

RAFAEL AMANTINO DA SILVA MOTTA

**Treinamento resistido: número de séries e fatores intervenientes
no ganho de força muscular**



**CURITIBA
2017**

RAFAEL AMANTINO DA SILVA MOTTA

Treinamento resistido: Número de séries e fatores intervenientes no ganho de força muscular

TCC apresentado como requisito parcial para a conclusão do Curso de Especialização em Treinamento de Força e Hipertrofia, Setor de Ciências Biológicas, Departamento de Educação Física, Universidade Federal do Paraná. Orientador: Ms. Ricardo Cunha.

**CURITIBA
2017**

Dedico este trabalho aos meus maiores incentivadores: “Meu pai, minha Mãe e meus Irmãos”.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus...

Agradeço a meus pais, Sandro Motta e Luci Motta, que sempre confiaram em mim e apoiaram a minha profissão.

Agradeço a meus amigos, Eliel, José Pedro e Luciano, que sempre estiveram presentes nos momentos difíceis e alegres.

Agradeço a todos os professores que contribuíram para minha formação, em especial ao professor, que me ajudou muito neste curso.

Agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíam para que eu concluísse o Curso de Especialização em Treinamento de força e hipertrofia.

RESUMO

O número de séries no treino de força é um tema que tem gerado muita discussão, e por isso há estudos fazendo comparações entre uma e três séries no ganho de força muscular. Nesta revisão de literatura foi verificado se o número de séries no treinamento resistido apresenta diferentes níveis de ganhos de força muscular. Realizou-se buscas eletrônicas em diferentes bases de dados *Science Direct*, *Pub Med*, *Google Acadêmico*, no período entre um a 29 de novembro de 2016. Foram selecionados artigos experimentais, de língua inglesa e publicados a partir de 1960 até data de busca. Os artigos foram selecionados por título, resumo e lidos na íntegra. O nível de experiência no treinamento de força, membros superiores ou inferiores, sexo e exercício escolhido tem influência no número de séries utilizado para o ganho de força muscular. Sendo assim, a otimização dos ganhos de força ocorre quando: três séries são realizadas para membros inferiores e/ou indivíduo experiente no treino de força; uma série realizada por iniciantes, sedentários e membros superiores; uma ou três séries é indiferente para os ganhos de força independente do sexo e para exercício mono ou multiarticulares.

Palavras-chave: treinamento resistido, volume de treino, número de sets.

ABSTRACT

The number of series in the strength training is a topic that has generated a lot of discussion, and so there are studies making comparisons between one and three series in muscular strength gain. In this review it was found that the number of sets on resistance exercise presents different levels of muscle strength gains. We conducted electronic searches in different bases of Science direct data, Pub Med, Google Scholar, between one will November 29, 2016. We selected experimental articles, in English and published from 1960 to the search date. Articles were selected by title, abstract and read in full. The experience in strength training, arms or legs, sex and exercise chosen influences the number of sets used to gain muscle strength. Thus, the optimization of strength gains occurs when: three series are held to lower limbs and / or experienced individual in strength training; a series held by beginners, sedentary and upper limbs; one or three series is indifferent to the independent sex strength gains and mono or multi-joint exercises.

Key-words: resistance training, training volume, number of sets.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. METODOLOGIA.....	9
3. DESENVOLVIMENTO.....	10
4. CONCLUSÃO.....	21
REFERÊNCIAS.....	22

1 INTRODUÇÃO

O treino de força tem se mostrado muito eficiente no aumento da massa muscular, ganho de força, melhora da composição corporal (KRAEMER; RATAMESS; FRENCH, 2002). A prática de musculação pode ser feita tanto em indivíduos saudáveis, quanto em populações especiais, vários estudos mostram uma melhora significativa em algumas dessas populações, como por exemplo, idosos (SILVA; NOVAES, 2007), gestantes (DOMENJOZ; KAYSER; BOULVAIN, 2014), diabéticos (GORDON et al., 2009), obesos (WASHBURN et al., 2012), pessoas com problemas na densidade mineral óssea (CADORE; BRENTANO; KRUEL, 2005) e cardiopatas (UMPIERRE; STEIN, 2007), mas deve-se tomar cuidado na escolha do programa de treino, e adaptar para cada pessoa.

Para o treino de força, deve-se pensar em algumas variáveis, como a ordem dos exercícios (GENTIL; OLIVEIRA, 2007) e volume de treino (séries x repetições x carga), o que tem gerado uma grande discussão durante os últimos 10 anos (CARPINELLI; OTTO; WINETT, 2004; RHEA; ALVAR; BURKETT, 2002). Essa discussão tem ênfase no uso de séries únicas e séries múltiplas para o ganho de força no treino resistido. Nos estudos selecionados para análise as variáveis dependentes relacionadas ao nível de treino, sexo, grupo muscular treinado e o exercício escolhido possuem grande alternância, o que resulta em uma diferença nos resultados finais de ganho de força (KRAEMER; RATAMESS, 2004).

Existem diversos estudos usando números diferentes de séries (BERGER, 1962; BOTTARO et al., 2011; JS et al., 2013; KRAEMER, 1997), todas eficientes para promover ganhos significantes de força muscular (KRAEMER; RATAMESS, 2004). O ganho de força depende de todas essas variáveis citadas acima, deve-se saber manipulá-las para assim obter ótimos resultados. Sabendo trabalhar com essas variáveis, principalmente o volume, é possível treinar com menor demanda de tempo e atingir bons resultados. Portanto, o objetivo desta revisão de literatura é verificar se o número de séries no treinamento resistido apresenta diferentes níveis de ganhos de força muscular.

2 METODOLOGIA

Para esse estudo foram realizadas buscas nas bases de dados eletrônicas *Science Direct*, *Pub Med*, *Pro Quest* e *Google Acadêmico* durante o período de 1 a 29 de novembro de 2016. Foram usados os termos de busca *resistance training*, *training volume*, *single set*, *multiple sets* e *number of sets*. A busca teve o intuito de selecionar artigos experimentais, de língua inglesa e a partir de 1960 até a data de busca. O resultado da busca apresentou aproximadamente 2.000 artigos, que então foram selecionados 20 artigos para leitura na íntegra. Foram usados como critérios de inclusão os artigos que falavam sobre o assunto volume de treino, que realizavam estudos envolvendo número de séries variado e que testavam força nas amostras. Além das bases de dados, foram buscados alguns artigos nas referências de outros artigos, principalmente de revisão. No total foram utilizados 15 artigos experimentais para serem analisados.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1. Adaptações neuromusculares

Para entender como ocorre as adaptações neuromusculares no treinamento de força, é preciso entender alguns conceitos básicos, e quais são as variáveis utilizadas no treino de força. Um conceito importante é o de força máxima dentro do treino resistido: *“É a máxima quantidade de força que um músculo, ou grupo muscular, pode gerar em um padrão específico de movimento a uma determinada velocidade”* (FLECK, STEVEN J & KRAEMER, 2006). A força é aumentada pelo treino com pesos, que possui variáveis que podem ser adequadas para cada indivíduo, como por exemplo, série, repetição, intervalo entre séries e velocidade de execução (CANNON; MARINO, 2010). Para o praticante que inicia o treino de força a resposta neural é diferente (CANNON; MARINO, 2010) comparada com a de um praticante avançado (HASS et al., 1999), e um atleta (KRAEMER; RATAMESS, 2000; KRAEMER, 1997).

Sugere-se que o princípio da adaptação aplicado ao treinamento de força se dá sempre que nosso corpo sofre algum estímulo, ou seja, sai do estado de homeostase ou sai do seu equilíbrio, os padrões de organização do sistema são mudados para se ajustar a nova realidade, em uma tendência chamada de auto-organização (GENTIL, 2011). No treino de força, a sobrecarga imposta por exercícios fará o organismo se desorganizar pelo rompimento fibras, esgotamento de reservas energéticas, acúmulo de metabólitos e por meio de outras alterações fisiológicas que fazem o corpo buscar um novo estado de organização. (GENTIL, 2011). É considerada por autores como uma lei, que rege o treinamento, do qual se derivam os princípios propriamente ditos (WEINECK, 1999; ZATSIOSKY, 1999). A adaptação não deriva 100% de forças externas, mas também de uma cascata de reação do organismo diante desses estímulos. Ao iniciar o treinamento a primeira adaptação que o indivíduo sofre é a neural (MAIOR; ALVES, 2003)

Se um indivíduo que nunca fez qualquer exercício físico inicia a prática no treino com pesos, os ganhos serão muito maiores se comparados com um praticante intermediário ou avançado (KRAEMER; RATAMESS; FRENCH, 2002). Os ganhos de um aluno avançado são muito pequenos comparados com os ganhos iniciais, pois, as

estruturas responsáveis pelas adaptações fisiológicas que geram força já estarão bem desenvolvidas e os ganhos passam a ser mais lentos (BOTTARO et al., 2011).

Existem estruturas neuromusculares que estão envolvidas com as adaptações ao treino de força uma delas são as unidades motoras, que são as primeiras estruturas musculares a serem estimuladas para gerar a adaptação (AAGAARD et al., 2002). As unidades motoras são compostas por um neurônio motor alfa e as fibras musculares responsáveis por esse neurônio. Cada fibra muscular é comandada por um neurônio motor alfa, e quanto menor for o número de fibras musculares dentro de uma unidade motora, menor é a força que esse músculo pode produzir. (ENOKA, 1997; GABRIEL; KAMEN; FROST, 2006). No início do treino de força, o indivíduo não consegue recrutar todas as fibras musculares simultaneamente, mas com o tempo a coordenação intramuscular e intermuscular vão se aprimorando até ocorrer uma sincronização do recrutamento das fibras (MAIOR; ALVES, 2003). Sugere-se que essa adaptação dure entre quatro e oito semanas, depois disso começam os ganhos hipertroficados (AAGAARD et al., 2002)

3.2. Hipertrofia

Depois de o corpo passar por todo esse processo de adaptação neural, começam aparecer as respostas aos ganhos de hipertrofia (SCHOENFELD, 2010). A hipertrofia pode ser definida como um aumento volumétrico de um músculo, devido ao aumento volumétrico das fibras que o constituem (GENTIL, 2011). A hipertrofia acontece quando a síntese de proteínas é maior que a degradação. O processo hipertrofico tem vários fatores atuantes, como por exemplo, as células satélites, que tem um papel muito importante no processo de hipertrofia depois de um estímulo adequado ser gerado ao músculo.

O músculo é um tecido que não tem uma troca de células significativa durante toda a vida, por isso existem as células satélites, que inicialmente estão em repouso, mas depois de um estímulo ser dado ao músculo as células satélites se tornam ativas e se proliferam para gerar novas células ou se juntar a outras células e assim formar novos núcleos ou novas células (GENTIL, 2011; SCHOENFELD, 2010). Com o surgimento dessas células, a fibra também vai ganhando mais volume, e por isso deve-se manter um número ideal de núcleos e células para que as células satélites tenham um bom funcionamento (MCCALL; ALLEN, 1998; ROY; MONKE, 1999; SCHOENFELD, 2010).

Alguns tipos de fibras dependem mais, ou menos da ação das células satélites (LOWE; ALWAY, 1999), por exemplo, as fibras do tipo II tendem a necessitar mais das células satélites, se em alguma parte do treino o estímulo à esse tipo de fibra for interrompido, a hipertrofia pode ser inibida por total (ADAMS et al., 2002).

Outro fator muito importante que atua diretamente na hipertrofia são os hormônios, em especial a insulina (MCPHERRON; LEE, 1997; SCHOENFELD, 2010; SPANGENBURG et al., 2008). A insulina é produzida no pâncreas e provavelmente seja o hormônio mais anabólico produzido no corpo, pois, tem a capacidade de armazenar proteínas, carboidratos e gorduras (MCPHERRON; LEE, 1997; SPANGENBURG et al., 2008). A insulina não é o único hormônio anabólico importante presente no organismo, outro hormônio essencial é o hormônio do crescimento (GH). Com o treino de força os níveis de GH não são alterados significativamente (MCCALL; ALLEN, 1998), porém, um treino que possui uma característica metabólica tem a tendência de aumentar sua produção. Essa acidose gerada no músculo pode ser decorrente de um treino feito sob oclusão vascular (Abe, 2006), onde existe um grande acúmulo de metabólitos, inclusive o lactato, daí o maior acúmulo de GH (TAKARADA; NAKAMURA, 2000). Esse acúmulo de GH não é um sinalizador de que a hipertrofia está acontecendo, depende da resposta de outras variáveis também. O GH também depende de outros fatores de crescimento, um deles é o IGF-1. Apesar de o GH ter ligação direta com o IGF-1, a sua produção não está diretamente ligada com a produção do IGF-1.

Outro hormônio anabólico é a testosterona, que é predominante nos homens, pois, é um hormônio que desenvolve características masculinas. Nos homens é produzida nos testículos, e nas mulheres nos ovários e glândulas adrenais em quantidades mínimas (SINHA-HIKIM et al., 2002). A testosterona pode ser produzida tanto com estímulos metabólicos (LIN et al., 2001), quanto com estímulos tensionais (menor volume, maior intensidade, intervalos longos) (BOSCO et al., 2000).

Existe também um inibidor do crescimento muscular (hipertrofia), é a miostatina. Existem animais que nascem com um defeito nesse gene, e desenvolvem uma musculatura muito grande sem muito esforço, como é o caso da raça bovina *Belgian Blue*. Ainda há estudos que modificaram geneticamente ratos para que tivessem um déficit na miostatina (MCPHERRON; LEE, 1997).

Entendendo todas as fases de adaptação do treino de força, desde a adaptação neural até a fase hipertrófica e todos os seus fatores atuantes, passamos para a parte em que serão mostradas algumas variáveis que interferem no treino de força, como por exemplo, volume de treino, nível de treinamento do indivíduo, diferença de recrutamento e desenvolvimento de fibras.

3.3. Variáveis que interferem no ganho de força com variações no volume

A eficiência de um programa de treino tem muita dependência de um fator, o volume, que é definido pela quantidade de séries realizadas por exercício, o número de repetições por séries, e a quantidade de carga utilizada (Séries x repetições x carga) (KRAEMER; RATAMESS; FRENCH, 2002; TAN, 1999). O número de séries vem sendo discutido durante vários anos por muitos autores com afinco (CARPINELLI; OTTO; WINETT, 2004; KRIEGER, 2010; OTTO; CARPINELLI, 2006; PETERSON, 2005; RHEA; ALVAR; BURKETT, 2002; WOLFE; LEMURA; COLE, 2004).

Existe muita controvérsia no assunto do número ideal de séries para obter ganhos de força. A maioria dos estudos envolvendo volume de treino trabalha comparando os resultados de uma série contra três séries de exercícios.

REFERÊNCIA	AMOSTRA	SÉRIES	REPETIÇÕES	EXERCÍCIO	GRUPO MUSCULAR	GANHO DE FORÇA
(KRAMER; STONE, 1997)	43 homens jovens com experiência	1 até falha vs. 3 não até a falha vs. variados	8-12 vs. 10 vs. variados	Agachamento com barra	MMII	Carga de 1 RM 1 série: 78% 3 séries: 70% Variado: 91%
(RHEA et al., 2002)	16 homens jovens com experiência	1 vs. 3	3x/semana: 1ª (8-10) 2ª (6-8) 3ª (4-6)	Leg press e supino reto	MMII / MMSS	3 séries: leg press 56% e supino reto 33% 1 série: leg press 26% e supino reto 20%
(BERGER, 1962)	177 homens com experiência	1 vs. 2 vs. 3 1 vs. 2 vs. 3 1 vs. 2 vs. 3	2 vs. 6 vs. 10 6 vs. 10 vs. 2 10 vs. 2 vs. 6	Supino reto com barra	MMSS	3 séries de 6 repetições foi o mais efetivo para gerar força - 29%
(MARZOLINI et al., 2008)	53 indivíduos com doença coronariana sem experiência	Aeróbico Aeróbico+1 série Aeróbico + 3 séries	10-15	Serrote, tríceps, bíceps, flexor, panturrilha, elevação lateral.	MMII/ MMSS	3 series: 38% 1 Serie: 34 %
(KRAEMER; RATAMESS, 2000)	24 mulheres atletas de tênis com experiência	1 série em circuito vs. 3 séries periodizadas vs. controle	8-10 vs. 4,6,8,10,12-15	Leg press, desenvolvimento e supino	MMII/ MMSS	Periodizado Supino: 37,1%/ Desenvolvimento: 69,2 / Leg press: 18,7 1 série: Supino: 14%/ Desenvolvimento: 24%/ Leg press: 16%

(CANNON; MARINO, 2010)	16 mulheres jovens e 15 idosas saudáveis. Sem experiência	1 vs. 3	10 repetições	Extensão de joelho	MMII	3 séries: 24.7% 1 Série: 27.8 %
(STARKEY; POLLOCK, 1996)	21 homens e 27 mulheres sem experiência	1 vs. 3	8-12 repetições	Flexão e extensão de joelho	MMII	Extensão de joelho: 1 série: 57% / 3 séries: 53% Flexão de joelho: 1 série: 73% / 3 Séries: 62%
(MUNN et al., 2005)	21 homens e 94 mulheres sem experiência	1 vs. 3 lentas 1 vs. 3 rápidas	6-8 repetições executadas em diferentes velocidades	Flexão de cotovelo unilateral	MMSS	1série lenta: 25% 1série rápida: 38% 3séries lentas: 40% 3séries rápidas: 46%
(HASS; GARZARELLA, 2000b)	42 indivíduos com experiência	1 vs. 3	8-12 Repetições	Extensor, flexor, supino, desenvolvimento, flexão de cotovelo.	MMII/ MMSS	Extensor de joelho: 1série 12,5% 3séries 11,5% Flexor de joelho: 1série 5% 3 séries 9.5% Supino 1série 10,5% 3séries 9,5% Desenvolvimento 1 série 5,2% 3 séries 15% Flexor de cotovelo: 1 série 10% 3séries 9,1%

(JS et al., 2013)	7 homens sem experiência	2 Perna esquerda vs. 3 perna esquerda 2 pernas direita vs. 3 perna direita	6 Repetições	Extensão de joelho	MMII	2 séries: 24,2% 3 séries: 37,9%
(RADAELLI et al., 2013)	20 mulheres sem experiência	1 vs. 3 séries	Semana 0-6 (20 repetições) Semana 7-10 (12-15 repetições) Semana 11-13 (10 repetições)	Extensor de joelho e Flexor de cotovelo	MMII/ MMSS	Extensor de joelho: 1 série: 31,8% 3 séries: 38,3% Flexão de cotovelo 1 série: 25,1% 3 séries: 26,6%
(BOTTARO et al., 2011)	30 homens sem experiência	1 vs. 3 séries	8-12 repetições	Extensor de joelho e flexor de cotovelo	MMII/ MMSS	Flexor de cotovelo: 1 série: 11,2% 3 séries: 12,6% Extensor de joelho: 1 série: 5,12 % 3 séries: 10,8%

(SCHLUMBERGER; STEC; SCHMIDTBLEICHER, 2001)	27 mulheres com experiência	1 vs. 3 séries	6-9 repetições	Extensor, flexor, abdominal, adutor, abductor, puxada pela frente, supino.	MMII/ MMSS	Extensor: 3 séries – 15,7% 1 série – 6,7% Supino 3 séries – 10,4% 1 série – 4,1%
(RØNNESTAD et al., 2007)	21 homens sem experiência	1 vs. 3 3 vs. 1	7-10 repetições	Leg press, extensor, flexor, supino, remada sentada, puxada,	MMII/ MMSS	Exercícios MMII 3 séries: 41% 1 série: 21% Exercícios MMSS 3 séries: 25% 1 série: 24%
(MCBRIDE; BLAAK; TRIPLETT-MCBRIDE, 2003)	15 homens 13 mulheres	1 vs. 6 séries	6 vs. 10 repetições	Leg Press e rosca direta	MMII/ MMSS	Leg press: 1 série: 41,7% 3 séries: 52,6% Rosca direta 1 série: 8,5% 3 séries: 22,8%

MMII: Membros inferiores; MMSS: Membros superiores

A maioria dos estudos mostra um ganho de força superior para os exercícios realizados com três séries, mas esses resultados envolveram outras variáveis, além do número de séries que merecem um pouco de atenção.

Como pode ser visto em alguns estudos a variável de tempo de treino, ou seja, nível e experiência no treino de força interferiram nos resultados, (BERGER, 1962; HASS; GARZARELLA, 2000b; KRAEMER; RATAMESS, 2000; KRAMER; STONE, 1997; RHEA et al., 2002; SCHLUMBERGER; STEC; SCHMIDTBLEICHER, 2001). Para esses estudos foram utilizadas amostras com certo grau de experiência no treino de força, enquanto que em outros estudos as amostras eram iniciantes e nunca tiveram nenhuma experiência com o treinamento resistido os resultados foram semelhantes para ambos os volumes de treino força (BOTTARO et al., 2011; MUNN et al., 2005; STARKEY; POLLOCK, 1996). Esses resultados podem ser explicados pela adaptação que já foi gerada nos indivíduos com experiência no treino de força, como foi dito anteriormente, todos os fatores atuantes na adaptação já foram desenvolvidos, principalmente as unidades motoras que já conseguem ser recrutadas simultaneamente, então os ganhos se tornam mais difíceis, e sugere-se que necessite de um volume de treino maior (CANNON; MARINO, 2010; KRAEMER; RATAMESS, 2004). Já com as amostras iniciantes essas estruturas ainda não estão desenvolvidas, então os ganhos passam a ser mais rápidos e dependem de um volume de treino menor (MAIOR; ALVES, 2003; RADAELLI et al., 2013).

A tolerância à fadiga de um atleta é diferente de um praticante comum de musculação (ALWAY et al., 1992; FARUK UGRAS, 2013), além disso, a necessidade de obter ganhos máximos no meio esportivo para um melhor rendimento é grande. Quando se trabalha com atletas no treino de força, independente da modalidade necessita-se prescrever o treino com um volume maior que uma série, pois, além de já ter experiência com o treino de força, os ganhos de força devem ser máximos para melhor desempenho nas valências usadas no esporte (KRAEMER; RATAMESS, 2000).

Outro fator que o volume de treino tem interferência direta é no grupo muscular treinado. Os ganhos de força para membros inferiores e membros superiores são diferentes, e necessitam de volumes de treino diferentes para obter tal ganho (RØNNESTAD et al., 2007). Nos estudos utilizando volumes diferentes em exercícios para membros inferiores e superiores os resultados foram semelhantes (BOTTARO et

al., 2011; KRAMER; STONE, 1997; PAULSEN; MYKLESTAD; RAASTAD, 2003; RHEA et al., 2002; RØNNESTAD et al., 2007). A maioria dos artigos comparou os mesmos volumes para membros inferiores e membros superiores, e todos chegaram a um resultado semelhante. Os grupos que realizaram volume variado (1 vs. 3 séries) em membros superiores tiveram resultados semelhantes, sem diferença significativa. Já os grupos que realizaram volume variado (1 vs. 3 séries) em membros inferiores os resultados foram superiores para os grupos que realizaram três séries.

Esse fato pode ter várias explicações, uma delas é que as pernas são utilizadas muito mais que os braços no dia-a-dia, e por isso esse grupo necessita de um estresse maior para obter ganhos (RATAMESS; ALVAR; EVETOCH, 2009), sugerindo que membros inferiores são melhores treinados comparados a membros superiores (RØNNESTAD et al., 2007). Deve ser levado em conta que em exercícios de membros inferiores os praticantes muitas vezes não chegam à falha, já em exercícios de membros superiores é mais comum se chegar à falha (GENTIL; BOTTARO, 2010). Outra explicação é que o volume maior de treino pode induzir a secreção de hormônios anabólicos, como testosterona e GH, que são hormônios que contribuem para o ganho de massa muscular e força (BOSCO et al., 2000; TAKARADA; NAKAMURA, 2000), sugere-se que essa síntese de hormônios durante o treino de força seja relevante para obter ganhos (GODFREY; MADGWICK; WHYTE, 2003). Porém, outro estudo aponta a síntese de hormônios durante o exercício o fator menos relevante para obter ganhos de força e hipertrofia, pelo fato do pico desses hormônios gerados no pós-treino ficarem altos apenas nos 60 minutos após o treino, e por não estarem em concentrações séricas elevadas (WEST; PHILLIPS, 2010).

Além do grupo muscular treinado, o sexo também influencia no ganho de força (PINCIVERO; GANDAIO; ITO, 2003). Em outro estudo foram comparadas uma vs. seis séries, avaliando os ganhos de força no exercício rosca direta e leg press em homens e mulheres, divididos em dois grupos (MCBRIDE; BLAAK; TRIPLETT-MCBRIDE, 2003). Diferente da maioria dos estudos, este mostra um resultado muito próximo para membros inferiores e membros superiores no grupo que realizou 6 séries. Esses resultados podem ser explicados pelo fato de ter homens e mulheres no mesmo grupo, sugerindo que homens têm mais facilidade em obter ganhos de força (PINCIVERO; GANDAIO; ITO, 2003). Nos estudos que realizavam as pesquisas com mulheres, nenhum controlou o ciclo menstrual, o que pode interferir nos resultados (KRAEMER; RATAMESS, 2005).

A escolha dos exercícios interfere nos resultados (GENTIL; SOARES, 2013). Principalmente exercícios multiarticulares e monoarticulares, por exemplo, *leg press* e extensor de joelho para membros inferiores, e supino reto e extensão de cotovelo para membros superiores. Nos exercícios mono e multiarticulares existe o que é conhecido como grau de liberdade (ANDERSON; BEHM, 2005), que está mais presente nos exercícios multiarticulares, pela liberdade de movimento que é dada às articulações envolvidas no movimento. Pelo volume muscular treinado nos exercícios multiarticulares ser maior, sugere-se um número maior de séries para obter melhores resultados de ganho de força comparados com exercícios monoarticulares, pois, a quantidade de músculos envolvidos é menor (GENTIL; SOARES, 2013).

As aplicações práticas desses resultados estão voltadas para as prescrições de treinos em academias de musculação, pois, a falta de tempo é a reclamação mais comum dos alunos que interrompem a prática de musculação e é o motivo para não iniciar também (EYLER; VEST; SANDERSON, 2002). Então, com um número menor de séries por exercício os alunos não despendem de tanto tempo para realizar suas sessões de treino, e continuam com a mesma eficiência no ganho de força.

4 CONCLUSÃO

Tempo de treino, sexo, membros superiores ou inferiores e escolha dos exercícios diferenciam os ganhos de força no treinamento resistido de acordo com o volume. Para membros inferiores e indivíduos com mais experiência de treino três séries mostrou um nível superior de ganhos de força muscular. Já para membros superiores e indivíduos sedentários ou iniciantes apenas uma série foi suficiente para gerar força muscular. Sexo, exercício mono e multiarticulares resultaram em ganhos de força muscular semelhantes com uma ou três séries. Para o indivíduo que não busca resultados máximos para performance, uma série por exercício é suficiente para gerar força muscular.

REFERÊNCIAS

- AAGAARD, P. et al. Neural adaptation to resistance training: changes in evoked V-wave and H-reflex responses. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)**, v. 92, n. 6, p. 2309–18, jun. 2002.
- ADAMS, G. R. et al. Cellular and molecular responses to increased skeletal muscle loading after irradiation. **American journal of physiology. Cell physiology**, v. 283, n. 4, p. C1182–95, out. 2002.
- ALWAY, S. E. et al. Effects of resistance training on elbow flexors of highly competitive bodybuilders. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)**, v. 72, n. 4, p. 1512–21, abr. 1992.
- ANDERSON, K.; BEHM, D. G. The Impact of Instability Resistance Training on Balance and Stability. v. 35, n. 1, p. 43–53, 2005.
- BERGER, R. Effect of varied weight training programs on strength. **Research Quarterly. American Association for Health, ...**, n. November, p. 37–41, 1962.
- BOSCO, C. et al. Monitoring strength training: neuromuscular and hormonal profile. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 32, n. 1, p. 202–8, jan. 2000.
- BOTTARO, M. et al. Resistance training for strength and muscle thickness: Effect of number of sets and muscle group trained. **Science & Sports**, v. 26, n. 5, p. 259–264, nov. 2011.
- BYRD, R.; CHANDLER, T.; CONLEY, M. Strength training: single versus multiple sets. **Sports medicine**, v. 27, n. 6, p. 409–413, 1999.
- CADORE, E.; BRENTANO, M.; KRUEL, L. Efeitos da atividade física na densidade mineral óssea e na remodelação do tecido ósseo. **Rev Bras Med Esporte**, n. 51, p. 373–379, 2005.
- CANNON, J.; MARINO, F. E. Early-phase neuromuscular adaptations to high- and low-volume resistance training in untrained young and older women. **Journal of sports sciences**, v. 28, n. 14, p. 1505–14, dez. 2010.
- CARPINELLI, R.; OTTO, R.; WINETT, R. A critical analysis of the ACSM position stand on resistance training: insufficient evidence to support recommended training protocols. **J Exerc Physiol**, p. 1–60, 2004.
- DOMENJOZ, I.; KAYSER, B.; BOULVAIN, M. Effect of physical activity during pregnancy on mode of delivery. **American journal of obstetrics and gynecology**, v. 11, n. May, 14 mar. 2014.
- ENOKA, R. Neural adaptations with chronic physical activity. **Journal of biomechanics**, 1997.

EYLER, A.; VEST, J.; SANDERSON, B. Environmental, policy, and cultural factors related to physical activity in a diverse sample of women: the Women's Cardiovascular Health Network Project—introduction. **Women & ...**, n. October 2014, p. 37–41, 2002.

FARUK UGRAS, A. Effect of high intensity interval training on elite athletes' antioxidant status. **Science & Sports**, v. 28, n. 5, p. 253–259, out. 2013.

FLECK, STEVEN J & KRAEMER, W. J. **Fundamentos do Treinamento de Força Muscular**. 2. ed. São Paulo: [s.n.]. p. 375

GABRIEL, D. A; KAMEN, G.; FROST, G. Neural adaptations to resistive exercise: mechanisms and recommendations for training practices. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 36, n. 2, p. 133–49, jan. 2006.

GENTIL, P. **Bases Científicas do Treinamento de Hipertrofia**. 4^a. ed. Rio de Janeiro: [s.n.]. p. 192

GENTIL, P.; BOTTARO, M. Influence of supervision ratio on muscle adaptations to resistance training in nontrained subjects. **The Journal of Strength & Conditioning ...**, v. 24, n. 3, p. 639–643, 2010.

GENTIL, P.; OLIVEIRA, E. Effects of exercise order on upper-body muscle activation and exercise performance. **The Journal of ...**, v. 21, n. 4, p. 1082–1086, 2007.

GENTIL, P.; SOARES, S. Effect of adding single-joint exercises to a multi-joint exercise resistance-training program on strength and hypertrophy in untrained subjects. **Applied Physiology, ...**, v. 38, n. 1, 2013.

GODFREY, R. J.; MADGWICK, Z.; WHYTE, G. P. The exercise-induced growth hormone response in athletes. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 33, n. 8, p. 599–613, jan. 2003.

GORDON, B. A et al. Resistance training improves metabolic health in type 2 diabetes: a systematic review. **Diabetes research and clinical practice**, v. 83, n. 2, p. 157–75, fev. 2009.

HASS, C.; GARZARELLA, L. Single versus multiple sets in long-term recreational weightlifters. **Medicine and science ...**, n. 19, p. 235–242, 2000a.

HASS, C.; GARZARELLA, L. Single versus multiple sets in long-term recreational weightlifters. **Medicine and science ...**, 2000b.

JS, B. et al. Physiological Implications of Two versus Three Sets in the Development of Quadriceps Muscle Strength in Untrained Men. **Journal of Sports Medicine & Doping Studies**, v. 03, n. 03, 2013.

KRAEMER, W. A series of studies—the physiological basis for strength training in American football: fact over philosophy. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, n. C, p. 8000, 1997.

KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. Hormonal Responses and Adaptations to Resistance Exercise and Training. **Sports Medicine**, v. 35, n. 4, p. 339–361, 2005.

KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A; FRENCH, D. N. Resistance training for health and performance. **Current sports medicine reports**, v. 1, n. 3, p. 165–71, jun. 2002.

KRAEMER, W.; RATAMESS, N. Influence of resistance training volume and periodization on physiological and performance adaptations in collegiate women tennis players. **The American Journal ...**, 2000. KRAEMER, W.; RATAMESS, N. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. ... **science in sports and exercise**, v. 36, n. 4, p. 674–688, abr. 2004.

KRAMER, J.; STONE, M. Effects of single vs. multiple sets of weight training: impact of volume, intensity, and variation. **Journal of Strength & ...**, 1997.

KRIEGER, J. Single vs. multiple sets of resistance exercise for muscle hypertrophy: a meta-analysis. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, p. 1150–1159, 2010.

LIN, H. et al. Stimulatory effect of lactate on testosterone production by rat Leydig cells. **Journal of cellular biochemistry**, v. 83, n. 1, p. 147–54, 2001.

LOWE, D. A; ALWAY, S. E. Stretch-induced myogenin, MyoD, and MRF4 expression and acute hypertrophy in quail slow-tonic muscle are not dependent upon satellite cell proliferation. **Cell and tissue research**, v. 296, n. 3, p. 531–9, jun. 1999.

MAIOR, A.; ALVES, A. A contribuição dos fatores neurais em fases iniciais do treinamento de força muscular: uma revisão bibliográfica. **Motriz**, p. 161–168, 2003.

MARZOLINI, S. et al. Aerobic and resistance training in coronary disease: single versus multiple sets. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 40, n. 9, p. 1557–64, set. 2008.

MCBRIDE, J. M.; BLAAK, J. B.; TRIPLETT-MCBRIDE, T. Effect of resistance exercise volume and complexity on EMG, strength, and regional body composition. **European journal of applied physiology**, v. 90, n. 5-6, p. 626–32, nov. 2003.

MCCALL, G.; ALLEN, D. Maintenance of myonuclear domain size in rat soleus after overload and growth hormone/IGF-I treatment. **Journal of Applied ...**, p. 1407–1412, 1998.

MCPHERRON, A C.; LEE, S. J. Double muscling in cattle due to mutations in the myostatin gene. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 94, n. 23, p. 12457–61, 11 nov. 1997.

MUNN, J. et al. Resistance Training for Strength: Effect of Number of Sets and Contraction Speed. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 37, n. 9, p. 1622–1626, set. 2005.

OTTO, R.; CARPINELLI, R. A critical analysis of the single versus multiple set debate. **JEPonline**, v. 9, n. 1, p. 32–57, 2006.

PAULSEN, G.; MYKLESTAD, D.; RAASTAD, T. The influence of volume of exercise on early adaptations to strength training. **The Journal of Strength & ...**, v. 17, n. 1, p. 115–120, 2003.

PETERSON, M. Applications of the dose-response for muscular strength development: a review of meta-analytic efficacy and reliability for designing training prescription. **The Journal of Strength & ...**, v. 19, n. 4, p. 950–958, 2005.

PINCIVERO, D. M.; GANDAIO, C. M. B.; ITO, Y. Gender-specific knee extensor torque, flexor torque, and muscle fatigue responses during maximal effort contractions. **European journal of applied physiology**, v. 89, n. 2, p. 134–41, abr. 2003.

RADAELLI, R. et al. Low- and high-volume strength training induces similar neuromuscular improvements in muscle quality in elderly women. **Experimental gerontology**, v. 48, n. 8, p. 710–6, ago. 2013.

RATAMESS, N.; ALVAR, B.; EVETECH, T. Progression models in resistance training for healthy adults. **Med Sci Sports Exerc**, 2009.

RHEA, M. R. et al. Three sets of weight training superior to 1 set with equal intensity for eliciting strength. **Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association**, v. 16, n. 4, p. 525–9, nov. 2002.

RHEA, M. R.; ALVAR, B. A.; BURKETT, L. N. Single versus multiple sets for strength: a meta-analysis to address the controversy. **Research quarterly for exercise and sport**, v. 73, n. 4, p. 485–8, dez. 2002.

RØNNESTAD, B. R. et al. Dissimilar effects of one- and three-set strength training on strength and muscle mass gains in upper and lower body in untrained subjects. **Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association**, v. 21, n. 1, p. 157–63, mar. 2007.

ROY, R.; MONKE, S. Modulation of myonuclear number in functionally overloaded and exercised rat plantaris fibers. **Journal of Applied ...**, p. 634–642, 1999.

SCHLUMBERGER, A.; STEC, J.; SCHMIDTBLEICHER, D. Single- vs. multiple-set strength training in women. **Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association**, v. 15, n. 3, p. 284–9, ago. 2001.

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

SILVA, R. DA; NOVAES, J. High-velocity resistance exercise protocols in older women: effects on cardiovascular response. **Journal of sports ...**, n. December, p. 560–567, 2007.

SINHA-HIKIM, I. et al. Testosterone-induced increase in muscle size in healthy young men is associated with muscle fiber hypertrophy. **American journal of physiology. Endocrinology and metabolism**, v. 283, n. 1, p. E154–64, jul. 2002.

SPANGENBURG, E. E. et al. A functional insulin-like growth factor receptor is not necessary for load-induced skeletal muscle hypertrophy. **The Journal of physiology**, v. 586, n. 1, p. 283–91, 1 jan. 2008.

STARKEY, D.; POLLOCK, M. Effect of resistance training volume on strength and muscle thickness. ... **and Science in ...**, 1996.

TAKARADA, Y.; NAKAMURA, Y. Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. **Journal of Applied ...**, p. 61–65, 2000.

TAN, B. Variables to Optimize Maximum Strength in Men : A Review. v. 13, n. 3, p. 289–304, 1999.

UMPIERRE, D.; STEIN, R. Efeitos hemodinâmicos e vasculares do treinamento resistido: implicações na doença cardiovascular. **Arq Bras Cardiol**, p. 256–262, 2007. WASHBURN, R. A et al. Resistance training volume, energy balance and weight management: rationale and design of a 9 month trial. **Contemporary clinical trials**, v. 33, n. 4, p. 749–58, jul. 2012.

WEINECK, J. **Treino ideal**. 9ª. ed. São Paulo: [s.n.]. p. 740

WEST, D. W. D.; PHILLIPS, S. M. Anabolic processes in human skeletal muscle: restoring the identities of growth hormone and testosterone. **The Physician and sportsmedicine**, v. 38, n. 3, p. 97–104, out. 2010.

WOLFE, B.; LEMURA, L.; COLE, P. Quantitative analysis of single-vs. multiple-set programs in resistance training. **The Journal of Strength & ...**, v. 18, n. 1, p. 35–47, 2004.

ZATSIOSKY, V. **Ciência e Prática do Treinamento de Força**. 1. ed. São Paulo: [s.n.]. p. 256