

VARIÁVEIS DA PRESCRIÇÃO DE TREINAMENTO RESISTIDO APLICADAS A HIPERTROFIA MUSCULAR: UMA REVISÃO NARRATIVA

Rudolf Simão¹, Guilherme Torres Vilarino², Luís Miguel Silva Amorim², Fábio Hech Dominski²

Resumo: As recomendações para o treinamento resistido partem de diretrizes como o ACSM e NSCA para as populações em geral, sendo encorajado a sua prática, a qual leva a benefícios à saúde física e mental. Nessa revisão narrativa, foi analisada a literatura atual sobre as variáveis do treinamento resistido e sua relação com a hipertrofia muscular, primeiramente, abordando os resultados acerca de cada variável de maneira isolada, posteriormente discutindo os resultados com revisões sistemáticas sobre cada variável isoladamente, e por último, chegando a um consenso do papel de cada variável como um conjunto, e seu impacto na hipertrofia muscular. Em nossos achados encontramos uma relação do volume com a hipertrofia, a frequência como ferramenta para distribuição do volume, um amplo espectro de intensidades que resultam em resultados equivalentes, a ordem e seleção dos exercícios como recurso para hipertrofia localizada, ações excêntricas superiores a ações concêntricas, intervalos como uma maneira de aumentar o volume, e a amplitude de movimento permanece necessitando de mais estudos para relacionar seu papel com a hipertrofia muscular.

Palavras-chave: Hipertrofia muscular; Treinamento resistido; Volume; Frequência; Intensidade.

Afiliação

¹ Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE); ² Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)

VARIABLES OF RESISTANCE TRAINING PRESCRIPTION APPLIED TO MUSCLE HYPERTROPHY: A NARRATIVE REVIEW

Abstract: The recommendations from the ACSM and NSCA encourage the general population to practice resistance training due to several health benefits. In this narrative review, we analyzed the variables of resistance training (RT) and their relationship with muscle hypertrophy. First, we consider the results of each variable in isolation, and later discuss the results of each variable in other systematic reviews. Finally, we attempt to reach a consensus on the role of each variable, and its impact on muscle hypertrophy. The findings demonstrated a relationship between volume and hypertrophy, frequency as a tool for volume distribution, a wide spectrum of intensities that result in equivalent results, the order and selection of exercises as a resource for localized hypertrophy, eccentric actions superior to concentric actions, and intervals as a way to increase volume. Further studies are needed on range of motion in order to relate its role to muscle hypertrophy.

Key words: Muscle Hypertrophy; Resistance Training; Volume; Frequency; Intensity.

Introdução

A prática de atividades física traz muitos benefícios à saúde, a Organização Mundial da Saúde recomenda semanalmente que pessoas acima de 18 anos realizem pelo menos 150 minutos de atividades físicas aeróbicas de intensidade moderada, ou 75 minutos de atividades físicas aeróbicas de alta intensidade, podendo também ser uma combinação das duas formas. Da mesma maneira é recomendado o treinamento resistido (TR) pelo menos duas vezes na semana, em dias não consecutivos¹.

O aconselhado no TR é que sejam realizados exercícios que utilizem os principais grupos musculares, pois estes são os que mais acarretam benefícios adicionais à saúde dos praticantes, há um consenso na literatura sobre o TR como ferramenta preventiva para várias doenças². Entre as múltiplas vantagens do TR podemos citar as melhoras do controle do diabetes tipo 2, perfil lipídico, composição corporal, função mitocondrial dos músculos esqueléticos e, redução dos sintomas de ansiedade e depressão, podendo auxiliar na redução das dores musculares, na regulação do sono e a diminuir os níveis de glicose sanguínea³. Da mesma forma, o TR possui forte relação com menores níveis de mortalidade de todas as causas, proporcionando um menor risco do desenvolvimento de limitações funcionais físicas, doenças cardíacas, e osteoporose, aumento da massa mineral óssea (densidade e conteúdo), redução da pressão arterial, diminuição de fadiga, além do aumento do vigor físico².

A busca por modalidades que envolvem algum tipo de TR é um fenômeno que tem crescido nos últimos anos, e os principais motivos que levam as pessoas a procurarem por esse tipo de exercício físico se dividem em intrínsecos e extrínsecos. Entre os fatores intrínsecos podemos citar a sensação de prazer, revitalização, sentimento de desafio e progressão, os quais geram um estado de bem-estar aos praticantes. Entre os fatores extrínsecos se destacam o alcance de novos resultados, afiliação, reconhecimento social, competição e aparência física, a qual remete diretamente à hipertrofia muscular, gerando um físico mais saudável e agradável esteticamente aos praticantes⁴. Desta forma, os motivos para a prática do TR podem ser diversos, sendo a utilização com objetivos de saúde e estéticos frequentemente citados pelos praticantes⁵.

Assim, a ciência do exercício físico busca compreender quais são as variáveis da prescrição do TR que possuem maior influência nos resultados, sendo um dos tópicos de maior destaque, a hipertrofia muscular⁶. Nesse sentido podemos citar o volume, intensidade, frequência, cadência do movimento, intensidade do esforço, seleção de exercícios e sua ordem na sessão de treino, tipo de ação muscular e amplitude do movimento como as principais variáveis da prescrição do TR. Tais variáveis incorrem em mudanças de estímulos as quais o corpo deve se adaptar, algumas possuindo uma relevância maior e outras menor, portanto, a alteração de cada variável no TR pode impactar em maiores ou menores efeitos em relação a hipertrofia muscular⁷.

As variáveis da prescrição de TR são um tópico de discussão contínuo que possui um emergente corpo de literatura, o qual vem sendo atualizado ano após ano com muitos estudos. Nesse sentido, o presente estudo buscou elucidar por meio da análise da literatura o papel de cada variável com o atual corpo de literatura e sua importância na prescrição do TR, visto que existem artigos que abordaram este tema,^{7,8,9,10,11,12,13,14,15} porém não são compiladas todas as informações em uma única revisão.

Com base no exposto, este estudo tem como objetivo analisar as principais variáveis da prescrição de TR e sua relevância em um programa de treinamento para a hipertrofia muscular, a partir de uma revisão narrativa.

Materiais e Métodos

Nessa revisão narrativa houve foco na análise da literatura em relação às variáveis do TR e a hipertrofia muscular, com objetivo de promover aplicações práticas.

Foi realizada uma busca na literatura considerando as bases de dados *PubMed*, *Web of Science* e *Scopus* em junho de 2020. Artigos foram identificados como relevantes para a revisão se apresentassem associação das variáveis de treinamento com a hipertrofia muscular. O potencial de inclusão dos estudos foi realizado a partir de três estágios: título, resumo e texto completo.

Os critérios de seleção dos estudos incluíram: 1) estudos originais com praticantes de TR; 2) abordando variáveis da prescrição de TR com influência sobre a hipertrofia muscular; 3) publicados nos idiomas inglês, português ou espanhol; 4) publicados nos últimos 20 anos.

Estudos de casos, resumos e artigos de congressos, editoriais e cartas foram excluídos. As seguintes variáveis foram analisadas: Volume, Frequência, Intensidade, Seleção de Exercícios, Tipo de Ação Muscular, Intervalo, Cadência, Ordem dos Exercícios e Amplitude.

Resultados

A apresentação dos resultados foi dividida em tópicos de acordo com as variáveis do TR aplicadas a hipertrofia muscular.

Volume

O volume de treino é definido como o número de séries multiplicado pelo número de repetições realizados em uma sessão ou semana de treinamento¹⁶. Também pode ser expresso como volume total, conceituado como número de séries multiplicado pelo número de repetições e a carga utilizada nos exercícios. Como uma variável de treinamento, o volume é considerado de grande importância nos estudos, sendo utilizado muitas vezes para mediar maiores ou menores adaptações na prescrição do TR¹⁷.

Evidências recentes da literatura demonstraram relações entre os resultados na hipertrofia muscular e o volume de treino. Um estudo utilizando 27 jovens do sexo masculino experientes no TR, foram alocados em três grupos: 16, 24 e 32 séries de exercícios por grupo muscular por semana, em uma rotina de 8 semanas de TR. A partir da comparação realizada por meio de ultrassom entre os grupos, foi observada uma relação entre a dose e resposta quanto ao volume de treino, no sentido de que quanto maior o número de séries realizadas por grupo muscular por semana, também foi maior a magnitude da hipertrofia muscular¹⁸. As diferenças para os grupos de 16, 24 e 32 séries foram em média: bíceps braquial (0,5%, 1,3% e 3,1%, respectivamente), tríceps braquial (0,8%, 4,0% e 7,0%, respectivamente) e para o vasto lateral (2,1%, 5,6% e 9,4%, respectivamente)¹⁸.

Em estudo similar, 34 homens jovens foram alocados em três grupos, os quais realizaram para os membros superiores e inferiores determinadas séries de exercícios por grupo muscular por semana, sendo respectivamente 6 e 9 séries, 18 e 27 séries, e 30 e 45 séries. Houve relação entre dose e resposta na hipertrofia muscular, sendo os maiores resultados observados no grupo com alto volume¹⁶. Outro estudo que demonstrou uma relação positiva entre volume e resposta foi desenvolvido por Radaelli *et al.*¹⁹. Neste estudo 48 homens foram alocados em três grupos diferentes, que realizaram, uma, três ou cinco séries em cada exercício. Os grupos que realizaram três e cinco séries apresentaram diferenças significativas ao final do estudo na

espessura do bíceps braquial, ainda o grupo que realizou cinco séries apresentou diferença significativa em relação ao grupo que realizou três séries.

Por outro lado, no estudo de Heaselgrave *et al.*²⁰ não houve diferença significativa entre grupos com diferentes volumes, utilizando homens jovens treinados. Este estudo utilizou 9, 18 e 27 séries semanais durante seis semanas para os músculos flexores do cotovelo e avaliou a hipertrofia muscular através de ultrassom, o primeiro grupo treinando uma vez na semana, e os outros dois grupos treinando duas vezes na semana. Os resultados na hipertrofia muscular não foram significativamente discrepantes entre os grupos. O estudo desenvolvido por Amirthalingam *et al.*,²¹ também não encontrou diferenças significativas na espessura muscular de membros superiores e inferiores após seis semanas de treinamento. Neste estudo foi utilizado o método *German volume training* (GVT), sendo realizado 10 séries em alguns exercícios do grupo GVT e cinco séries no outro grupo.

Frequência

A frequência de treinamento pode ser definida como o número de vezes que um grupo muscular é estimulado em determinado período, sendo comum a utilização da frequência para determinação do número de estímulos que um grupo muscular recebe semanalmente.

No estudo conduzido por Franco *et al.*²², foi verificado por meio da análise do DEXA em 18 participantes destreinados, que um período de oito semanas não promove diferenças significativas entre treinos de uma e cinco vezes na semana por grupo muscular quando o volume é equacionado. Em concordância com este estudo, Barcelos *et al.*²³ compararam a diferença de frequências de treinamento, feitos duas, três ou cinco vezes por semana por grupo muscular em 20 homens jovens destreinados. Após as oito semanas de treinamento, os resultados foram mensurados através de ultrassom e não demonstraram diferenças significativas entre os grupos.

Lasevicius *et al.*²⁴ compararam a hipertrofia muscular em uma amostra de 28 jovens adultos treinados submetidos ao TR duas ou três vezes na semana, com o volume equacionado. Os resultados indicaram não haver diferenças na hipertrofia muscular entre os grupos após 10 semanas de treinamento. Ambos os grupos apresentaram hipertrofia do reto femoral, vasto lateral e extensores do cotovelo.

Brigatto *et al.*²⁵ avaliaram a diferença na hipertrofia muscular utilizando o ultrassom entre dois grupos que realizaram 16 séries semanais por grupo muscular durante oito semanas.

Em um dos grupos o volume foi dividido em duas sessões, e no outro foi realizado em apenas uma sessão de treinamento. Esse estudo, realizado com 20 jovens treinados, não demonstrou diferenças significativas na hipertrofia muscular entre os grupos.

Em um estudo recente, foi comparado a espessura muscular por meio de ultrassom de 27 jovens treinados. Os participantes foram alocados nos grupos, treinamento 3 vezes na semana e treinamento 6 vezes na semana, sendo o volume de treino equalizado durante as 6 semanas de intervenção. Ambos os grupos apresentaram hipertrofia nos músculos analisados (extensores do cotovelo, reto femoral e vasto intermédio), sem diferenças entre os grupos. Contudo, apenas o grupo que treinou três vezes na semana, apresentou aumento significativo da hipertrofia do flexor do cotovelo²⁶.

Em uma comparação entre alta e baixa frequência de treinamento não foram encontradas diferenças na hipertrofia muscular em um estudo realizado por Gomes *et al.*²⁷. O estudo avaliou a hipertrofia muscular através do DEXA antes e depois de 8 semanas de treinamento em sujeitos que possuíam pelo menos 3 anos de experiência com TR. O grupo que treinou uma vez por semana cada grupo muscular obteve resultados similares ao grupo que realizou cinco sessões de treinamento por grupo muscular por semana.

Já os estudos de Zaroni *et al.*²⁸ e Schoenfeld *et al.*¹² apresentaram resultados favoráveis a frequências de treinamento maiores. Zaroni *et al.*²⁸ demonstraram que mesmo com volume equalizado, a frequência pode alterar os resultados na hipertrofia muscular. Neste estudo, participaram 18 jovens com mais de 2 anos de experiência com treinamento com pesos, sendo eles alocados em um grupo que realizou um treino *whole-body* e outro que treinou um grupo muscular por dia. Ao final das 8 semanas de intervenção, verificou-se que o grupo *whole-body* (com frequência de estímulo 5 vezes na semana por grupo muscular) apresentou maior hipertrofia muscular do que os participantes que treinaram um grupo muscular por semana nos flexores do cotovelo e no vasto lateral.

No estudo de Schoenfeld *et al.*¹², mesmo com volume semanal equacionado, o grupo que treinou um grupo muscular três vezes na semana obteve maiores resultados na hipertrofia em relação ao grupo que treinou apenas o grupo muscular uma vez na semana. Este estudou buscou controlar a aderência da dieta também, para evitar resultados conflitantes. Houve aumento na hipertrofia muscular em ambos os grupos, sendo maior para o grupo de 3 vezes em comparação com o grupo uma vez na semana: vasto lateral (6,7% e 2,1%, respectivamente), flexores do cotovelo (6,5% e 4,4%, respectivamente) e nos extensores do cotovelo (8,0% e 5,0%, respectivamente), contudo, só houve diferença entre os grupos na hipertrofia dos flexores

do cotovelo.

Intensidade

A intensidade do exercício é uma das variáveis mais investigadas e mais relevantes para a prescrição do TR, pois interfere diretamente no volume do treinamento e possui relação direta com a hipertrofia muscular. A intensidade tem influência no estresse imposto às articulações e nos resultados de maneira que quanto maior a carga relativa e absoluta, maiores também são os resultados em relação à força muscular, apesar de não apresentar a mesma relação com a hipertrofia muscular^{17,29,30,31,32,33,34}.

Lasevicius *et al.*²⁴ compararam o treinamento com o volume equacionado em 25 jovens adultos destreinados após oito semanas, divididos em dois grupos, um grupo realizando treinamento até a falha com intensidade de 80% de 1RM e o outro grupo até a falha com intensidade de 30% de 1RM em um dos membros inferiores, o outro membro também foi treinado com a mesma carga de cada grupo, porém não até a falha. Os resultados demonstraram que quando o volume é equacionado a hipertrofia muscular é similar, exceto para o grupo que não treinou até a falha com 30% de 1RM, o qual obteve em média 50% da hipertrofia muscular dos outros grupos, demonstrando que o efeito do volume também depende da intensidade e a proximidade com a falha muscular.

Terada *et al.*³⁵ compararam as diferenças na hipertrofia muscular em três grupos de homens jovens destreinados, alocados em: (1) treinamento com cargas de 40% de 1RM até a falha muscular concêntrica, (2) 40% de 1RM até a falha muscular voluntária (estabelecido quando a velocidade das repetições diminuía em 20%) e (3) 80% de 1RM até a falha muscular concêntrica. Os resultados na hipertrofia muscular foram mensurados através de ultrassom após as 8 semanas de treinamento, e foram observados aumentos em média de 5,0 mm (1), 3,1 mm (2) e 2,6 mm (3) para o peitoral maior, demonstrando uma tendência a maiores resultados para o grupo que treinou até a falha muscular concêntrica com baixa carga em relação ao grupo da falha muscular voluntária. É importante ressaltar que o volume foi equacionado nos grupos de baixa carga, porém não foi realizado com o grupo de alta carga, o que pode ter levado a resultados superiores nos grupos de baixa carga.

Lasevicius *et al.*²⁹ compararam diferentes intensidades de treinamento até a falha e treinamento que não foi executado até a falha em 25 jovens destreinados. Foram comparadas 4 condições diferentes, treino até a falha em 30% 1RM e 80% 1RM e treino não levado até a falha

em 30% 1RM e 80% 1RM, o volume foi equacionado entre os grupos. Após as 8 semanas de treinamento os resultados foram investigados através de ressonância magnética, e demonstraram hipertrofia muscular similares em todos os grupos, exceto pelo grupo que treinou com 30% 1RM não até a falha, o qual teve menor hipertrofia muscular.

Em estudo conduzido por Carroll *et al.*³⁰ foi analisado a diferença entre o treinamento até a falha muscular concêntrica e o treinamento utilizando zonas de intensidade (intensidade relativa) em 15 homens jovens treinados. O estudo durou 10 semanas sendo realizados 3 treinos por semana. Ao final da intervenção, foi verificado maior hipertrofia muscular no grupo que treinou com intensidade relativa.

Lasevicius *et al.*³³ realizaram um estudo comparando intensidades de 20% 1RM, 40% 1RM, 60% 1RM e 80% 1RM com volume equacionado em 30 jovens homens destreinados, o estudo analisou os resultados por ultrassom. Os resultados apontaram que para jovens destreinados todas as intensidades resultaram em hipertrofia muscular, porém o grupo que realizou o treinamento com 20% 1RM obteve aproximadamente 50% da hipertrofia dos outros grupos. Entende-se que quando o volume é equacionado, intensidades de $\geq 40\%$ 1RM resultam em hipertrofia similar.

No estudo conduzido por Nóbrega *et al.*³⁴, 32 homens destreinados foram submetidos a 12 semanas de treinamento realizando a extensão do joelho na máquina. Cada perna dos participantes foi submetida a protocolos diferentes, sendo estes: alta intensidade até a falha concêntrica ou alta intensidade até a falha voluntária (80% de 1RM) ou baixa intensidade até a falha concêntrica ou baixa intensidade até a falha voluntária (30% de 1RM). Os resultados de hipertrofia muscular do vasto lateral foram mensurados por ultrassom, e ao final do estudo não foi verificado diferenças entre os grupos.

Outro estudo que comparou intensidades de 30 e 80% de 1RM foi conduzido por Fink *et al.*³¹. Neste estudo, 21 ginastas que não estavam habituados ao treinamento com pesos, foram submetidos a 8 semanas de treinamento (rosca direta unilateral), onde foram comparados diferentes protocolos: 80% de 1RM até a falha muscular, 30% de 1RM até a falha muscular e alternando entre 30 e 80% de 1RM. Ao final do estudo, os autores concluíram que se o treino é levado até a falha, a intensidade não irá afetar a hipertrofia muscular.

Seleção de Exercícios

A seleção de exercícios no TR é uma variável que pode aumentar o tempo sob tensão

de um grupo muscular. O volume de treino de cada grupo muscular é influenciado pela seleção dos exercícios, os quais se dividem em monoarticulares (utilizam uma articulação principal para realizar o exercício escolhido) ou multiarticulares (utilizam mais de uma articulação). Exercícios que possuem maior amplitude resultam em maior tempo sob tensão sendo este um fator importante no processo de hipertrofia muscular^{36,37,38,39,40,41,42}.

Barbalho *et al.*³⁷ compararam a diferença na hipertrofia muscular em 22 mulheres jovens treinadas, considerando os exercícios agachamento livre e a elevação pélvica. Após 12 semanas, o grupo que realizou o agachamento livre obteve um aumento de hipertrofia muscular de 12,2% no quadríceps e 9,4% no glúteo enquanto os ganhos do grupo elevação pélvica foram de 2% e 3,7% respectivamente, demonstrando que a escolha de exercícios possui grande influência para a hipertrofia muscular nos principais grupos musculares dos membros inferiores.

Barbalho *et al.*³⁸ alocaram 30 mulheres jovens treinadas em três grupos, realizando exercícios multiarticulares, monoarticulares, ou multiarticulares e monoarticulares, respectivamente. Após as 24 semanas de treinamento, através de ultrassom foram observados resultados similares quanto à hipertrofia muscular nos músculos (bíceps braquial, tríceps braquial, peitoral maior, quadríceps e glúteo máximo entre os grupos. Exceto para o grupo que somente realizou somente exercícios monoarticulares (cadeira extensora, elevação lateral, rosca concentrada) o qual obteve menor hipertrofia muscular para o quadríceps, glúteo máximo e peitoral maior, porém o volume para esses músculos foi menor do que nos outros grupos.

Baz-Valle *et al.*³⁹ realizaram um estudo com 21 homens jovens treinados, comparando dois protocolos de treinamento, o primeiro realizando uma rotina de exercícios de forma fixa, e o segundo realizando uma rotina de exercícios alterados aleatoriamente por um software. Após 8 semanas de treinamento os resultados demonstraram resultados similares na hipertrofia muscular do vasto lateral, vasto intermédio e reto femoral do quadríceps através de ultrassom. Foi observada uma tendência de maior hipertrofia do vasto intermédio para o grupo que realizou a rotina fixa.

Barbalho *et al.*³⁶ fizeram uma comparação entre exercícios multiarticulares contra multiarticulares e monoarticulares em relação à hipertrofia muscular em 20 jovens destreinados após 8 semanas de TR. Os resultados demonstraram uma tendência a maior hipertrofia para o grupo que também realizou os exercícios monoarticulares, havendo diferença significativa na circunferência do braço. Contudo, o volume não foi equacionado entre os grupos, o que pode ter levado a essa diferença na amostra analisada.

Kikuchi e Nakazato⁴¹ utilizaram dois grupos de homens jovens treinados para comparar

a hipertrofia muscular a partir da realização do supino reto com barra e da flexão de cotovelos com joelhos apoiados, ambos treinando na faixa de 40% de 1RM até a falha. O estudo mensurou a hipertrofia muscular após oito semanas de treinamento do peitoral maior, tríceps braquial e bíceps braquial por meio do ultrassom. Os resultados na hipertrofia muscular foram similares entre os grupos, com exceção do bíceps braquial, o qual obteve diferença significativa somente no grupo do supino reto com barra.

Paoli *et al.*⁴² compararam 36 homens jovens e inexperientes no TR, eles foram alocados em 2 grupos, um realizou o treinamento com exercícios multiarticulares e o outro grupo realizou o treinamento com exercícios monoarticulares, o volume entre os grupos foi equacionado. Esse estudo teve uma duração de oito semanas e os resultados foram acessados com DEXA para mensurar as diferenças na composição corporal, porém não foram encontradas diferenças estatisticamente relevantes entre os grupos em relação à hipertrofia muscular.

Gentil *et al.*⁴⁰ compararam a hipertrofia muscular nos músculos flexores do cotovelo após 10 semanas de TR, em 29 homens destreinados que foram alocados em dois grupos, um realizando exercícios multiarticulares e o outro realizando exercícios multiarticulares e monoarticulares. Os resultados apontaram um aumento de 6,10% e 5,83% na hipertrofia muscular dos flexores do cotovelo, os resultados mensurados por ultrassom não demonstraram diferença significativa entre os grupos quando o volume foi equacionado.

Evidências sugerem que variar os exercícios induz hipertrofia muscular mais uniforme em todas as áreas dos músculos. Fonseca *et al.*⁴³ alocaram 49 homens jovens treinados em 5 grupos, um grupo como controle, dois grupos com treinamentos onde os exercícios eram variados (agachamento guiado, passada, levantamento terra e *leg press*), e outros dois grupos onde os exercícios não eram variados (agachamento guiado), o volume de treinamento dos grupos foi equacionado. Os resultados indicaram que os grupos que variaram os exercícios obtiveram hipertrofia mais uniforme do quadríceps em todos seus músculos, enquanto um dos grupos que não variou os exercícios não obteve hipertrofia no reto femoral, e o outro grupo também não obteve hipertrofia no reto femoral e no vasto medial.

Tipo de Ação Muscular

Os tipos de ação muscular são divididos em isométrico, concêntrico e excêntrico, sendo comum o uso de ações concêntricas e excêntricas na maioria dos treinamentos que objetivam a hipertrofia muscular.

Stock *et al.*⁴⁴ realizaram um estudo sobre TR utilizando apenas a fase concêntrica dos exercícios para os músculos flexores do cotovelo e deltoide em 13 homens jovens treinados. Após as quatro semanas de treinamento, os resultados demonstraram que mesmo em um curto período, a realização apenas de ações concêntricas pode resultar em hipertrofia muscular, sendo que o aumento da espessura muscular dos flexores do cotovelo foi em média de 8,66%.

Coratella *et al.*⁴⁵ alocaram 47 homens jovens destreinados em dois grupos que treinaram o quadríceps, um grupo realizando exercício isocinético excêntrico, e o outro grupo realizando exercício excêntrico. O estudo durou seis semanas e os resultados foram mensurados através de ultrassom e DEXA; foram encontrados resultados similares na hipertrofia muscular, sendo que a espessura muscular aumentou em média de 3,3 mm e 4,1 mm para os grupos.

Franchi *et al.*⁴⁶ realizaram um estudo comparando o treinamento concêntrico com o excêntrico em 12 homens jovens destreinados ao longo de 10 semanas. Os resultados mensurados por ressonância magnética não apontaram diferenças significativas na hipertrofia muscular entre os dois grupos para os músculos do quadríceps.

Cadore *et al.*⁴⁷ compararam dois grupos de jovens destreinados, o primeiro grupo (7 mulheres e 4 homens) realizando somente a fase excêntrica da extensão de joelho, e o segundo grupo (7 mulheres e 4 homens) realizando somente a fase concêntrica da extensão de joelho. Após as seis semanas de treinamento os resultados foram mensurados através de ultrassom e não demonstraram diferenças significativas na hipertrofia muscular do vasto lateral entre os grupos.

Uma comparação entre o treinamento isocinético excêntrico e concêntrico em alta e baixa velocidade foi realizado por Farthing e Chilibeck⁴⁸, o estudo comparou a hipertrofia muscular dos músculos flexores do cotovelo em 36 jovens destreinados (2 homens e 8 mulheres no grupo controle, 4 homens e 9 mulheres para o grupo de alta velocidade, 7 homens e 6 mulheres para o grupo de baixa velocidade). O estudo foi realizado em duas fases, a primeira composta pelos grupos de treinamento de alta velocidade excêntrica e concêntrica durante 8 semanas em um dos braços de cada grupo, seguido por um intervalo de 5 semanas sem treinamento, e subsequentemente a segunda etapa, realizada durante 8 semanas no outro braço de cada grupo com os grupos de baixa velocidade excêntrica e concêntrica. Os resultados mensurados por ultrassom demonstraram hipertrofia muscular de 13,0% e 7,8% para os grupos de alta e baixa velocidade excêntrica, respectivamente, e 2,6% e 5,3% para os grupos de alta e baixa velocidade concêntrica, respectivamente.

Intervalo

O intervalo entre séries e exercícios é uma variável que influencia diretamente na intensidade do TR, sendo que intervalos maiores estão relacionados a maiores cargas utilizadas no treinamento, o que pode resultar em maior volume de treino. A prescrição do intervalo de TR visando a hipertrofia muscular possui recomendações que variam entre um a três minutos na literatura³².

Schoenfeld *et al.*¹⁴ compararam durante oito semanas o efeito do tempo de intervalo entre as séries de exercício em um protocolo de TR. Participaram do estudo 21 homens jovens treinados, alocados no grupo com um intervalo curto (1 minuto) ou intervalo longo (3 minutos). Após analisar os resultados, foi verificado um aumento significativo da musculatura do braço no grupo submetido ao intervalo longo, e um aumento significativo do quadríceps em ambos os grupos. Em outro estudo, foi encontrado resultado similar. Doze homens jovens treinados foram alocados ou no grupo com um minuto de intervalo entre as séries ou no grupo com 2,5 minutos de intervalo entre as séries. Após 10 semanas de treinamento os resultados favoreceram a hipertrofia muscular do grupo que treinou com intervalo maior, sendo de 12,3% contra 5,1% do grupo com menor intervalo para a área transversal do braço, e de 6,6% contra 3,1% para a área transversal da coxa⁴⁹.

De Souza *et al.*⁵⁰ alocaram 20 homens jovens treinados em dois grupos, um grupo realizando o treinamento com intervalo de dois minutos entre as séries, e o outro grupo começando com dois minutos nas primeiras semanas e diminuindo o intervalo ao longo das semanas até alcançar 30 segundos de intervalo na última semana de treinamento. Os resultados de hipertrofia muscular foram mensurados através de ressonância magnética no braço e na coxa após oito semanas, sendo verificado resultados similares na área transversal do braço (14,5% e 13,8%) e na área transversal da coxa (16,6% e 16,3%).

Cadência

A cadência durante as repetições de um exercício representa o tempo para execução de cada repetição. Essa afeta os resultados de hipertrofia muscular, pois influencia diretamente o tempo sob tensão que um músculo sofre durante um exercício^{17, 51, 52, 53}.

Chaves *et al.*⁵¹ compararam o treinamento com a duração de cada repetição de quatro segundos (grupo de velocidade regulada, 2 segundos na fase excêntrica e 2 segundos na fase

concêntrica), com a duração de cada repetição autorregulada (1,8 segundos em média, incluindo a fase excêntrica e concêntrica) e com a duração de cada repetição autorregulada com o volume equacionado ao grupo de velocidade regulada (1,7 segundos em média, incluindo a fase excêntrica e concêntrica). A amostra composta por 20 homens jovens destreinados foi dividida em um membro inferior de cada indivíduo realizando o treinamento com velocidade regulada (20 membros), e os outros 20 membros restantes divididos entre o grupo de velocidade autorregulada (10 membros) e o grupo com velocidade autorregulada e com volume equacionado ao grupo de velocidade regulada, após as 8 semanas de treinamento não foram encontradas diferenças na hipertrofia muscular entre os grupos.

Em comparação, considerando diferentes velocidades de movimento na rosca Scott, Pereira *et al.*⁵² investigaram 12 homens jovens treinados, alocados em dois grupos, o primeiro grupo realizou o exercício com uma cadência de um segundo para a fase concêntrica e um segundo para a fase excêntrica, e o segundo grupo realizou o exercício com um segundo para a fase concêntrica e quatro segundos para a fase excêntrica, ambos os grupos não fizeram intervalo na transição das fases. A área de secção transversa do bíceps braquial obteve um aumento de 1,9 mm para o grupo de alta velocidade, e 4,8 mm para o grupo de baixa velocidade.

Schuenke *et al.*⁵³ compararam 34 jovens mulheres destreinadas em diferentes velocidades de movimento, a amostra foi dividida em 4 grupos, grupo de controle (7 mulheres), grupo de treinamento de força tradicional (9 mulheres, 80-85% de 1 RM), grupo de treinamento de resistência muscular (8 mulheres, 40-60% de 1 RM) realizando o treinamento com velocidades de 1-2 segundos em cada uma das fases excêntrica e concêntrica, e grupo de treinamento superlento (10 mulheres, 40-60% de 1 RM) realizando o treinamento com 10 segundos na fase concêntrica e 4 segundos na fase excêntrica, nenhum dos grupos fez intervalo entre a transição de fases durante o treinamento. Os resultados foram mensurados através de biópsia muscular e demonstraram maior hipertrofia muscular para o grupo que realizou o treinamento tradicional (38,8%), contudo sem diferença significativa com o grupo superlento que obteve um aumento de 10,6%.

Ordem dos Exercícios

A ordem dos exercícios é uma variável que possibilita uma maior ênfase aos grupos musculares trabalhados primeiramente em uma sessão de treinamento. Os exercícios realizados primeiramente em uma sessão geralmente fadigam os músculos utilizados e podem interferir

negativamente nos próximos exercícios, principalmente caso estes utilizem a musculatura anteriormente trabalhada de forma agonista ou sinergista. Além disso, os exercícios realizados inicialmente na sessão de treino possuem um potencial para melhor desenvolvimento de força muscular, o que pode resultar em maior volume de treinamento em longo prazo, e assim consequentemente influenciar positivamente no processo de hipertrofia muscular^{54, 55, 56, 57}.

Brandão *et al.*⁵⁵ compararam a hipertrofia muscular em 43 homens jovens destreinados ao longo de 10 semanas, a amostra foi dividida em 4 grupos que treinaram o peitoral maior e tríceps braquial. O primeiro grupo (G1) realizou exercícios multiarticulares seguidos de monoarticulares, o segundo grupo (G2) exercícios monoarticulares seguidos de multiarticulares, o terceiro grupo (G3) realizou somente exercícios multiarticulares, e o quarto grupo (G4) somente exercícios monoarticulares. Ao final do estudo, os resultados hipertroficados observados foram: G1, aumento de 10,6% do peitoral e 11,5% do tríceps, G2, aumentos de 5,6% e 10,4%, G3, aumentos de 9,1% e 4,8% e G4, -0,8% e 9,5%. Não foram observadas diferenças significativas no G4 em relação à hipertrofia do peitoral e no G3 no tríceps.

Avelar *et al.*⁵⁴ alocaram 36 homens jovens destreinados em dois grupos, o primeiro grupo realizou exercícios multiarticulares e monoarticulares, o segundo grupo realizou a ordem inversa. Após seis semanas de intervenção, os resultados obtidos por meio de ultrassom demonstraram um aumento significativo da hipertrofia muscular do bíceps braquial em ambos os grupos (14,2% e 13,8%), contudo em relação a hipertrofia da coxa, foi observado um aumento significativo apenas no primeiro grupo (7,2% e 3,9%).

Spinetti *et al.*⁵⁷ analisaram ao longo de 12 semanas, resultados em relação à hipertrofia em 30 homens destreinados que foram alocados em três grupos, o primeiro grupo progredindo de exercícios que usam grupos musculares maiores para menores, o segundo grupo progredindo de exercícios que usam os grupos musculares menores para os maiores, e o terceiro grupo que não fez exercício e serviu como controle. Ao final do estudo ambos os grupos de intervenção obtiveram aumento da massa muscular, contudo sem diferença entre eles.

Simão *et al.*⁵⁶ compararam a diferença na hipertrofia muscular em dois protocolos de treinamento, o primeiro realizando exercícios que utilizam primeiramente maiores grupos musculares e progredindo para grupos menores e o segundo realizando exercícios que utilizam menores grupos musculares primeiro e progredindo para os maiores, também houve um grupo para controle. A amostra foi composta por 31 homens destreinados, após as 12 semanas de treinamento a hipertrofia muscular foi mensurada através de ultrassom no tríceps braquial e bíceps braquial. Os resultados demonstraram que o grupo que iniciou o treinamento com grupos

musculares menores apresentou diferença significativa na hipertrofia do tríceps braquial, porém não houve diferença na hipertrofia do bíceps braquial em ambos os grupos intervenção do pré para o pós teste. Também não foram observadas diferenças entre os grupos.

Amplitude

A amplitude do movimento é uma variável que é expressa através de graus que as articulações podem mover os membros ao longo de um exercício. Reduzidos ângulos de amplitude de movimento são comumente utilizados para induzir ganhos de força específicos nos ângulos trabalhados, ou como método de treinamento (ex: repetições parciais). Entretanto, para a hipertrofia, as recomendações são de uso de amplitude total dos movimentos^{17, 32, 58, 59, 60, 61}.

Valamatos *et al.*⁶¹ compararam a hipertrofia muscular no treinamento com amplitude de movimento total contra a amplitude parcial na extensão de joelho. O tempo sob tensão foi equacionado entre os grupos, a amostra foi composta por 19 homens destreinados, sendo oito do grupo de controle e os outros 11 participantes treinaram um dos membros inferiores com amplitude parcial e o outro membro com amplitude total. A hipertrofia muscular foi mensurada através de ultrassom no vasto lateral após 15 semanas de treinamento, e os resultados demonstraram que a área transversal anatômica dos membros treinados com amplitude total e amplitude parcial aumentou em média de 7,6% e 6,7%, respectivamente, contudo sem diferença significativa entre os grupos.

Um estudo de McMahon *et al.*⁵⁹ comparou a hipertrofia muscular no vasto lateral em jovens destreinados, alocados em três grupos, o primeiro grupo (4 homens e 4 mulheres) realizando o treinamento com amplitude de movimento longa, o segundo grupo (4 homens e 4 mulheres) realizando o treinamento com amplitude de movimento curta, e o terceiro grupo (6 homens e 4 mulheres) como controle. Após oito semanas de treinamento os resultados para o grupo de amplitude longa e amplitude curta foram um aumento em média de 59% e 16% na área transversal anatômica, respectivamente.

Bloomquist *et al.*⁵⁸ analisaram a hipertrofia muscular em dois grupos de homens treinados, oito homens realizando o agachamento com barra profundo (0° - 120° de amplitude) e nove homens realizando o agachamento com barra parcial (0° - 60° de amplitude). Após 12 semanas de treinamento, por meio de ressonância magnética foi encontrado um aumento de 4-7% na massa muscular dos músculos frontais da coxa no grupo de agachamento profundo em

relação ao grupo do agachamento raso.

Pinto *et al.*⁶⁰ compararam três grupos de jovens homens destreinados, o primeiro grupo (15 homens) treinou com amplitude total, o segundo grupo (15 homens) treinou com amplitude parcial, e o terceiro grupo (10 homens) como controle. A hipertrofia muscular dos flexores do cotovelo foi mensurada através de ultrassom após 10 semanas de treinamento, e os resultados para o grupo de amplitude total e parcial foi um aumento significativo de 9,65% e 7,83%, respectivamente, contudo sem diferenças entre os grupos.

Discussão

Considerando o objetivo de analisar por meio de uma revisão narrativa, as principais variáveis da prescrição do TR e sua relevância para hipertrofia muscular, foram apresentadas evidências a partir da utilização de diferentes protocolos, que nos permitem verificar que algumas variáveis do TR são fundamentais para obtenção de resultados efetivos na hipertrofia muscular. Contudo, muitos aspectos da prescrição precisam ser melhor estudados e analisados com cautela.

Volume

O volume do treinamento é uma variável que pode ser alterada facilmente e mostra-se fundamental para o aumento da massa muscular. Alguns estudos compararam o efeito de diferentes volumes na hipertrofia muscular, e apresentam alguns resultados divergentes.

Buscando compreender melhor a relação entre volume de treinamento e hipertrofia muscular, Schoenfeld *et al.*⁶² realizaram uma revisão sistemática com meta-análise analisando 15 artigos sobre este tema. Os resultados demonstraram que maiores volumes de treinamento por grupo muscular apresentam melhores resultados, contudo os autores destacam que se pode obter hipertrofia muscular mesmo com volumes mais baixos de treinamento. Porém ainda não se sabe até onde o volume pode aumentar sem gerar detrimento nos ganhos, visto que o volume se relaciona com outras variáveis do treinamento.

O estudo de Amirthalingam *et al.*²¹, comparou um treinamento realizado com 10 séries com um treinamento de cinco séries (em alguns exercícios). Os participantes treinavam três vezes na semana e ambos os grupos realizaram os mesmos exercícios, alterando apenas o volume total do treinamento. Ao final de seis semanas não foram observadas alterações

significativas na espessura muscular do tríceps e bíceps braquial e da parte anterior e posterior da coxa. Resultado similar foi encontrado no estudo de Heasegrave *et al.*²⁰, que analisou a espessura do bíceps braquial de 49 homens treinados, que foram alocados em grupos, baixo, médio e alto volume. Não houve diferença entre os grupos, contudo, foi encontrado um tamanho de efeito maior nos grupos médio e alto volume. Cabe ressaltar que ambos os estudos foram desenvolvidos com homens experientes com TR.

Já o estudo desenvolvido por Schoenfeld *et al.*¹⁶ analisou três protocolos de treinamento diferentes, um grupo realizou uma série por exercício (volume baixo), outro, três séries (volume moderado) e outro, cinco séries (volume alto). As sessões de treino ocorreram três vezes na semana durante dois meses. Quando analisado a espessura muscular do bíceps e do tríceps braquial, do reto femoral e do vasto lateral, observou-se que em alguns músculos o treinamento com o volume alto foi mais efetivo. No entanto, a musculatura do tríceps não apresentou diferenças significativas entre os grupos. No estudo desenvolvido por Radaelli *et al.*¹⁹, o grupo que realizou cinco séries por exercício apresentou ao final de seis meses maior espessura do bíceps e do tríceps braquial em relação aos grupos que realizaram uma e três séries. Este estudo demonstrou ainda que o grupo que realizou uma série por exercício não apresentou alterações significativas no final do estudo. Devido ao fato de os participantes serem ativos fisicamente, a realização de apenas uma série por exercício pode não ter sido um estímulo suficiente. Observa-se que os dois estudos que não encontraram diferenças significativas em relação ao volume e a hipertrofia muscular analisaram os participantes durante seis semanas (Amirthalingam *et al.*²¹ e Heasegrave *et al.*²⁰), o que pode indicar que um tempo de treinamento maior é necessário para obter diferenças significativas.

O volume se mostra como a principal variável relacionada à hipertrofia na literatura, sabendo disso profissionais e praticantes podem focar seus trabalhos sobre esta para obter melhores resultados.

Frequência

O planejamento da frequência de treino ajuda a mediar o volume total que um indivíduo estimula determinado grupo muscular, atenuando assim, a fadiga exacerbada de apenas uma sessão de treinamento. Por isso, o planejamento da frequência do TR é importante. No entanto, evidências da literatura apresentam resultados divergentes, contudo a maior parte dos estudos indicam que quando o volume é equalizado, a frequência não é uma variável determinante na

hipertrofia muscular.

Os estudos conduzidos por Zaroni et al.²⁸, e Schoenfeld *et al.*¹² encontraram resultados favoráveis a hipertrofia muscular quando uma maior frequência de treino foi utilizada. Zaroni et al.²⁸ submetam nove indivíduos a um treinamento *whole-body*, onde os indivíduos realizaram um exercício por grupo muscular a cada dia e nove indivíduos a um treinamento dividido, onde em cada dia treinava-se apenas um grupo muscular. Após oito semanas foi verificado aumento da espessura muscular em ambos os grupos, contudo houve diferença significativa a favor do grupo *whole-body* (maior frequência) na espessura bíceps braquial e do vasto lateral. No estudo de Schoenfeld et al.¹², que utilizou um protocolo semelhante ao de Zaroni et al.²⁸, avaliou a espessura dos flexores e extensores do antebraço e do vasto lateral após oito semanas de TR. Os autores verificaram uma diferença significativa entre os grupos apenas nos flexores do antebraço. Ambos os estudos não encontraram diferenças significativas entre os grupos de maior e menor frequência na espessura de todos os músculos analisados, fato que coloca em dúvida a importância da frequência para hipertrofia muscular. Contudo, os autores justificam esses resultados em função do ponto de análise (parte medial do músculo), pois a hipertrofia não ocorre de forma regular no músculo todo¹².

Outros estudos não apresentaram resultados favoráveis ao treinamento com maior frequência^{20, 22, 23, 25, 27}. Lasevicius et al.²⁴ submeteram 36 homens treinados ao TR realizado duas ou três vezes na semana, em protocolos de *whole-body* ou treinamento segmentado. Após 10 semanas foi verificado aumento dos extensores do cotovelo e do quadríceps femoral sem diferenças entre os grupos. O estudo desenvolvido por Franco et al.²², avaliou 18 homens destreinados submetidos a dois grupos com frequências de estímulo diferentes. A análise realizada por DEXA, indicou aumento significativo da massa magra em ambos os grupos, sem diferenças significativas entre eles. Brigatto et al.²⁵, também não encontraram diferenças significativas na espessura muscular de homens treinados submetidos ao TR com volume equalizado e frequência diferente. As evidências atuais sugerem que a frequência de treino não é a principal variável para determinar o aumento da hipertrofia muscular, contudo, dependendo do volume de treinamento, a frequência pode ser importante para evitar sessões longas, além disso, ainda não se sabe qual o volume máximo que pode ser utilizado de forma efetiva. Um aspecto interessante apontado por Grgic, Schoenfeld e Latella (2018)¹¹ é que frequências maiores podem ser empregadas para variedade de exercícios, o que possivelmente pode aumentar o crescimento muscular devido a um efeito de novidade.

Sabendo que a frequência não é a variável mais importante e que é mediada pelo volume, não há necessidade de cobrança de frequência mínima para praticantes em geral nas academias, entretanto, atenção deve ser dada ao volume de treinamento e a relação dele com a frequência semanal.

Intensidade

Um amplo espectro de intensidades tem sido notado como eficaz para a hipertrofia muscular, conforme foi observado em seis estudos analisados na revisão. Carroll *et al.*³⁰ relataram ganhos semelhantes em treinamento até, ou próximos da falha muscular concêntrica em intensidades mais altas (~80% de 1RM). Já o estudo conduzido por Nóbrega *et al.*³⁴, encontrou resultados semelhantes na hipertrofia muscular do vasto lateral entre baixa (30% 1RM) e alta (80% 1RM) intensidade conduzidos até a falha muscular concêntrica ou voluntária. Em uma revisão sistemática conduzida por Schoenfeld *et al.*⁶³, foi demonstrado que intensidades de 30% a 80% são igualmente eficazes, quando o volume é equacionado e as séries são realizadas com níveis elevados de esforço (até ou próximo à falha muscular concêntrica). Csapo e Alegre⁶⁴ também por meio de revisão sistemática relataram resultados similares em populações de idosos. Nossos achados corroboram com tais resultados, indicando que intensidades de 30% até 80% de 1RM geram hipertrofia muscular similar, porém o treinamento deve ser realizado até a falha muscular concêntrica para resultados equivalentes quando intensidades menores são empregadas, sendo que intensidades de 20% de 1RM geram menores resultados.

Considerando o amplo escopo de intensidades que pode ser aplicada visando hipertrofia muscular, os profissionais podem prescrever o treinamento a partir de diferentes estratégias visando a obtenção de resultados por seus alunos.

Seleção de Exercícios

A seleção dos exercícios é um tema bastante discutido entre os profissionais de educação física na hora da prescrição do TR. Com intuito de inovar, de deixar o treino mais interessante ou mais curto, a seleção dos exercícios torna-se fundamental para a aderência dos alunos e para a obtenção dos resultados planejados. Inclusive, um dos estudos demonstrou que o grupo que alterou os exercícios demonstrou maior motivação, o que pode resultar em maior aderência na

prática de exercícios.

Baz-Valle *et al.*³⁹ analisaram a hipertrofia muscular e o nível de motivação após oito semanas de TR em dois grupos, um com os mesmos exercícios e outro com exercícios diferentes nas sessões de treino. Foi observado uma maior motivação intrínseca no grupo que variou os exercícios, contudo em relação a hipertrofia não foram encontradas diferenças significativas. Já o estudo realizado por Kikuchi e Nakazato⁴¹ teve como objetivo comparar o efeito da flexão de braço e do supino na hipertrofia do bíceps e do tríceps braquial e do peitoral maior. A intensidade entre os exercícios foi a mesma (40% 1RM) e os resultados indicaram uma hipertrofia similar entre os grupos, exceto no bíceps braquial, onde apenas o grupo supino apresentou diferença significativa. Assim, ambos os exercícios podem ser utilizados para hipertrofia do peitoral maior e do tríceps braquial. Outro ponto de discussão é a escolha entre exercícios multiarticulares e monoarticulares. No estudo de Paoli *et al.*⁴² não foram observadas diferenças significativas na composição corporal dos participantes submetidos ao treinamento com exercícios multiarticulares e monoarticulares quando o volume foi equacionado. No estudo de Barbalho *et al.*³⁸, o grupo que realizou somente exercícios monoarticulares obteve menor hipertrofia muscular, porém o volume não foi equalizado. Outro estudo interessante que avaliou um protocolo com variação dos exercícios foi conduzido por Fonseca *et al.*⁴³. Neste estudo, os autores encontraram hipertrofia muscular mais uniforme nos músculos do quadríceps quando os exercícios foram variados. Observa-se, assim, que a seleção de exercícios é uma variável importante para a prescrição do TR e dependendo da musculatura a ser exercitada, a variação mostra-se mais vantajosa, pois além de aumentar a motivação, não prejudica os resultados na hipertrofia.

Tipo de Ação Muscular

O TR convencional usa tanto a fase concêntrica quanto a excêntrica durante a execução dos exercícios. A partir disso, surgiram diversos protocolos na prática que privilegiam uma ação em decorrência da outra, alegando melhores resultados. Há evidências que o uso de diferentes ações musculares pode gerar diferentes resultados, pois a força excêntrica é em média de 20% a 50% maior do que a força concêntrica, entretanto a utilização de cargas maiores que o 1RM concêntrico com segurança não é viável para os treinamentos na maioria dos casos^{17,32,44,46}. Desta forma, a ação muscular utilizada na execução do exercício deve ser escolhida de acordo com os objetivos e possibilidades dos participantes.

Foram desenvolvidos estudos avaliando apenas a fase concêntrica, apenas a fase excêntrica e comparando os resultados dos dois métodos de treino^{44,46,47}. Foi observado que ambas as ações produzem resultados na hipertrofia muscular^{44,46}, mas foram desenvolvidas pesquisas para investigar qual seria a melhor ação muscular para a hipertrofia. Franchi *et al.*⁴⁶ e Cadore *et al.*⁴⁷ relataram resultados similares entre o treinamento excêntrico e concêntrico após 10 e seis semanas respectivamente. Ambos os estudos envolveram participantes destreinados e utilizaram técnicas de mensuração diferentes (ressonância magnética e ultrassom). Contudo, a revisão sistemática realizada por Douglas *et al.*⁶⁵ verificaram que o treinamento excêntrico causa maior tensão mecânica e dano muscular, os quais são preditores de hipertrofia muscular. Em concordância com esses achados, Roig *et al.*⁶⁶ ao analisarem os efeitos do treinamento concêntrico contra o excêntrico por meio de uma meta-análise, verificaram uma tendência a maiores ganhos na hipertrofia muscular no treinamento excêntrico, o qual pode ser explicado pelas intensidades maiores que podem ser empregadas neste treinamento⁶⁶, contudo os resultados devem ser vistos com cautela, devido as diferenças entre os estudos analisados. De qualquer forma, ambas as ações são benéficas e devem ser utilizadas nos protocolos de TR. Considerando que geralmente as sessões de treinamento são compostas por prescrições em que não há foco em uma das ações, profissionais podem prescrever para alunos intermediários e avançados, exercícios com ênfase na ação excêntrica visando aplicar estímulos diferentes, os quais podem beneficiar a aptidão física de seus alunos.

Intervalo

O intervalo entre as séries e entre os exercícios é um tema bastante discutido no dia a dia dos praticantes de TR, havendo defensores de intervalos curtos e de intervalos longos, sendo que esse debate ganhou fôlego no cenário científico nos últimos anos devido à popularidade do *High-Intensity Interval Training* (HIIT)⁶⁷. Nos estudos desenvolvidos por Schoenfeld *et al.*¹³ e Buresh *et al.*⁴⁹ foi verificado maior hipertrofia muscular para os grupos que utilizaram intervalos maiores (3 ou 2,5 minutos) do que menores (1 minuto). No estudo conduzido por De Souza *et al.*⁵⁰ não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos, contudo o protocolo utilizado foi diferente, sendo o intervalo inicial igual entre os grupos e ao longo das semanas reduzido em um deles, chegando até 30 segundos. Além disso, o grupo com maior intervalo foi de dois minutos, intervalo diferente do adotado nos estudos anteriores. Em revisão sistemática, Grgic *et al.*⁸ sugerem que intervalos menores (<60 segundos) e mais longos (>60 segundos)

tem resultados similares na hipertrofia muscular, porém com uma tendência a maiores ganhos com intervalos maiores, podendo ambos serem empregados nas sessões de treinamento. Os intervalos mais longos são consequências do uso de maiores cargas e ajudam a aumentar a tensão mecânica e o dano muscular⁸, enquanto intervalos menores geram maior estresse metabólico, sendo ambos fatores importantes para a hipertrofia muscular, recomendando-se que intervalos maiores sejam utilizados em exercícios multiarticulares, devido a maior fadiga resultante desse tipo de exercício. Esses indícios vão ao encontro dos nossos resultados, nos estudos de Schoenfeld *et al.*¹³ e Buresh *et al.*⁴⁹ foi demonstrado maior hipertrofia muscular para os grupos com intervalos maiores, entretanto, De Souza *et al.*⁵⁰ não encontraram diferenças significativas quando o intervalo vai diminuindo ao longo de um ciclo de treinamento.

Cadência

O tempo sob tensão dos músculos durante o treinamento é um fator relevante para a hipertrofia muscular^{68, 69}. Desta maneira, as revisões sistemáticas de Schoenfeld *et al.*⁷⁰ e Hackett *et al.*⁷¹ sobre a cadência e seu efeito na hipertrofia muscular concordam com os resultados de Schuenke *et al.*⁵³ e Chaves *et al.*⁵¹, demonstrando que tempos de 0,5 segundos até 8 segundos por repetição resultam em hipertrofia similar. Por outro lado, tempos superlentos (acima de 10 segundos) parecem atenuar a hipertrofia muscular. Hackett *et al.*⁷¹ e Pereira *et al.*⁵² apresentaram dados que favorecem repetições mais lentas para gerar maior hipertrofia, todavia, o tempo sob tensão nas condições não foi equacionado, o que pode ter influenciado os resultados.

Ordem dos Exercícios

A partir da análise dos estudos de Avelar *et al.*⁵⁴, Brandão *et al.*⁵⁵ e Spinetti *et al.*⁵⁷, encontramos diferenças na hipertrofia muscular com a mudança na ordem dos exercícios (a partir da alteração de iniciar com monoarticulares e posteriormente realizar multiarticulares) durante as sessões de treinamento, no entanto, o volume não foi equacionado nas diferentes condições, fator que pode ter influenciado estes resultados. Nunes *et al.*⁷² analisaram 11 estudos de qualidade boa ou excelente em uma revisão sistemática, em concordância com Simão *et al.*⁵⁹, os achados não indicaram diferença na ordem dos exercícios em relação a hipertrofia muscular, porém, exercícios realizados primeiramente em uma sessão de treinamento podem

empregar cargas maiores⁵⁶ aumentando o volume total assim, consequente levando a maior resposta hipertrófica. Dessa forma, caso um indivíduo deseje priorizar certo grupamento muscular, o mesmo pode iniciar a sessão de treino com exercícios para este.

Amplitude

As revisões sistemáticas de Schoenfeld e Grgic⁷³ e Newmire e Willoughby⁷⁴ concordam com alguns dos estudos analisados na presente revisão narrativa^{58,59,60,61}, apontando para uma tendência a maiores ganhos na hipertrofia muscular dos membros inferiores (principalmente em relação ao quadríceps) ao se utilizar amplitudes maiores. Por outro lado, os dados ainda são inconclusivos em relação aos músculos do tronco, pois nenhum estudo até o momento investigou como a amplitude de movimento influencia o crescimento da musculatura do tronco.

Aplicações Práticas das Variáveis na Hipertrofia Muscular

De acordo com os estudos analisados, dentre todas as variáveis de treinamento, podemos considerar o volume como variável com direta e mais clara ligação com a hipertrofia muscular na literatura^{15, 28, 63}. Apesar disso, notamos que não se sabe até o presente momento o limite no volume para que ocorram detrimientos em relação à hipertrofia muscular, indícios indicam que volumes maiores que 9 séries por grupo muscular por semana dão maiores resultados se divididos em mais sessões^{21,25}. Portanto, a frequência semanal possui importante papel na distribuição do volume de treinamento, uma vantagem do volume dividido em mais sessões é menor fadiga dentro da sessão de treino. Grgic *et al.*⁹ demonstraram que o volume é mais importante do que a frequência com que um músculo é treinado, a única exceção encontrada foi para frequências muito altas (6x semana), a qual causou detrimento para a hipertrofia muscular.

Quanto a seleção e ordem dos exercícios, Paoli *et al.*⁴² e Nunes *et al.*⁷² relataram resultados similares quando o volume foi equacionado entre multiarticulares e monoarticulares, e que a ordem dos exercícios no treinamento não gera resultados diferentes na hipertrofia muscular, no entanto, nem todos os grupos musculares têm o nível máximo de hipertrofia somente com exercícios multiarticulares⁷⁵. A utilização de diferentes exercícios parece solicitar os músculos de maneira diferente, gerando hipertrofia muscular em diferentes regiões dos músculos. Desse modo, quando se prescreve um programa de treinamento deve-se levar em

conta sobretudo os objetivos do praticante, pois exercícios diferentes geram resultados diferentes. Nesse sentido, uma rotina fixa, a qual possui uma variação de exercícios para cada grupo muscular, utilizando exercícios multiarticulares e monoarticulares, ao longo de um mesociclo com diferentes exercícios tem sido mais recomendado para a hipertrofia muscular^{39, 41, 43, 55}.

É notável uma grande variedade de intensidades que resultam em hipertrofia muscular similares, intensidades de 30% de 1RM até 80% de 1RM são as mais recomendadas, sendo que intensidades abaixo de 30% de 1RM geram atenuação dos. Um fator relevante quando são utilizadas cargas mais baixas é a intensidade do esforço, o qual deve ser realizado até a falha muscular concêntrica ou muito próximo, para resultados similares ao treinamento com intensidade mais alta, cargas mais altas resultam em hipertrofia similar quando levadas até a falha muscular concêntrica ou próximas, portanto, intensidades de esforço mais baixo podem ser empregadas em intensidades mais altas^{29, 31, 35, 63, 64}. O treinamento concêntrico induz ganhos em hipertrofia⁴⁴, porém, existe uma tendência a maiores resultados para ações excêntricas em relação às ações concêntricas^{65, 66}. Entretanto, o treinamento excêntrico exige maiores cargas, em razão do 1RM excêntrico ser maior que o 1RM concêntrico, o que pode tornar sua prática inviável e perigosa, sendo mais recomendado o treinamento tradicional por sua viabilidade e segurança. O tempo de execução das repetições (cadência) apresenta resultados equivalentes em várias cadências diferentes, a partir da análise dos resultados dos estudos foram observados resultados similares obtidos em tempos de 0,5 segundo a 8 segundos por repetição, começando a atenuar a hipertrofia em cadências maiores que 10 segundos por repetição^{70, 71}.

Em relação aos intervalos entre séries, a literatura demonstra maiores ganhos na hipertrofia quando intervalos maiores são empregados (>1 minuto)⁷, pois intervalos maiores resultam em um volume de treino maior por série, o qual está ligado a hipertrofia, porém em volume equacionado essa discrepância não subsiste. Dessa maneira, intervalos que mais se adaptem a recuperação e tempo disponível de cada praticante^{13, 49, 50} são relevantes. A amplitude de movimento demonstrou ligação com a hipertrofia muscular somente nos membros inferiores em relação a amplitudes totais, nos músculos do tronco seu resultado é inconclusivo até o presente momento. Notamos que a literatura é escassa no tópico, porém, evidências sugerem que amplitudes parciais resultem em dores e desconfortos nas articulações, o que não seria aconselhado no longo prazo^{58, 59, 60, 74, 73}.

Forças e Limitações

Entre as forças desta revisão podemos citar: a) Todos os estudos analisados foram publicados em revistas científicas de qualidade, considerando as métricas de impacto como o fator de impacto (JCR); b) A maioria dos estudos utilizados mensuraram a hipertrofia muscular de maneira direta, por meio de ultrassom, ressonância magnética, biópsia muscular, ou tomografia computadorizada; c) A maioria dos estudos foram publicados na última década. Contudo, nas limitações deste artigo podemos citar diferentes grupos investigados (homens, mulheres, sujeitos treinados, sujeitos destreinados, idosos), o que dificulta generalizações e podem gerar resultados que não se apliquem a todas as populações, e alguns estudos utilizaram medidas indiretas de medida para a hipertrofia muscular localizada (DEXA, medida antropométrica, pesagem hidrostática). A análise de todos os estudos demonstra um panorama para recomendações gerais para as populações, fornecendo um ponto de partida para orientações efetivas em relação à hipertrofia muscular, um objetivo que é comum a diversos praticantes de exercícios.

Sugestões para futuras pesquisas

O atual corpo da literatura possui uma elevada e abrangente gama de evidências acerca das variáveis de treinamento, porém, é possível notar uma lacuna, acerca da amplitude de movimento e sua relação com a hipertrofia muscular, a qual necessita de mais estudos para sua influência nos ganhos de massa muscular ser elucidada, portanto, sugere-se que se realizem mais estudos sobre esta variável.

Conclusão

Nesse artigo analisamos brevemente as variáveis da prescrição de treinamento, com ênfase em sua relação direta com a hipertrofia muscular, fornecendo, dessa maneira um ponto de referência para as populações que buscam a hipertrofia muscular e para os profissionais que fazem a prescrição de treinamento, visto que a hipertrofia muscular é um objetivo muito comum para os praticantes de TR.

Concluimos que o volume tem relação direta sobre a hipertrofia, a frequência pode servir como ferramenta para ajudar a distribuir o volume, além de amenizar a fadiga durante as sessões. A intensidade do treinamento entre 30% e 80% de 1RM gera resultados similares, a

escolha dos exercícios afeta a hipertrofia muscular localizada, e a ordem dos exercícios não afeta diretamente os ganhos. Em relação ao tipo de ação muscular, o treinamento excêntrico é superior ao concêntrico, porém destacamos que o mais viável na prática do TR é o método tradicional. Cadências de movimento até 8 segundos são o ideal para ganhos de massa muscular, intervalos entre séries mais longas aumentam o volume da sessão, a amplitude total do movimento ainda é o mais recomendado de maneira geral. A sumarização das variáveis que exercem influência sobre a hipertrofia muscular possui amplas aplicações práticas.

As recomendações desse artigo não dispensam a supervisão e acompanhamento do treinamento por um profissional capacitado, servindo apenas como um ponto de referência, o qual deve ser adaptado de acordo com as necessidades e limitações de cada indivíduo no contexto em que está inserido.

REFERÊNCIAS

1. WORLD Health Organization. Global Recommendations on Physical Activity for Health. [internet]. 2010; Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44399/9789241599979_eng.pdf;jsessionid=BE7140641D00D8FC1F523D5227E27225?sequence=1>. [2020, junho, 27].
2. American College of Sports Medicine, Riebe D, Ehrman JK, Liguori G, Magal M, organizadores. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Tenth edition. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2018.
3. Maestroni L, Read P, Bishop C, Papadopoulos K, Suchomel TJ, Comfort P, et al. The Benefits of Strength Training on Musculoskeletal System Health: Practical Applications for Interdisciplinary Care. Sports Med. agosto de 2020;50(8):1431–50.
4. Fisher J, Sales A, Carlson L, Steele J. A comparison of the motivational factors between CrossFit participants and other resistance exercise modalities: a pilot study. J Sports Med Phys Fitness. 57(9):1227–34.

5. Liz CM, Azevedo JN, Vilarino GT, Dominski FH, Andrade A. Os motivos da prática de treinamento de força diferem em relação à idade do praticante. *Caderno de Educação Física e Esporte*, 2015; 13(1), 61-67.
6. Dominski, F. H., Silva, R. B., Vilarino, G. T., Amorim, L. M. S., & Andrade, A. (2020). Pesquisa em treinamento de força no Brasil: análise dos grupos e produção científica. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, 42.
7. Krzysztofik M, Wilk M, Wojdała G, Gołaś A. Maximizing Muscle Hypertrophy: A Systematic Review of Advanced Resistance Training Techniques and Methods. *Int J Environ Res Public Health*. 2019; 16(24):4897.
8. Grgic J, Lazinica B, Mikulic P, Krieger JW, Schoenfeld BJ. 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*. 2017; 17(8):983–93.
9. Grgic J, Schoenfeld BJ, Davies TB, Lazinica B, Krieger JW, Pedisic Z. Effect of Resistance Training Frequency on Gains in Muscular Strength: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*. 2018; 48(5):1207–20.
10. Grgic J, Schoenfeld BJ, Skrepnik M, Davies TB, Mikulic P. Effects of Rest Interval Duration in Resistance Training on Measures of Muscular Strength: A Systematic Review. *Sports Med*. 2018; 48(1):137–51.
11. Grgic J, Schoenfeld BJ, Latella C. Resistance training frequency and skeletal muscle hypertrophy: A review of available evidence. *J Sci Med Sport*. 2019; 22(3):361–70.
12. Schoenfeld BJ, Ratamess NA, Peterson MD, Contreras B, Tiriyaki-Sonmez G. Influence of Resistance Training Frequency on Muscular Adaptations in Well-Trained Men. *J Strength Cond Res*. 2015; 29(7):1821–9.

13. Schoenfeld BJ, Ogborn D, Krieger JW. Effects of Resistance Training Frequency on Measures of Muscle Hypertrophy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med.* 2016; 46(11):1689–97.
14. Schoenfeld BJ, Pope ZK, Benik FM, Hester GM, Sellers J, Nooner JL, et al. Longer Interset Rest Periods Enhance Muscle Strength and Hypertrophy in Resistance-Trained Men. *J Strength Cond Res.* 2016; 30(7):1805–12.
15. Schoenfeld BJ, Grgic J, Krieger J. 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. *J Sports Sci.* 2019; 37(11):1286–95.
16. Schoenfeld BJ, Contreras B, Krieger J, Grgic J, Delcastillo K, Belliard R, et al. Resistance Training Volume Enhances Muscle Hypertrophy but Not Strength in Trained Men. *Med Sci Sports Exerc.* 2019; 51(1):94–103.
17. Schoenfeld B. Science and development of muscle hypertrophy. Second edition. Champaign, IL: Human Kinetics; 2021. 1 p.
18. Brigatto, F. A., Lima, L. D. M., Germano, M. D., Aoki, M. S., Braz, T. V., & Lopes, C. R. (2019). High Resistance-Training Volume Enhances Muscle Thickness in Resistance-Trained Men. *Journal of strength and conditioning research.*
19. Radaelli R, Fleck SJ, Leite T, Leite RD, Pinto RS, Fernandes L, et al. Dose-Response of 1, 3, and 5 Sets of Resistance Exercise on Strength, Local Muscular Endurance, and Hypertrophy. *J Strength Cond Res.* 2015; 29(5):1349–58.
20. Heaselgrave SR, Blacker J, Smeuninx B, McKendry J, Breen L. Dose-Response Relationship of Weekly Resistance-Training Volume and Frequency on Muscular Adaptations in Trained Men. *Int J Sports Physiol Perform.* 2019; 14(3):360–8.
21. Amirthalingam T, Mavros Y, Wilson GC, Clarke JL, Mitchell L, Hackett DA. Effects of a Modified German Volume Training Program on Muscular Hypertrophy and Strength. *J Strength Cond Res.* 2017; 31(11):3109–19.

22. Franco CMC, Carneiro MAS, de Sousa JFR, Gomes GK, Orsatti FL. Influence of High- and Low-Frequency Resistance Training on Lean Body Mass and Muscle Strength Gains in Untrained Men. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2019; Disponível em: <http://europepmc.org/abstract/MED/31009427>
23. Barcelos C, Damas F, Nóbrega SR, Ugrinowitsch C, Lixandrão ME, Marcelino Eder Dos Santos L, et al. High-frequency resistance training does not promote greater muscular adaptations compared to low frequencies in young untrained men. *Eur J Sport Sci*. 2018; 18(8):1077–82.
24. Lasevicius T, Schoenfeld BJ, Grgic J, Laurentino G, Tavares LD, Tricoli V. Similar Muscular Adaptations in Resistance Training Performed Two Versus Three Days Per Week. *J Hum Kinet*. 2019; 68(1):135–43.
25. Brigatto FA, Braz TV, Zanini TC da C, Germano MD, Aoki MS, Schoenfeld BJ, et al. Effect of Resistance Training Frequency on Neuromuscular Performance and Muscle Morphology After 8 Weeks in Trained Men. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2019; 33(8). Disponível em: https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2019/08000/Effect_of_Resistance_Training_Frequency_on.8.aspx
26. Saric J, Lisica D, Orlic I, Grgic J, Krieger JW, Vuk S, et al. Resistance Training Frequencies of 3 and 6 Times Per Week Produce Similar Muscular Adaptations in Resistance-Trained Men. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2019; 33. Disponível em: https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2019/07001/Resistance_Training_Frequencies_of_3_and_6_Times.14.aspx
27. Gomes GK, Franco CM, Nunes PRP, Orsatti FL. High-Frequency Resistance Training Is Not More Effective Than Low-Frequency Resistance Training in Increasing Muscle Mass and Strength in Well-Trained Men. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2019;33. Disponível em: https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2019/07001/High_Frequency_Resistance_Training_Is_Not_More.15.aspx
28. Zaroni RS, Brigatto FA, Schoenfeld BJ, Braz TV, Benvenutti JC, Germano MD, et al. High Resistance-Training Frequency Enhances Muscle Thickness in Resistance-Trained Men. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2019; 33. Disponível em: https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2019/07001/High_Frequency_Resistance_Training_Is_Not_More.15.aspx

jsr/Fulltext/2019/07001/High_Resistance_Training_Frequency_Enhances_Muscle.16.aspx

29. Lasevicius T, Schoenfeld BJ, Silva-Batista C, Barros T de S, Aihara AY, Brendon H, et al. Muscle Failure Promotes Greater Muscle Hypertrophy in Low-Load but Not in High-Load Resistance Training. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2019; Disponível em: <http://europepmc.org/abstract/MED/31895290>
30. Carroll KM, Bazyler CD, Bernards JR, Taber CB, Stuart CA, DeWeese BH, et al. Skeletal Muscle Fiber Adaptations Following Resistance Training Using Repetition Maximums or Relative Intensity. *Sports*. 2019; 7(7).
31. Fink J, Kikuchi N, Yoshida S, Terada K, Nakazato K. Impact of high versus low fixed loads and non-linear training loads on muscle hypertrophy, strength and force development. *Springerplus*. 2016; 5(1):698.
32. Fleck SJ, Kraemer WJ. Fundamentos do treinamento de força muscular. Artmed Editora; 2017.
33. Lasevicius T, Ugrinowitsch C, Schoenfeld BJ, Roschel H, Tavares LD, De Souza EO, et al. Effects of different intensities of resistance training with equated volume load on muscle strength and hypertrophy. *Eur J Sport Sci*. 2018; 18(6):772–80.
34. Nóbrega SR, Ugrinowitsch C, Pintanel L, Barcelos C, Libardi CA. Effect of resistance training to muscle failure vs. volitional interruption at high-and low-intensities on muscle mass and strength. *J Strength Cond Res*. 2018; 32(1):162–9.
35. Terada K, Kikuchi N, Burt D, Voisin S, Nakazato K. Low-Load Resistance Training to Volitional Failure Induces Muscle Hypertrophy Similar to Volume-Matched, Velocity Fatigue. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2020; Disponível em: <https://journals.lww.com/10.1519/JSC.0000000000003690>
36. Barbalho M, Coswig VS, Raiol R, Steele J, Fisher JP, Paoli A, et al. Does the addition of single joint exercises to a resistance training program improve changes in performance and anthropometric measures in untrained men? *Eur J Transl Myol*. 2018; 28(4):7827–7827.
37. Barbalho M, Coswig V, Souza D, Serrao JC, Campos MH, Gentil P. Back squat vs. hip thrust resistance-training programs in well-trained women. *Int J Sports Med*. 2020; 41(05):306–10.

38. Barbalho M, Souza D, Coswig V, Steele J, Fisher J, Abrahim O, et al. The effects of resistance exercise selection on muscle size and strength in trained women. *Int J Sports Med*. 2020; 42(04): 371-376.
39. Baz-Valle E, Schoenfeld BJ, Torres-Unda J, Santos-Concejero J, Balsalobre-Fernández C. The effects of exercise variation in muscle thickness, maximal strength and motivation in resistance trained men. *Boullosa D, organizador. PLoS ONE*. 2019; 14(12):e0226989.
40. Gentil P, Soares S, Bottaro M. Single vs. Multi-Joint Resistance Exercises: Effects on Muscle Strength and Hypertrophy. *Asian J Sports Med*. 2015; 6(2):e24057–e24057.
41. Kikuchi N, Nakazato K. Low-load bench press and push-up induce similar muscle hypertrophy and strength gain. *J Exerc Sci Fit*. 2017; 15(1):37–42.
42. Paoli A, Gentil P, Moro T, Marcolin G, Bianco A. Resistance Training with Single vs. Multi-joint Exercises at Equal Total Load Volume: Effects on Body Composition, Cardiorespiratory Fitness, and Muscle Strength. *Front Physiol*. 2017; 8:1105.
43. Fonseca RM, Roschel H, Tricoli V, de Souza EO, Wilson JM, Laurentino GC, et al. Changes in Exercises Are More Effective Than in Loading Schemes to Improve Muscle Strength. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2014;28(11). Disponível em: https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2014/11000/Changes_in_Exercises_Are_More_Effective_Than_in.9.aspx
44. Stock MS, Mota JA, DeFranco RN, Grue KA, Jacobo AU, Chung E, et al. The time course of short-term hypertrophy in the absence of eccentric muscle damage. *Eur J Appl Physiol*. 2017; 117(5):989–1004.
45. Coratella G, Milanese C, Schena F. Unilateral eccentric resistance training: A direct comparison between isokinetic and dynamic constant external resistance modalities. *Eur J Sport Sci*. 2015 ;15(8):720–6.

46. Franchi MV, Atherton PJ, Reeves ND, Flück M, Williams J, Mitchell WK, Narici MV. Architectural, functional and molecular responses to concentric and eccentric loading in human skeletal muscle. *Acta Physiologica* 2014;210(3), 642-654.
47. Cadore EL, González-Izal M, Pallarés JG, Rodríguez-Falces J, Häkkinen K, Kraemer WJ, et al. Muscle conduction velocity, strength, neural activity, and morphological changes after eccentric and concentric training. *Scand J Med Sci Sports*. 2014; 24(5):e343–52.
48. Farthing JP, Chilibeck PD. The effects of eccentric and concentric training at different velocities on muscle hypertrophy. *Eur J Appl Physiol*. 2003; 89(6):578–86.
49. Buresh R, Berg K, French J. The Effect of Resistive Exercise Rest Interval on Hormonal Response, Strength, and Hypertrophy With Training. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2009;23(1). Disponível em: https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2009/01000/The_Effect_of_Resistive_Exercise_Rest_Interval_on.11.aspx
50. de Souza TPJ, Fleck SJ, Simão R, Dubas JP, Pereira B, de Brito Pacheco EM, et al. Comparison Between constant and decreasing rest intervals: influence on maximal strength and hypertrophy. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2010; 24(7). Disponível em: https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2010/07000/Comparison_Between_constant_and_decreasing_rest.20.aspx
51. Chaves TS, Pires de Campos Biazon TM, Marcelino Eder dos Santos L, Libardi CA. Effects of resistance training with controlled versus self-selected repetition duration on muscle mass and strength in untrained men. *PeerJ*. 2020; 8:e8697.
52. Pereira PEA, Motoyama YL, Esteves GJ, Quinelato WC, Botter L, Tanaka KH, et al. Resistance training with slow speed of movement is better for hypertrophy and muscle strength gains than fast speed of movement. *International Journal of Applied Exercise Physiology*. 2016; 5(2).
53. Schuenke MD, Herman JR, Gliders RM, Hagerman FC, Hikida RS, Rana SR, et al. Early-phase muscular adaptations in response to slow-speed versus traditional resistance-training regimens. *Eur J Appl Physiol*. 2012; 112(10):3585–95.

54. Avelar A, Ribeiro AS, Nunes JP, Schoenfeld BJ, Papst RR, Trindade MC de C, et al. Effects of order of resistance training exercises on muscle hypertrophy in young adult men. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2019; 44(4):420–4.
55. Brandão L, de Salles Painelli V, Lasevicius T, Silva-Batista C, Brendon H, Schoenfeld BJ, et al. Varying the order of combinations of single-and multi-joint exercises differentially affects resistance training adaptations. *J Strength Cond Res*. 2020; 34(5):1254–63.
56. Simão R, Spinetti J, de Salles BF, Oliveira LF, Matta T, Miranda F, et al. Influence of exercise order on maximum strength and muscle thickness in untrained men. *J Sports Sci Med*. 2010; 9(1):1.
57. Spinetti J, de Salles BF, Rhea MR, Lavigne D, Matta T, Miranda F, et al. Influence of Exercise Order on Maximum Strength and Muscle Volume in Nonlinear Periodized Resistance Training. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2010;24(11). Disponível em: https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2010/11000/Influence_of_Exercise_Order_on_Maximum_Strength.10.aspx
58. Bloomquist K, Langberg H, Karlsen S, Madsgaard S, Boesen M, Raastad T. Effect of range of motion in heavy load squatting on muscle and tendon adaptations. *Eur J Appl Physiol*. 2013; 113(8):2133–42.
59. McMahon GE, Morse CI, Burden A, Winwood K, Onambélé GL. Impact of range of motion during ecologically valid resistance training protocols on muscle size, subcutaneous fat, and strength. *J Strength Cond Res*. 2014; 28(1):245–55.
60. Pinto RS, Gomes N, Radaelli R, Botton CE, Brown LE, Bottaro M. Effect of range of motion on muscle strength and thickness. *J Strength Cond Res*. 2012; 26(8):2140–5.
61. Valamatos MJ, Tavares F, Santos RM, Veloso AP, Mil-Homens P. Influence of full range of motion vs. equalized partial range of motion training on muscle architecture and mechanical properties. *Eur J Appl Physiol*. 2018; 118(9):1969–83.

62. Schoenfeld, B. J., Ogborn, D., & Krieger, J. W. (2017). Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. *Journal of sports sciences*, 35(11), 1073–1082. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1210197>
63. Schoenfeld BJ, Grgic J, Ogborn D, Krieger JW. Strength and hypertrophy adaptations between low-vs. high-load resistance training: a systematic review and meta-analysis. *J Strength Cond Res*. 2017; 31(12):3508–23.
64. Csapo R, Alegre L. Effects of resistance training with moderate vs heavy loads on muscle mass and strength in the elderly: A meta-analysis. *Scand J Med Sci Sports*. 2016; 26(9):995–1006.
65. Douglas J, Pearson S, Ross A, McGuigan M. Chronic adaptations to eccentric training: a systematic review. *Sports Med*. 2017; 47(5):917–41.
66. Roig M, O'Brien K, Kirk G, Murray R, McKinnon P, Shadgan B, et al. The effects of eccentric versus concentric resistance training on muscle strength and mass in healthy adults: a systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2009; 43(8):556–68.
67. Martland, R., Mondelli, V., Gaughran, F., & Stubbs, B. (2020). Can high-intensity interval training improve physical and mental health outcomes? A meta-review of 33 systematic reviews across the lifespan. *Journal of sports sciences*, 38(4), 430-469.
68. Wilk M, Golas A, Stastny P, Nawrocka M, Krzysztofik M, Zajac A. Does tempo of resistance exercise impact training volume? *J Hum Kinet*. 2018; 62:241.
69. Wilk M, Golas A, Krzysztofik M, Nawrocka M, Zajac A. The effects of eccentric cadence on power and velocity of the bar during the concentric phase of the bench press movement. *J Sports Sci Med*. 2019;18(2):191.
70. Schoenfeld BJ, Ogborn DI, Krieger JW. Effect of repetition duration during resistance training on muscle hypertrophy: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med*. 2015; 45(4):577–85.
71. Hackett DA, Davies TB, Orr R, Kuang K, Halaki M. Effect of movement velocity during resistance training on muscle-specific hypertrophy: A systematic review. *Eur J Sport Sci*. 2018; 18(4):473–82.

72. Nunes JP, Grgic J, Cunha PM, Ribeiro AS, Schoenfeld BJ, de Salles BF, et al. What influence does resistance exercise order have on muscular strength gains and muscle hypertrophy? A systematic review and meta-analysis. *Eur J Sport Sci.* 2020; 1–9.
73. Schoenfeld BJ, Grgic J. Effects of range of motion on muscle development during resistance training interventions: A systematic review. *SAGE Open Med.* 2020; 8:2050312120901559.
74. Newmire DE, Willoughby DS. Partial compared with full range of motion resistance training for muscle hypertrophy: a brief review and an identification of potential mechanisms. *J Strength Cond Res.* 2018; 32(9):2652–64.
75. Gentil P, Fisher J, Steele J. A review of the acute effects and long-term adaptations of single-and multi-joint exercises during resistance training. *Sports Med.* 2017; 47(5):843–55.