

**TREINAMENTO DE FORÇA COM BAIXAS CARGAS E ALTO VOLUME PARA HIPERTROFIA:
ANÁLISE DE PARÂMETROS MOLECULARES**Igor Nasser¹Victor Gonçalves Corrêa Neto¹**RESUMO**

A manipulação das variáveis do treinamento de força é um ponto crucial para otimização de resultados. Uma adaptação do treinamento é a hipertrofia do músculo esquelético, que consiste no aumento da área de secção transversa. Uma forma de manipulação das variáveis que parece promissor no que tange a hipertrofia consiste em baixas cargas e alto volume de treinamento. Esse delineamento vem ganhando notoriedade contemporaneamente, porém a literatura não parece consensual sobre seus benefícios. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi revisar a influência de baixas cargas e alto volume de trabalho no treinamento de força. As bases de dados Pubmed, Scielo e Google Scholar foram consultadas sem limite de dados e após devidos critérios de filtragem 5 estudos compuseram o corpo de evidências da presente revisão. Foi utilizada a escala PEDro para análise metodológica dos estudos selecionados. Todos os estudos apresentaram boa qualidade metodológica, com notas acima de 5. O treinamento com baixas cargas e maior volume foi capaz de promover hipertrofia de maneira similar ao treinamento com menor volume e maior sobrecarga tanto para membros superiores quanto inferiores, como visto nos trabalhos analisados. Fatores como recrutamento de diferentes fibras musculares no exercício, síntese proteica, estimulação de células satélites e outros fatores associado ao estresse metabólico estariam envolvidos nessa metodologia de treinamento. Conclui-se que tal modelo de treinamento é eficiente para hipertrofia muscular podendo ser uma boa opção dentro de uma periodização de treinamento e que a justificativa para esse tal fenômeno é complexa por premissas multifatoriais.

Palavras-chave: Treinamento. Exercício. Hipertrofia.

1-Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

ABSTRACT

Low load and high-volume training for hypertrophy: molecular parameters analysis

The manipulation of resistance training variables is a crucial point for optimize results. One adaptation of the strength training is the hypertrophy of the skeletal muscle, that consist in an increase of the cross sectional area. One method that can contribute to this adaptation is to use low load and high volume that showed great results. This design is gaining notoriety, but the literature seems not consensual about its benefits. Based on it the purpose of this review is to analyze some research that used this method to assess skeletal muscle hypertrophy. Using Pubmed, Scielo and Google Scholar databases and respecting the inclusion and exclusion criteria 5 studies were selected. To assess the methodological quality of the studies, the PEDro scale was applied. All studies showed great methodological quality with grades above 5. Training with low loads and high volume was able to promote hypertrophy in upper limbs and lower limbs similar to a training with high loads and low volume in all studies analyzed. Different muscle fibers recruitment involved in the exercise, protein synthesis, satellite cells signaling and other factors associated to metabolic stress are some of the reasons that justify the finds. This review can conclude that resistance training using low loads and large volume were as effective to hypertrophy and a good option to use among a periodization. The responses for this phenomenon is complex by multifactorial premises.

Key words: Training. Exercise. Hypertrophy.

E-mails dos autores:

igor_nasser@hotmail.com

victorgcn@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O treinamento de força (TF) é uma importante modalidade de atividade física para obter relevantes adaptações musculares (Schoenfeld e colaboradores, 2015) tanto para atletas que desejam obter aumento no desempenho de força, potência e hipertrofia (American College of Sports Medicine, 2011), quanto para indivíduos normais que visam o fortalecimento do corpo e a prevenção de doenças (Warburton e colaboradores, 2006).

Com o impacto do TF sob variáveis tanto de rendimento quanto de saúde, é relevante que se conheça as características manipuláveis desse tipo de treino de forma a alcançar os objetivos planejados.

São inúmeras as variáveis a serem manipuladas com o objetivo de otimizar os resultados, como: volume, intensidade, intervalos de recuperação, tipo de ação, velocidade de execução e ordem dos exercícios (Fleck e Kraemer, 2014; Kraemer e Ratamess, 2004).

Dentre as variáveis do TF, o estudo do volume tem sido descrito de diversas formas, como volume total de treinamento (VTT), que consiste no número de repetições realizadas multiplicado pela carga em uma sessão de treinamento (Robbins e colaboradores, 2010), trabalho total que é o número máximo desempenhado com determinada carga (Peterson e colaboradores, 2011), tempo total sob tensão que consiste no tempo em que o determinado músculo se encontra contraído (Tran e colaboradores, 2006) e número de séries realizadas em um programa de treinamento (Radaeli e colaboradores, 2015).

Ainda, o volume de treinamento pode sofrer influência de uma série de outras variáveis como o intervalo realizado entre as séries e exercícios (Filho e colaboradores, 2013; Miranda e colaboradores, 2009), a ordem em que são realizados os exercícios (Balsamo e colaboradores, 2012; Miranda e colaboradores, 2010) e a sobrecarga, normalmente calculada em percentuais de uma repetição máxima (1RM) que será utilizada na sessão (Burd e colaboradores, 2010). Alguns métodos se destacam por obter melhores VTTs, como: *compound training*, *super set*, *complex training*, pareados agonista-antagonista, ações recíprocas, entre outros (Robbins e colaboradores, 2010; Balsamo e colaboradores, 2012; Carregaro e

colaboradores, 2013; Carregaro e colaboradores, 2011; Paz e colaboradores, 2014).

Sessões de treinamento que visam maiores volumes podem ser benéficas para ganhos de força e resistência muscular (Schoenfeld e colaboradores, 2015), bem como para hipertrofia (Schoenfeld e colaboradores, 2015; Buresh e colaboradores, 2009).

Estudos que analisaram a influência dessa variável no TF mostraram que um maior volume do treinamento parece estimular as vias de sinalização de células satélites e a síntese proteica pela fosforilação da via Akt-mTOR e consequentemente um aumento na sinalização da P70S6K (Burd e colaboradores, 2010), promove dano muscular com o aumento significativo de algumas enzimas como creatina quinase (CK) e lactato desidrogenase (Rodrigues e colaboradores, 2010) e aumento na concentração de alguns hormônios anabólicos como hormônio do crescimento (GH) e testosterona sérica (TS) (Buresh e colaboradores, 2009).

Treinamentos intensos com períodos curtos de duração das atividades musculares, que podem ser compreendidos pelo tempo de ação ou repetições, tem mostrado bons resultados para ganhos de força (Schoenfeld e colaboradores, 2015; Ogaswara e colaboradores, 2013; Schoenfeld e colaboradores, 2014) e recentemente o uso de maiores intensidades têm apresentados bons resultados na modulação autonômica do coração (Brito e colaboradores, 2015), na redução de gordura corporal (Paoli e colaboradores, 2013; Irving e colaboradores, 2008) e até mesmo para melhora da capacidade oxidativa, com aumento da atividade de enzimas AMPK e P38 MAPK, responsáveis pelo aumento da sinalização da PGC1-alfa que está ligada a biogênese mitocondrial (Gibala e colaboradores, 2009).

Apesar disso, para hipertrofia do músculo esquelético, alguns estudos que analisaram baixas cargas e maiores volumes mostraram bons resultados (Schoenfeld e colaboradores, 2015; Ogaswara e colaboradores, 2013; Schoenfeld e colaboradores, 2014; Alegre e colaboradores, 2015; Mitchell e colaboradores, 2012; Tanimoto e colaboradores, 2006; Van Roie e colaboradores, 2013), e quando comparados a altas intensidades e menores volumes foram

tão eficazes quanto no aumento da área de secção transversa.

Burd e colaboradores (2010) mostraram que treinos com 30% de uma repetição máxima (1RM) levados até a falha concêntrica foram capazes de promover um aumento na atividade da via Akt/mTOR e na sinalização de proteínas como P70S6K e Erk ½. Maiores expressões dessas proteínas estão associadas a hipertrofia muscular (Terzis e colaboradores, 2008).

Treinamentos com menores intensidades e que mostrem bons resultados nas adaptações musculares podem contribuir para uma melhor adesão dos praticantes em TF uma vez que aparentemente são menos exaustivos (Alegre e colaboradores, 2015).

Podem ser uma boa estratégia para que se evite lesões, já que em intensidades mais altas as sobrecargas nas articulações são maiores quando comparados com os treinos de menores cargas (Schoenfeld e colaboradores, 2014).

Variações constantes no volume e na intensidade podem contribuir para que os praticantes obtenham melhores desempenhos (Schoenfeld e colaboradores, 2014; Tanimoto e colaboradores, 2006; Rhea e colaboradores, 2003). No entanto, parece ainda não consensual o discurso a respeito do volume e carga de treinamento e sua influência sobre hipertrofia muscular.

Sendo assim, o objetivo do presente estudo é revisar a influência de baixas cargas e alto volume de trabalho no TF e seu impacto na hipertrofia muscular.

MATERIAS E MÉTODOS

Para seleção dos artigos foram consultados os bancos de dados "pubmed", "scielo" e "google scholar" estudos realizados de 2005 outubro de 2015. As seguintes palavras chaves foram aplicadas em diferentes combinações: "low-load resistance training", "low-load strength training", "high volume resistance training" e "hypertrophy".

Foram considerados como critérios de inclusão: a) estudos randomizados controlados; b) estudos realizados com humanos; c) estudos com tempo de intervenção mínima de 8 semanas; d) publicados em língua inglesa; e) investigações em que os métodos aplicados tivessem empregados em seu grupo amostral intensidades abaixo ou igual a 50% de 1-RM e

faixas de repetições acima de 15-RM, caracterizando uma zona de resistência muscular (American College of Sports Medicine, 2011).

Foram excluídos estudos de caráter observacional, revisões e investigações que observaram os efeitos dessas variáveis em indivíduos com alguma patologia específica, aqueles que analisavam o efeito de alguma substância ergogênica ou anabólica em tal relação, que tratavam de alguma intervenção com treinamento de restrição do fluxo sanguíneo, estudos realizados com animais e aqueles que equalizavam o volume sem levar o indivíduo até a falha concêntrica do movimento.

Para análise da qualidade metodológica dos estudos alocados foi utilizado a escala PEDro (Maher e colaboradores, 2003) desenvolvida por Verghan e colaboradores (2001) baseado na lista de Delphi e traduzida para a língua portuguesa (<http://www.pedro.org.au/portuguese>).

RESULTADOS

Após a filtragem por um período temporal e palavras chaves foram encontrados ao todo 51 estudos nos 3 bancos de dados utilizados. Com a leitura dos títulos e resumos e a aplicação dos devidos critérios de inclusão e exclusão, 5 estudos foram selecionados para compor a presente revisão. E como próximo passo tiveram sua qualidade avaliada pela escala PEDro.

Os estudos de Schoenfeld e colaboradores (2015) e Van Roie e colaboradores (2013) foram os que apresentaram maior nota de avaliação, somando um total de 7 respostas positivas. Tanimoto e colaboradores (2006) e Alegre e colaboradores (2015) receberam 6 pontuações afirmativas e somente Mitchell e colaboradores (2012) tiveram uma pontuação igual a 5, considerado um número mínimo para o estudo ser considerado de alta qualidade (Moseley e colaboradores, 2002).

Sendo assim, todos foram considerados de boa qualidade metodológica.

A análise mais parcimoniosa dos artigos que compuseram a presente revisão indica que o TF com maiores repetições, acima de 15, e menores intensidade, abaixo de 50% de 1 RM, quando executados até a fadiga concêntrica do movimento, podem apresentar um aumento da área de secção transversa dos

músculos similares aos treinos com maiores intensidades.

Os estudos que fizeram essa comparação utilizaram nos treinos de maiores intensidades percentuais de sobrecarga acima de 70% e repetições abaixo de 15 (Schoenfeld e colaboradores, 2015; Alegre e colaboradores, 2015; Mitchell e colaboradores, 2012; Tanimoto e colaboradores, 2006; Van Roie e colaboradores, 2013).

Os ganhos de força também foram percebidos, porém metodologia de menor

sobrecarga se coloca menos eficaz que as desempenhadas com maiores cargas (Schoenfeld e colaboradores, 2015; Alegre e colaboradores, 2015; Mitchell e colaboradores, 2012; Van Roie e colaboradores, 2013).

Enquanto que para desempenho da resistência muscular, os treinos com menores cargas e maiores volumes foram mais eficazes (Schoenfeld e colaboradores, 2015; Alegre e colaboradores, 2015).

Quadro 1 - Análise metodológica dos artigos e pontuação da escala PEDro.

Referência	Tempo de intervenção	Amostra	Metodologia	Resultado	Pontuação PEDro
Schoenfeld e colaboradores (2015)	8 semanas	24 homens saudáveis com experiência prévia em TF	2 grupos LL – baixa carga, 30 a 50% de 1 RM e 25 a 35 repetições HL- alta carga, 70 a 80% de 1 RM, 8 a 12 repetições 3 séries e 1 minuto e 30 segundos de intervalo. Avaliou com ultrassom espessura dos flexores e extensores do cotovelo e quadríceps.	- Ganhos de hipertrofia similares para ambos os grupos. - Maiores ganhos de força para o grupo HL e de resistência para o LL	7
Alegre e colaboradores (2015)	10 semanas	23 mulheres sem histórico em TF	Grupo experimental (n=15): uma perna realizou um treino com ênfase em intensidade, aumentando de 50% a 80% de 1 RM. Outra perna treinou com ênfase em volume, 50% de 1 RM até a fadiga.	- Não houve diferença significativa de hipertrofia em ambas as pernas.	6
Van Roie e colaboradores (2013)	12 semanas	56 idosos dos sexos masculinos e feminino sem histórico de atividade há 6 meses	3 grupos HIGH: 2 séries 80% de 1RM entre 10 e 15 repetições LOW: 1 série 20% de 1RM entre 80 e 100 repetições LOW+: 1 série 20% de 1RM até 60 repetições e imediatamente 10 a 20 repetições com 40% de 1 RM Tomografia de quadríceps	- Não houve diferença entre os grupos para hipertrofia - Grupo HIGH maior força e LOW maior resistência	7
Mitchell e colaboradores (2012)	10 semanas	18 homens saudáveis inativos em TF	3 grupos 80%-1: 80% de 1 RM até a falha em 1 série 80%-3: 80% de 1 RM até a falha em 3 séries 30%-3: 30% de 1 RM até a falha em 3 séries Avaliou área de secção transversa do quadríceps e sinalização proteica	- Protocolos que fizeram 3 séries a 30% e 80% apresentaram resultados similares. - Após 1 hora aumento da sinalização mTOR em ambas condições	5
Tanimoto e colaboradores (2006)	12 semanas	24 homens saudáveis que nunca foram submetidos ao TF regularmente	3 grupos LST: 50% de 1 RM com 3 segundos em cada fase, excêntrica e concêntrica HN: 80% de 1 RM com 1 segundo em cada fase LN: 50% de 1 RM e 1 segundo em cada fase	- Aumento de massa muscular nos grupos LST e HN sem diferença significativa entre ambos.	6

DISCUSSÃO

Um mecanismo fisiológico capaz de elucidar e alicerçar os resultados encontrados diz respeito ao princípio do tamanho de Henneman, que fala que em contrações

submáximas inicialmente são recrutadas as fibras musculares com menor sensibilidade a carga e a partir do momento que estas entram em fadiga, outras fibras são estimuladas com o objetivo de manter o trabalho mecânico (Henneman, 1957).

Schoenfeld e colaboradores (2015) avaliaram o efeito de 8 semanas de treinamento em 24 homens com experiência em TF divididos em dois grupos onde um, “low load”, realizava um trabalho de 30 a 50% de 1 RM e uma zona de repetições em que os participantes deveriam entrar em fadiga, que consistia de 25 a 35 repetições, e o outro grupo, “high-load”, de 70 a 80% de 1 RM e entre 8 a 12 repetições.

Com o uso de um ultrassom em três diferentes regiões (bíceps braquial e braquial, tríceps braquial e reto femoral e vasto lateral) verificou-se que ambos os protocolos apresentaram resultados similares sobre a área de secção transversa dos indivíduos quando comparados o período pré e pós intervenção, sem diferença significativa entre ambos os grupos.

Os autores atribuíram tais achados ao princípio do tamanho de Henneman, que discursa que fibras de contração do tipo I necessitam de estímulos mais prolongados para que possivelmente ocorra uma fadiga e um aumento do seu tamanho.

Essa relação do recrutamento motor estaria associada ao tipo de motoneurônio, especialmente o motoneurônio-alfa que inervam os músculos esqueléticos e podem variar de tamanho, velocidade de condução nervosa, tamanho dos axônios e ramificação dos dendritos (Kanning e colaboradores, 2010).

Menores motoneurônios-alfa possuem seu limiar de excitabilidade menor e são estimulados facilmente, sendo estes responsáveis por inervar as fibras do tipo I, com características oxidativas, enquanto que maiores motoneurônios-alfa inervam as fibras do tipo IIa e IIx (Mendell, 2005).

Nesse caso os maiores motoneurônios-alfa são menos resistentes a fadiga (Mendell, 2005; Kanning e colaboradores, 2010) e as fibras por eles inervadas como melhores quanto a resposta hipertrófica, porém em um treino com maior número de repetições, as fibras do tipo I podem apresentar um bom resultado quanto ao aumento do seu volume (Schoenfeld e colaboradores, 2015).

Outro estudo que justificou baseado nesse princípio em seus achados foi Van Roie e colaboradores (2013) Participaram de seu estudo 56 idosos, entre 50 e 70, de ambos os sexos, que foram divididos em 3 grupos, onde um deles, “low”, realizava um protocolo de uma

série com 20% de 1 RM com 80 a 100 repetições.

Outro grupo, “high”, realizou duas séries com maior intensidade, 80% de 1 RM, entre 10 e 15 repetições, com 1 minuto de intervalo. Um terceiro grupo, “low+”, realizou um protocolo em que realizava uma série de 60 repetições a 20% de 1 RM e imediatamente aumentava-se a carga para 40% de 1 RM e o indivíduo deveria realizar até a fadiga, compreendida pelo autor entre 10 e 20 repetições. O tempo total da intervenção foram de 12 semanas.

O volume muscular do período pré e pós foi avaliado com o uso de tomografia computadorizada e mostrou que os três grupos tiveram aumento do volume muscular do quadríceps sem diferença significativa entre eles. Nenhum dos dois trabalhos anteriores avaliaram o estímulo da síntese proteica e a sinalização de marcadores de síntese proteica, o que dificulta a compreensão dos resultados.

Mitchell e colaboradores (2012) realizaram um estudo com 18 indivíduos do sexo masculino destreinados em força. Os participantes foram submetidos a três protocolos distintos: “80%-1” realizava somente uma série a 80% de 1 RM; “80%-3” realizava três séries a 80% de 1 RM; e “30%-3” realizavam três séries a 30% de 1 RM, e todos executavam as repetições até atingir a falha voluntária.

O treinamento era realizado de forma unilateral, sendo cada indivíduo executando treinos diferentes em cada uma das pernas, alocados de maneira aleatória. O tempo total da intervenção foi de 10 semanas e para avaliar o volume do quadríceps utilizou-se um aparelho de ressonância magnética.

Foram feitas coletas por biópsias musculares no período pré intervenção, 1 hora após a primeira sessão no primeiro dia e uma última coleta no fim do período de treinamento.

O treinamento composto de três séries apresentou hipertrofia do músculo do quadríceps e apesar de o protocolo a 80% de 1 RM ter mostrado melhores resultados, eles não foram significativos quando comparado ao protocolo a 30% de 1 RM.

A fosforilação da mTOR foi elevada no período de 1 hora em todos os protocolos, porém a proteína p70S6K só se mostrou elevada nos protocolos com maior volume, realizando três séries.

Apesar disso, não foi possível atribuir no fim da intervenção uma relação entre p70S6K com o aumento do volume do quadríceps.

Esse achado é um tanto quanto intrigante, tendo em vista que a p70S6K é um alvo *downstream* de mTOR e, portanto, se mostra um importante agente sinalizador na cascata de fosforilação que culminam em síntese de proteína.

A informação de uma ausência de correlação de ganhos no volume muscular com significativa a fosforilação de p70S6K nos protocolos, só pontua o quanto é complexo, multifatorial e ainda embrionário o conhecimento que ainda se tem sobre essas vias de sinalização. Outras investigações realizadas de forma aguda já hipotetizaram efeitos frenatórios diretos em p70S6K causados por outros agentes.

O cortisol, por exemplo, já foi ilustrado com efeito inibidor direto sobre essa proteína, independente da ativação de AMPK que poderia através da fosforilação de TSC2 inibir a cascata de sinalizadores de mTOR (Spiering e colaboradores, 2008).

Esses achados confirmam em parte o estudo de Burd e colaboradores (2010) que investigaram os efeitos agudos de um treinamento realizado em diferentes intensidades sobre a sinalização anabólica, na expressão de genes de células satélites e na síntese proteica.

Tanto o protocolo realizado a 90% quanto o realizado a 30% de 1 RM até a falha concêntrica mostraram aumentos na expressão de genes de células satélites como na sinalização da via mTOR e consequentemente as proteínas p70S6K e 4E-BP1 que promovem através do processo de tradução de mRNAs, a biogênese ribossomal.

O TF é um importante regulador de marcadores anabólicos e catabólicos e a prática regular dessa atividade pode contribuir para a fosforilação de alguns marcadores anabólicos como a via Akt/mTOR e na cascata de sinalizadores que culminam na síntese proteica como a GSK-3 β , p70S6K e 4E-BP1, além da inibição de marcadores catabólicos como Foxo1, Foxo3, atrogin-1 e MuRF-1 (Léger e colaboradores, 2006; Terzis e colaboradores, 2008).

A estimulação de hormônios como o GH que aumentam consequentemente a síntese de outro hormônio, o IGF-1, pode

influenciar na sinalização dessa via (Rahimi e colaboradores, 2010).

Outro importante fator é a sinalização de células satélites que contribuem através de seu processo de proliferação e diferenciação para o processo de miogênese. Uma das adaptações musculares do TF que leva a hipertrofia é o aumento de mionúcleos que pode estar associado a uma maior ativação das células satélites (Bellamy e colaboradores, 2014)

Alegre e colaboradores (2015) embora não tenham mensurado diretamente a atividade de sinalizadores celulares também atribuíram os seus achados com base em uma possível otimizada da estimulação da síntese proteica e de marcadores anabólicos. Os autores estudaram um grupo de 23 mulheres que não praticavam TF pelo menos a 10 semanas.

O grupo experimental realizou de maneira unilateral exercícios de extensão de joelho, em que um lado realizava um protocolo com incremento de intensidade, inicialmente a 50% de 1 RM e aumentando até atingir 80%. Já o outro lado manteve a intensidade de 50% durante todo o período e aumentou somente o volume.

A área de secção transversa dos músculos do reto femural e vasto lateral foram avaliados através de ressonância magnética antes e depois da intervenção. Ambas as pernas mostraram aumento na área de secção transversa sem diferença significativa.

Com o uso de uma escala subjetiva de esforço (OMNI) o estudo verificou que o treino realizado com maiores intensidades eram mais exaustivos significativamente que os realizados com menores intensidades. O autor concluiu que para membros inferiores o treinamento com baixas cargas e maiores repetições pode ser benéfico.

Cabe destacar que os mesmos indivíduos treinaram ambas as pernas apenas sob protocolos diferentes. O achado sem diferença significativa entre os protocolos merece uma interessante pontuação em relação aos postulados efeitos locais da mecanotransdução, desprezando qualquer indício de efeito sistêmico que tal fenômeno possa hipoteticamente provocar.

Ogasawara e colaboradores (2013) avaliaram as respostas de dois treinamentos com diferentes intensidades para músculos de membros superiores. Em seu estudo, 9 indivíduos realizaram dois protocolos de 6

semanas de duração com 12 meses de intervalo entre eles. O primeiro protocolo consistia de menor volume e maior intensidade, até 12 repetições a 75% de 1 RM.

No segundo período os participantes faziam até a fadiga concêntrica do movimento com 30% de 1 RM. Ambos os períodos tiveram avaliações e reavaliações de força através dos testes de 1 RM e contração voluntária máxima isométrica e a área de secção transversa com o uso de ressonância magnética.

Nas análises de desempenho o treinamento realizado com maior sobrecarga apresentou melhores resultados, enquanto que para hipertrofia, mensurada no tríceps e no peitoral maior, os resultados foram sem diferença significativa.

Esse achado permite perceber que o resultado independe do segmento trabalhado e corrobora com o estudo de Schoenfeld e colaboradores (2015) que também apresentou hipertrofia de dois pontos de músculos de membros superiores.

Tanimoto e colaboradores (2006) realizaram um estudo com 24 indivíduos do sexo masculino que nunca haviam realizados TF de maneira regular. Foram divididos em três grupos onde o grupo A realizou os movimentos de maneira lenta com as ações musculares concêntricas e excêntricas com duração de 3 segundos cada e 50% de 1 RM.

O grupo B não teve ações lentas, com 1 segundo cada ação, e intensidade de 50% de 1 RM, e o grupo C teve o mesmo tempo de ação do grupo B e a intensidade a 80% de 1 RM. Foi avaliado através de ressonância magnética a área de secção transversa da coxa, além da oxigenação periférica do músculo vasto lateral e a concentração de lactato.

O resultado mostrou aumento significativo do volume muscular nos protocolos de baixa intensidade e velocidade lenta e alta intensidade sem controle lento da velocidade de ação, bem como aumento da concentração de lactato e redução da oxigenação.

A isquemia induzida do treinamento devido ao longo período de ação justificou a hipertrofia muscular no grupo que teve menor carga e controle do tempo nas ações, segundo os autores. Outra atribuição para os achados foi uma possível concentração de espécies reativas de oxigênio (ROS) devido a hipóxia muscular e subsequente reperfusão, que podem contribuir para aumento do volume muscular.

O resultado achado e sua discussão se assemelham com os vistos no treinamento realizado com oclusão vascular que consiste na oclusão sanguínea da extremidade superior ou inferior do corpo e o indivíduo realiza um protocolo de TF com baixas intensidades, 20 a 30% de 1 RM, altas repetições, acima de 15 e curtos tempos de intervalos, em torno de 30 segundos (Pope e colaboradores, 2013).

Diversos estudos têm mostrado bons resultados dessa metodologia de treinamento com aumento da área de secção transversa que podem ser justificadas pelo aumento na expressão de hormônios anabólicos como GH e nas vias de síntese proteica mTOR e p70S6K (Fry e colaboradores, 2008; Fujita e colaboradores, 2007; Goto e colaboradores, 2005; Yasuda e colaboradores, 2011; Wilson e colaboradores, 2013).

Outras respostas para o treinamento com oclusão vascular estariam relacionadas ao estresse metabólico, com o aumento do PH intramuscular em decorrência da hidrólise de ATP, aumento da hiperemia muscular e consequente ruptura sarcolemal e a produção excessiva de ROS e baixa capacidade antioxidante (Pope e colaboradores, 2013).

CONCLUSÃO

O treinamento realizado com baixas cargas e maiores repetições se mostram eficientes para a hipertrofia muscular tanto de membros superiores quanto inferiores.

Diversos estudos que compararam os resultados dessa metodologia com outros realizados com cargas elevadas e menores repetições acharam resultados similares.

Diferentes são as hipóteses levantadas para justificar os resultados positivos, e parece que a razão é multifatorial com diversas respostas induzidas por esse método que podem explicar tais achados. Investigar outras variáveis como intervalo, tipo de ação, número de séries, entre outros podem contribuir para delimitar o assunto.

De fato, o que se pode concluir é que o TF com cargas elevadas não é a única estratégia para quem deseja obter bons resultado e que a manipulação da intensidade sobre o volume em uma periodização é extremamente importante.

Mudanças no programa de TF podem contribuir para que indivíduos continuem obtendo bons resultados e quebrem a

homeostase decorrente do processo de adaptação.

A “zona de resistência” como é comumente conhecida e era considerada uma zona de baixa hipertrofia precisa ser melhor investigada.

REFERÊNCIAS

- 1-Alegre, L.M.; Aguado, X.; Rojas-Martín, D.; Martín-García, M.; Ara, I.; Csapo, R. Load-controlled moderate and high-intensity resistance training programs provoke similar strength gains in young women. *Muscle & Nerve*. Num. 51. Vol. 1. 2015. p.92-101.
- 2-American College of Sports Medicine. Position stand: Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports Exercise*. Num. 41. Vol. 3. 2011. p.1334-1359.
- 3-Balsamo, S.; Tibana, R.A.; Nascimento, D.C.; Farias, G.L.; Petruccelli, Z.; Santana, F.S.; e colaboradores. Exercise order affects the total training volume and the ratings of perceived exertion in response to a super-set resistance training session. *International Journal of General Medicine*. Num. 5. 2012. p.123-127.
- 4-Bellamy, L.M.; Joanisse, S.; Grubb, A.; Mitchell, C.J.; McKay, B.R.; Phillips, S.M.; e colaboradores. The acute satellite cell response and skeletal muscle hypertrophy following resistance training. *Plos One*. Num. 9. Vol. 10. 2014. p.e109739.
- 5-Brito, A.F.; De Oliveira, C.V.C.; Santos, M.S.C.; Da Nóbrega, T.K.S.; Forjaz, C.L.M.; Santos, A.C. High-intensity resistance exercise promotes postexercise hypotension greater than moderate intensity and affects cardiac autonomic responses in women who are hypertensive. *J of Strength and Cond Res* 2015.
- 6-Burd, N.C.; West, D.W.D.; Staples, A.W.; Atherton, P.J.; Baker, J.M.; Moore, D.R.; e colaboradores. Low-load high volume resistance exercises stimulates muscle protein synthesis more than high-load low volume resistance exercise in young men. *PloS One*. Num. 5. Vol. 8. 2010. p.e12033.
- 7-Buresh, R.; Berg, K.; French, J. The effect of resistive exercise rest interval on hormonal responses, strength, and hypertrophy with training. *J of Strength and Cond Res*. Num. 23. Vol. 1. 2009. p.62-71.
- 8-Carregaro, R.L.; Cunha, R.; Oliveira, C.G.; Brown, L.E.; Bottaro, M. Muscle fatigue and metabolic responses following three different antagonist pre-load resistance exercises. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. Num. 23. Vol. 5. 2013. p.1090-1096.
- 9-Carregaro, R.L.; Cunha, R.R.; Cardoso, J.R.; Pinto, R.S.; Bottaro, M. Efeitos da ordem de pré-ativação dos músculos antagonistas nas respostas neuromusculares dos extensores do joelho. *Rev Bras Fisioterapia*. Num. 15. Vol. 6. 2011. p.452-459.
- 10-Filho, J.C.J.; Gobbi, L.T.B.; Gurjão, A.L.D.; Gonçalves, R.; Prado, A.K.G.; Gobbi, S. Effect of different rest intervals, between sets, on muscle performance during leg press exercise, in trained older women. *Journal of Sports Science & Medicine*. Num. 12. Vol. 1. p.138-143.
- 11-Fleck, SJ, Kraemer, WJ. *Designing Resistance Training Programs*. Champaign: Human Kinetics, 2014.
- 12-Fry, C.S.; Glynn, E.L.; Drummond, M.J.; Timmerman, K.L.; Fujita, S.; Abe, T.; e colaboradores. Blood flow restriction exercise stimulates mTORC1 signaling and muscle protein synthesis in older men. *J Appl Physiol*. Num. 108. Vol. 5. 2010. p.1199-1209.
- 13-Fujita, S.; Abe, T.; Drummond, M.J.; Cadenas, J.G.; Dreyer, H.C.; Sato, Y.; e colaboradores. Blood flow restriction during low-intensity resistance exercise increases S6K1 phosphorylation and muscle protein synthesis. *J Appl Physiol*. Num. 103. Vol. 3. p.903-910.
- 14-Gibala, M.J.; McGee, S.L.; Garnham, A.P.; Howlett, K.F.; Snow, R.J.; Hargreaves, M. Brief intense interval activates AMPK and P38 MAPK signaling and increases in expression of PGC1- α in human skeletal muscle. *J of Appl Physiol*. Num. 106. Vol. 3. 2009. p.929-934.
- 15-Goto, K.; Ishii, N.; Kizuka, T.; Takamatsu, K. The impact of metabolic stress on hormonal responses and muscular adaptations. *Medicine*

& Science in Sports & Exercise. Num. 37. Vol. 6. 2005. p.955-963.

16-Henneman, E. Relation between size of neurons and their susceptibility to discharge. Science. Num. 126. 1957. p.1345-1347.

17-Irving, B.A.; Davis, C.K.; Brock, D.W.; Weltman, J.Y.; Swift, D.; Barret, E.J.; e colaboradores. Effect of exercise training intensity on abdominal visceral fat and body composition. Med Sci Sports Exerc. Num. 40. Vol. 11. 2008. p.1863-1872.

18-Kanning, K.C.; Kaplan, A.; Henderson, C.E. Motor neuron diversity in development and disease. Annu Rev Neurosci. Num. 33. 2010. p.409-440.

19-Kraemer, W.J.; Ratamess, N.A. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. Medicine & Science in Sports & Exercises. Num. 36. Vol. 4. 2004. p.674-688.

20-Léger, B.; Cartoni, R.; Praz, M.; Lamon, S.; Dériaz, O.; Crettenand, A. e colaboradores. Akt signalling through GSK-3beta, mTOR and Foxo1 is involved in human skeletal muscle hypertrophy and atrophy. J Physiol. Num. 576. Vol. 3. 2006. p.923-933.

21-Maher, C.G.; Sherrington, C.; Herbert, R.D.; Moseley, A.N.; Elkins, M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. Physical Therapy. Num. 83. Vol. 8. 2003. p.713-721.

22-Mendell, L.M. The size principle: a rule describing the recruitment of motoneurons. J Neurophysiol. Num. 93. 2005. p.3024-3026.

23-Mitchell, C.J.; Churchward-Venne, T.A.; West, D.W.D.; Burd, N.A.; Breen, L.; Baker, S.K.; e colaboradores. Resistance exercise load does not determine training-mediated hypertrophic gains in young men. J Appl Physiol. Num. 113. Vol. 1. 2012. p.71-77.

24-Miranda, H.; Simão, R.; Moreira, L.M.; De Souza, R.A.; De Souza, J.A.A.; De Salles, B.F.; e colaboradores. Effect of rest interval length on the volume completed during upper body resistance exercise. Journal of Sports Science & Medicine. Num. 8. Vol. 3. 2009. p.388-392.

25-Miranda, H.; Simão, R.; Vigário, P.S.; De Salles, B.F.; Pacheco, M.T.T.; Willardson, J.M. Exercise order interacts with rest interval during upper-body resistance exercise. J of Strength and Cond Res. Num. 24. Vol. 6. 2010. p.1573-1577.

26-Moseley, A.M.; Herbert, R.D.; Sherrington, C.; Maher C.G. Evidence for physiotherapy practice: a survey of the Physiotherapy Evidence Database (PEDro). Aust J Physiother. Num. 48. Vol. 1. 2002. p.43-49.

27-Ogasawara, R.; Loenneke, J.P.; Thiebaud, R.S.; Abe, T. Low-load bench press training to fatigue results in muscle hypertrophy similar to high-load bench press training. International Journal of Clinical Medicine. Num. 4. 2013. p.114-121.

28-Paoli, A.; Paccelli, Q.F.; Moro, T.; Marcolin, G.; Neri, M.; Battaglia, G. e colaboradores. Effects of high-intensity circuit training, low-intensity circuit training and endurance training on blood pressure and lipoproteins in middle-aged overweight men. Lipids in Health Disease. 2013. p.12-131.

29-Paz, G.B.; Maia, M.F.; Lima, V.P.; Miranda, H. Efeito do Método Agonista-Antagonista Comparado ao Tradicional no Volume e Ativação Muscular. Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde. Num. 19. Vol. 1. 2014. p.56-65.

30-PEDro. The Physiotherapy Evidence Database (PEDro). Disponível em: <<http://www.pedro.org.au/portuguese>>.

31-Peterson, M.D.; Pistilli, E.; Haff, G.G.; Hoffman, E.P.; Gordon, P.M. Progression of volume load and muscular adaptation during resistance exercise. Eur J Appl Physiol. Num. 111. Vol. 6. 2011. p.1063-1071.

32-Pope, Z.K.; Willardson, J.M.; Schoenfeld, B. Exercise and blood flow restriction. J of Strength and Cond Res. Num. 27. Vol. 10. 2013. p.2914-2926.

33-Radaeli, R.; Fleck, S.J.; Leite, T.; Leite, R.D.; Pinto, R.S.; Fernandes, L.; colaboradores. Dose-response of 1, 3, and 5 sets of resistance exercise on strength, local muscular endurance,

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpfex.com.br / www.rbpfex.com.br

and hypertrophy. J of Strength and Cond Res. Num. 29. Vol. 5. 2015. p.1349-1358.

34-Rahimi, R.; Qaderi, M.; Faraji, H.; Boroujerdi, S. Effects of very short rest periods on hormonal responses to resistance exercise in men. J of Strength and Cond Res. Num. 24. Vol. 7. 2010. p.1851-1859.

35-Rhea, M.R.; Phillips, W.T.; Burkett, L.N.; Stone, W.J.; Ball, S.D.; Alvar, B.A.; colaboradores. A comparison of linear and daily undulating periodized programs with equated volume and intensity for local muscular endurance. J of Strength and Cond Res. Num. 17. Vol. 1. 2003. p. 82-87.

36-Robbins, D.W.; Young, W.B.; Behm, D.G.; Payne, W.R. Agonist-Antagonist Paired Set Resistance Training: a Brief Review. J of Strength and Cond Res. Num. 24. Vol. 10. 2010. p.2873-2882.

37-Rodrigues, B.M.; Dantas, E.; De Salles, B.F.; Miranda, H.; Koch, A.J.; Willardson, J.M. e colaboradores. Creatine kinase and lactate dehydrogenase responses after upper-body resistance exercise with different rest intervals. J of Strength and Cond Res. Num. 24. Vol. 6. 2010. p.1657-1662.

38-Schoenfeld, B.J.; Peterson, M.D.; Ogborn, D.; Contreras, B.; Sonmez, G.T. Effects of low-versus high-load resistance training on muscle strength and hypertrophy in well-trained men. J of Strength and Cond Res. Num. 29. Vol. 10. 2015. p.2954-2963

39-Schoenfeld, B.J.; Wilson, J.M.; Lowery, R.P.; Krieger, J.W. Muscular adaptations in low-versus high-load resistance training: A meta-analysis. European Journal of Sport Science. Num. 20. 2014. p.1-10.

40-Spiering, B.A.; Kraemer, W.J.; Anderson, J.M.; Armstrong, L.E.; Nindl, B.C.; Volek, J.S.; colaboradores. Effects of elevated circulating hormones on resistance exercise-induced Akt signaling. Medicine & Science in Sports & Exercise. Num. 40. Vol. 6. 2008. p.1039-1048.

41-Tanimoto, M.; Ishii, N. Effects of low-intensity resistance exercise with slow movement and tonic force generation on

muscular function in young men. J of Appl Physiol. Num. 100. Vol. 4. 2006. p.1150-1157.

42-Terzis G.; Geogiadis, G.; Stratakos, G.; Vogiatzis, I.; Kavouras, S.; Manta, P. e colaboradores. Resistance exercise-induced increase in muscle mass correlates with p70S6 kinase phosphorylation in humans subjects. Eur J Appl Physiol. Num. 102. Vol. 2. 2008. p.145-152.

43-Tran, Q.T.; Docherty, D. Dynamic training volume: a construct of both time under tension and volume load. Journal of Sports Science and Medicine. Num. 5. Vol. 1. 2006. p. 707-713.

44-Van Roie, E.; Delecluse, C.; Coudyzer, W.; Boonen, S.; Bautmans, I. Strength training at high versus low external resistance in older adults: effects on muscle volume, muscle strength, and force-velocity characteristics. Experimental Gerontology. Num. 48. Vol. 11. 2013. p.1351-1361.

45-Verghan, A.P.; De Vet, H.C.W.; De Bie, R.A.; Boers, M.; Van Den Brandt, P.A. The art of quality assessment of RCTs included in systematic reviews. J Clin Epidemiol. Num. 54. Vol. 7. 2001. p.651-654.

46-Warburton, D.E.; Nicol, C.W.; Bredin, S.S. Prescribing Exercise as Preventative Therapy. Can Med Assoc J. Num. 174. Vol. 1. 2006. p.961-974.

47-Wilson, J.M.; Lowery, R.P.; Joy, J.M.; Loenneke, J.P.; Naimo, M.A. Practical blood flow restriction training increases acute determinants of hypertrophy without increasing indices of muscle damage. J of Strength and Cond Res. Num. 27. Vol. 11. 2013. p.3068-3075.

48-Yasuda, T.; Ogasawara, R.; Sakamaki, M.; Ozaki, H.; Sato, Y.; Abe, T. Combined effects of low-intensity blood flow restriction training and high-intensity resistance training on muscle strength and size. Eur J Appl Physiol. Num. 111. Vol. 10. 2011. p.2525-2533.

Recebido para publicação 29/08/2016
Aceito em 28/05/2017