*, 2018). Em contrapartida, uma metanálise publicada em 2015 trouxe que os resultados hipertroficantes parecem ser semelhantes quando as durações de repetição variam de 0,5 a 8 segundos, sugerindo que uma faixa ampla de cadência pode ser empregada para o desenvolvimento muscular (Schoenfeld, Brad J. *et al.*, 2015).

Nesse ponto, estudos com mais critérios de controle e com desenho experimental mais robusto devem ajudar a esclarecer esse fato nos próximos anos. Pois se a cadência (tempo de tensão) gasta mais energia conforme sua duração, definitivamente é uma variável a ser considerada na periodização. Do ponto de vista prático, uma duração rápida e controlada da fase excêntrica (cerca de 2 segundos) é recomendada (Krzysztofik *et al.*, 2019).

Considerando o exposto, os dados indicam claramente a correlação entre trabalho total com resultados em força e hipertrofia em um efeito dose-resposta. Os trabalhos clássicos e alguns mais recentes (Davies *et al.*, 2016; Saric *et al.*, 2019) tem mostrado que a equalização de trabalho, geralmente por meio do volume total de treinamento, tem efeitos semelhantes em hipertrofia, força e potencia muscular. Em idosos, a relação dose-resposta também tem sido relatada, onde séries múltiplas (3 séries) são mais eficientes do que fazer séries únicas em 7 exercícios de TF para melhorar a função muscular e a aptidão física de idosos de 65 a 78 anos, concluindo que ganhos em força e resistência muscular são maiores com volumes mais altos (Galvao e Taaffe, 2005). A importância da progressividade no TF para a força e funcionalidade em idosos é amplamente relatada (Steib *et al.*, 2010). Assim, uma relação clara de dose-resposta no volume total realizado e o resultado hipertrofico encontrado, mostrando que o TF é efetivo para aumento da massa magra em idosos particularmente em programas de maior volume de trabalho (Peterson *et al.*, 2011). Portanto, independente da variável manipulada, se o volume total de trabalho é equalizado, os resultados serão semelhantes (Grgic *et al.*, 2018; Ralston *et al.*, 2018). Esses resultados reforçam a ideia de que o volume total de trabalho é mais importante que outras variáveis para adaptações ao treinamento. Ainda, reforça a importância de reconhecer os achados anteriores de McBride *et al.* (McBride *et al.*, 2009), utilizando o Trabalho total como forma controlar as variantes do treinamento físico e assim gerar condições mais justas de comparação.

Conclusão

Esta revisão teve como objetivo elucidar se o gasto energético total (trabalho total) poderia ser uma variável explicativa para os resultados do exercício físico na hipertrofia e força muscular. Após verificarmos os principais buscadores científicos e revisarmos a literatura podemos concluir que os achados mais clássicos e os mais recentes sugerem claramente a correlação entre trabalho total, hipertrofia e força muscular de forma dose-dependente. O que descarta a possibilidade de, para essas variáveis, uma relação inversa entre trabalho total e resultados como sugerido pela teoria que menos trabalho poderia gerar mais resultado. A forma mais eficaz de controle de treinamento é por meio do trabalho total (gasto energético total) das sessões de treinamento, porém a forma mais prática e menos custosa seja o controle do volume total de treinamento. Sendo que de forma mais simples, pode ser calculado por meio de variáveis como; número de séries, repetições e carga levanta e quando necessário, levando em consideração o número de sessões semanais. Ao controlarmos essas variáveis de

trabalho é possível, de maneira mais clara, prescrever e acompanhar as progressões de periodização de sujeitos treinados e sedentários para alcançar de maneira mais segura os objetivos de hipertrofia e força muscular. Mais estudos devem ser realizados com objetivo de aplicar um controle de gasto energético maior e uma equalização mais precisa das sessões de treinamento para que possamos alcançar melhores explicações nessa relação entre gasto energético e as diferentes adaptações musculares e neurais.

Referências

AGUIAR, A. F. et al. A single set of exhaustive exercise before resistance training improves muscular performance in young men. **Eur J Appl Physiol**, v. 115, n. 7, p. 1589-99, Jul 2015. ISSN 1439-6319.

AINSWORTH, B. E. et al. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. **Med Sci Sports Exerc**, v. 32, n. 9 Suppl, p. S498-504, Sep 2000. ISSN 0195-9131 (Print) 0195-9131.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS, M. et al. **ACSM's guidelines for exercise testing and prescription**. 2018. ISBN 9781496339065 1496339061 149633907X 9781496339072.

ANGLERI, V.; UGRINOWITSCH, C.; LIBARDI, C. A. Crescent pyramid and drop-set systems do not promote greater strength gains, muscle hypertrophy, and changes on muscle architecture compared with traditional resistance training in well-trained men. **Eur J Appl Physiol**, v. 117, n. 2, p. 359-369, Feb 2017. ISSN 1439-6319.

BIRD, S. P.; TARPENNING, K. M.; MARINO, F. E. Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness: a review of the acute programme variables. **Sports Med**, v. 35, n. 10, p. 841-51, 2005. ISSN 0112-1642 (Print) 0112-1642.

BRIGATTO, F. A. et al. Effect of Resistance Training Frequency on Neuromuscular Performance and Muscle Morphology After 8 Weeks in Trained Men. **J Strength Cond Res**, v. 33, n. 8, p. 2104-2116, Aug 2019. ISSN 1064-8011.

CANDOW, D. G.; BURKE, D. G. Effect of short-term equal-volume resistance training with different workout frequency on muscle mass and strength in untrained men and women. **J Strength Cond Res**, v. 21, n. 1, p. 204-7, Feb 2007. ISSN 1064-8011 (Print) 1064-8011.

CHESTNUT, J. L.; DOCHERTY, D. The Effects of 4 and 10 Repetition Maximum Weight-Training Protocols on Neuromuscular Adaptations in Untrained Men. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 13, n. 4, p. 353-359, 1999. ISSN 1064-8011. Disponível em: < https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/1999/11000/The_Effects_of_4_and_10_Repetition_Maximum.9.aspx >.

DAVIES, T. et al. Effect of Training Leading to Repetition Failure on Muscular Strength: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Med**, v. 46, n. 4, p. 487-502, Apr 2016. ISSN 0112-1642.

EGAN, B.; ZIERATH, J. R. Exercise metabolism and the molecular regulation of skeletal muscle adaptation. **Cell Metab**, v. 17, n. 2, p. 162-84, Feb 5 2013. ISSN 1550-4131.

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 Med**, v. 48, n. 3, p. 499-505, Mar 2018. ISSN 0112-1642.

GALVAO, D. A.; TAAFFE, D. R. Resistance exercise dosage in older adults: single- versus multiset effects on physical performance and body composition. **J Am Geriatr Soc**, v. 53, n. 12, p. 2090-7, Dec 2005. ISSN 0002-8614 (Print) 0002-8614.

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. **Eur J Sport Sci**, v. 17, n. 8, p. 983-993, Sep 2017. ISSN 1536-7290.

GRGIC, J. et al. Effect of Resistance Training Frequency on Gains in Muscular Strength: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Med**, v. 48, n. 5, p. 1207-1220, May 2018. ISSN 0112-1642.

- HAAPANEN, N. et al. Characteristics of leisure time physical activity associated with decreased risk of premature all-cause and cardiovascular disease mortality in middle-aged men. **Am J Epidemiol**, v. 143, n. 9, p. 870-80, May 1 1996. ISSN 0002-9262 (Print) 0002-9262.
- HATFIELD, D. L. et al. The impact of velocity of movement on performance factors in resistance exercise. **J Strength Cond Res**, v. 20, n. 4, p. 760-6, Nov 2006. ISSN 1064-8011 (Print) 1064-8011.
- HEYWOOD, R.; MCCARTHY, A. L.; SKINNER, T. L. Efficacy of Exercise Interventions in Patients With Advanced Cancer: A Systematic Review. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 99, n. 12, p. 2595-2620, Dec 2018. ISSN 0003-9993.
- HOPPELER, H. Moderate Load Eccentric Exercise; A Distinct Novel Training Modality. **Front Physiol**, v. 7, p. 483, 2016. ISSN 1664-042X (Print) 1664-042x.
- JEONG, S.-W. et al. Mortality reduction with physical activity in patients with and without cardiovascular disease. **European heart journal**, v. 40, n. 43, p. 3547-3555, 2019. ISSN 1522-9645 0195-668X. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31504416> <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6855138/> >.
- KLEMP, A. et al. Volume-equated high- and low-repetition daily undulating programming strategies produce similar hypertrophy and strength adaptations. **Appl Physiol Nutr Metab**, v. 41, n. 7, p. 699-705, Jul 2016. ISSN 1715-5312.
- KRZYSZTOFIK, M. et al. Maximizing Muscle Hypertrophy: A Systematic Review of Advanced Resistance Training Techniques and Methods. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 16, n. 24, p. 4897, 2019. ISSN 1660-4601. Disponível em: < <https://www.mdpi.com/1660-4601/16/24/4897> >.
- LASEVICIUS, T. et al. Similar Muscular Adaptations in Resistance Training Performed Two Versus Three Days Per Week. **Journal of human kinetics**, v. 68, p. 135-143, 2019. ISSN 1640-5544 1899-7562. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31531139> <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6724585/> >.
- LASEVICIUS, T. et al. Effects of different intensities of resistance training with equated volume load on muscle strength and hypertrophy. **Eur J Sport Sci**, v. 18, n. 6, p. 772-780, Jul 2018. ISSN 1536-7290.
- MARSHALL, P. W.; MCEWEN, M.; ROBBINS, D. W. Strength and neuromuscular adaptation following one, four, and eight sets of high intensity resistance exercise in trained males. **Eur J Appl Physiol**, v. 111, n. 12, p. 3007-16, Dec 2011. ISSN 1439-6319.
- MCBRIDE, J. M. et al. Comparison of methods to quantify volume during resistance exercise. **J Strength Cond Res**, v. 23, n. 1, p. 106-10, Jan 2009. ISSN 1064-8011.
- MCKENDRY, J. et al. Short inter-set rest blunts resistance exercise-induced increases in myofibrillar protein synthesis and intracellular signalling in young males. **Experimental Physiology**, v. 101, n. 7, p. 866-882, 2016. ISSN 0958-0670. Disponível em: < <https://physoc.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1113/EP085647> >.
- MIRANDA, H. et al. Effect of two different rest period lengths on the number of repetitions performed during resistance training. **J Strength Cond Res**, v. 21, n. 4, p. 1032-6, Nov 2007. ISSN 1064-8011.
- MITCHELL, C. J. et al. Resistance exercise load does not determine training-mediated hypertrophic gains in young men. **Journal of Applied Physiology**, v. 113, n. 1, p. 71-77, 2012. Disponível em: < <https://www.physiology.org/doi/abs/10.1152/jappphysiol.00307.2012> >.
- MORTON, R. W.; COLENZO-SEMPLE, L.; PHILLIPS, S. M. Training for strength and hypertrophy: an evidence-based approach. **Current Opinion in Physiology**, v. 10, p. 90-95, 2019/08/01/ 2019. ISSN 2468-8673. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468867319300513> >.

NICHOLSON, G.; ISPOGLOU, T.; BISSAS, A. The impact of repetition mechanics on the adaptations resulting from strength-, hypertrophy- and cluster-type resistance training. **Eur J Appl Physiol**, v. 116, n. 10, p. 1875-88, Oct 2016. ISSN 1439-6319.

PAFFENBARGER, R. S., JR. et al. Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni. **N Engl J Med**, v. 314, n. 10, p. 605-13, Mar 6 1986. ISSN 0028-4793 (Print) 0028-4793.

PETERSON, M. D.; SEN, A.; GORDON, P. M. Influence of resistance exercise on lean body mass in aging adults: a meta-analysis. **Med Sci Sports Exerc**, v. 43, n. 2, p. 249-58, Feb 2011. ISSN 0195-9131.

RADAELLI, R. et al. Dose-response of 1, 3, and 5 sets of resistance exercise on strength, local muscular endurance, and hypertrophy. **J Strength Cond Res**, v. 29, n. 5, p. 1349-58, May 2015. ISSN 1064-8011.

RALSTON, G. W. et al. The Effect of Weekly Set Volume on Strength Gain: A Meta-Analysis. **Sports Med**, v. 47, n. 12, p. 2585-2601, Dec 2017. ISSN 0112-1642.

RALSTON, G. W. et al. Weekly Training Frequency Effects on Strength Gain: A Meta-Analysis. **Sports Med Open**, v. 4, n. 1, p. 36, Aug 3 2018. ISSN 2199-1170 (Print) 2198-9761.

ROXBURGH, B. H. et al. Is moderate intensity exercise training combined with high intensity interval training more effective at improving cardiorespiratory fitness than moderate intensity exercise training alone? **J Sports Sci Med**, v. 13, n. 3, p. 702-7, Sep 2014. ISSN 1303-2968 (Print) 1303-2968.

SAKAMOTO, A.; SINCLAIR, P. J. Effect of movement velocity on the relationship between training load and the number of repetitions of bench press. **J Strength Cond Res**, v. 20, n. 3, p. 523-7, Aug 2006. ISSN 1064-8011 (Print) 1064-8011.

SARIC, J. et al. Resistance Training Frequencies of 3 and 6 Times Per Week Produce Similar Muscular Adaptations in Resistance-Trained Men. **J Strength Cond Res**, v. 33 Suppl 1, p. S122-s129, Jul 2019. ISSN 1064-8011.

SCHOENFELD, B. J. et al. Resistance Training Volume Enhances Muscle Hypertrophy but Not Strength in Trained Men. **Med Sci Sports Exerc**, v. 51, n. 1, p. 94-103, Jan 2019. ISSN 0195-9131.

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. **J Sports Sci**, v. 35, n. 11, p. 1073-1082, Jun 2017. ISSN 0264-0414.

SCHOENFELD, B. J.; OGBORN, D. I.; KRIEGER, J. W. Effect of repetition duration during resistance training on muscle hypertrophy: a systematic review and meta-analysis. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, New Zealand, v. 45, n. 4, p. 577-585, 2015. ISSN 1179-2035. Disponivel em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25601394> >.

SCHOENFELD, B. J. et al. Effects of Low- vs. High-Load Resistance Training on Muscle Strength and Hypertrophy in Well-Trained Men. **J Strength Cond Res**, v. 29, n. 10, p. 2954-63, Oct 2015. ISSN 1064-8011.

SCHOENFELD, B. J. et al. Longer Interset Rest Periods Enhance Muscle Strength and Hypertrophy in Resistance-Trained Men. **J Strength Cond Res**, v. 30, n. 7, p. 1805-12, Jul 2016. ISSN 1064-8011.

SCHOENFELD, B. J. et al. Effects of different volume-equated resistance training loading strategies on muscular adaptations in well-trained men. **J Strength Cond Res**, v. 28, n. 10, p. 2909-18, Oct 2014. ISSN 1064-8011.

SHIBATA, K. et al. Effects of Prolonging Eccentric Phase Duration in Parallel Back-Squat Training to Momentary Failure on Muscle Cross-Sectional Area, Squat One Repetition Maximum, and Performance Tests in

University Soccer Players. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. Publish Ahead of Print, 2018. ISSN 1064-8011. Disponível em: < https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/publishahead/Effects_of_Prolonging_Eccentric_Phase_Duration_in.95101.aspx >.

STEIB, S.; SCHOENE, D.; PFEIFER, K. Dose-response relationship of resistance training in older adults: a meta-analysis. **Med Sci Sports Exerc**, v. 42, n. 5, p. 902-14, May 2010. ISSN 0195-9131.

THOMAS, M. H.; BURNS, S. P. Increasing Lean Mass and Strength: A Comparison of High Frequency Strength Training to Lower Frequency Strength Training. **Int J Exerc Sci**, v. 9, n. 2, p. 159-167, 2016. ISSN 1939-795X (Print)
1939-795x.

TSCHENTSCHER, M. et al. High-intensity interval training is not superior to other forms of endurance training during cardiac rehabilitation. **Eur J Prev Cardiol**, v. 23, n. 1, p. 14-20, Jan 2016. ISSN 2047-4873.

TUCKER, W. J.; ANGADI, S. S.; GAESSER, G. A. Excess Postexercise Oxygen Consumption After High-Intensity and Sprint Interval Exercise, and Continuous Steady-State Exercise. **J Strength Cond Res**, v. 30, n. 11, p. 3090-3097, Nov 2016. ISSN 1064-8011.

WILK, M. et al. Does Tempo of Resistance Exercise Impact Training Volume? **Journal of human kinetics**, v. 62, p. 241-250, 2018. ISSN 1640-5544
1899-7562. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29922395>
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6006544/> >.

YUE, F. L. et al. Comparison of 2 weekly-equalized volume resistance-training routines using different frequencies on body composition and performance in trained males. **Appl Physiol Nutr Metab**, v. 43, n. 5, p. 475-481, May 2018. ISSN 1715-5312.