



CENTRO UNIVERSITÁRIO FAMETRO
CURSO DE BACHARELADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

TONY VITOR DO NASCIMENTO SALES

O EFEITO DE DIFERENTES VELOCIDADES DE MOVIMENTO NA
HIPERTROFIA MUSCULAR

FORTALEZA

2020

TONY VITOR DO NASCIMENTO SALES

O EFEITO DE DIFERENTES VELOCIDADES DE MOVIMENTO NA
HIPERTROFIA MUSCULAR

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Bacharelado em Educação Física do Centro Universitário Fametro - UNIFAMETRO sob orientação do Professor Me. Bruno Nobre Pinheiro como parte dos requisitos para a conclusão do curso.

FORTALEZA

2020

TONY VITOR DO NASCIMENTO SALES

O EFEITO DE DIFERENTES VELOCIDADES DE MOVIMENTO NA
HIPERTROFIA MUSCULAR

Este artigo foi apresentado no dia 12 de JUNHO de 2020 como requisito para obtenção do grau de Bacharelado do Centro Universitário Fametro - UNIFAMETRO, tendo sido aprovado pela banca examinadora composta pelos professores

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Bruno Nobre Pinheiro
Orientador- FAMETRO

Prof. Me. Paulo André Gomes Uchôa
Membro- FAMETRO

Prof. Me. Lino Délcio Gonçalves Scipião Júnior
Membro- FAMETRO

O EFEITO DE DIFERENTES VELOCIDADES DE MOVIMENTO NA HIPERTROFIA MUSCULAR

Tony Vitor do Nascimento Sales¹

Bruno Nobre Pinheiro²

RESUMO

Conhecer o efeito da velocidade de movimento é importante, tendo em vista que ao modificá-la, outras variáveis ficam passíveis de alteração, como o número de repetições realizadas e a carga absoluta levantada, influenciando a duração do exercício, conseqüentemente o volume total de treino, variável preponderante nas adaptações hipertróficas. Portanto, estudo objetiva revisar sistematicamente os efeitos de velocidades de movimento variadas na hipertrofia muscular esquelética, pelo fato de revisões anteriores mostrarem resultados conflitantes acerca do tema. Para isto, foram incluídos ensaios clínicos randomizados publicados em inglês e realizados em humanos, cujo objeto de estudo era a velocidade de movimento e o desfecho principal, a hipertrofia muscular. As buscas foram realizadas na base de dados do PubMed com a utilização dos seguintes termos: cadence OR "cadence comparison" OR "cadence control" OR "movement speed" OR "repeat speed" OR "distinct cadences" OR "time under tension" OR "stressed time" OR "repetition duration" OR "distinct movement speed" OR "different cadences" AND "muscular hypertrophy" OR "muscle hypertrophy" OR "increased muscle volume" OR "increased muscle mass" OR "cross-sectional area" OR "muscle growth". Apenas 8 estudos atenderam aos critérios de elegibilidade e foram incluídos na revisão, sendo todos eles decodificados e analisados de acordo com a escala PEDro. Os resultados sugerem que quando o exercício é levado até o ponto de falha muscular concêntrica, diferentes velocidades de movimento promovem resultados similares na hipertrofia muscular. Por outro lado, ao evitar chegar a exaustão total, velocidades lentas têm se mostrado superior para membros inferiores. Já para membros superiores, velocidades mais rápidas têm apresentado maior vantagem.

Palavras-chave: Velocidade de movimento; Volume de treinamento; Hipertrofia muscular.

ABSTRACT

Knowing the effect of movement speed is important, considering that when changing it, other variables are liable to change, such as the number of repetitions performed and the absolute load lifted, influencing the duration of the exercise, consequently the total training volume. , a predominant variable in hypertrophic adaptations. Therefore, a study aims to systematically review the effects of varying movement speeds on skeletal muscle hypertrophy, as previous reviews have shown conflicting results on the topic. For this, randomized clinical trials published in English and performed on humans were included, whose object of study was the speed of movement and the main outcome, muscle hypertrophy. The searches were performed in the PubMed database using the following terms: cadence OR "cadence comparison" OR "cadence control" OR "movement speed" OR "repeat speed" OR "distinct cadences" OR "time under tension" OR "stressed time" OR "repetition duration" OR "distinct movement speed" OR "different cadences" AND "muscular hypertrophy" OR "muscle hypertrophy" OR "increased muscle volume" OR "increased muscle mass" OR "cross-sectional area" OR "muscle growth". Only 8 studies met the eligibility criteria and were included in the review, all of which were decoded and analyzed according to the PEDro scale. The results suggest that when the exercise is taken to the point of concentric muscle failure, different movement speeds promote similar results in muscle hypertrophy. On the other hand, by avoiding reaching total exhaustion, slow speeds have been shown to be superior for lower limbs. For upper limbs, faster speeds have shown greater advantage.

Keywords: Movement speed; Training volume; Muscular hypertrophy.

¹Graduando No Curso De Educação Física Do Centro Universitário Fametro - UNIFAMETRO

² Mestre em Ciências Morfofuncionais. Professora Adjunta Do Centro Universitário Fametro-UNIFAMETRO

1 INTRODUÇÃO

O exercício físico é entendido como uma atividade física planejada, estruturada e sistematizada, que tem em vista a manutenção e/ou melhoria dos componentes da aptidão física, podendo isto estar dentro de um objetivo voltado apenas a qualidade de vida ou para a melhora do desempenho esportivo (CASPERSEN, 1985:128). Dentre as diversas modalidades de exercício existentes, destaca-se o treinamento com pesos, atualmente conhecido como treino resistido, de força ou musculação.

De acordo com Arruda *et. al.*, (2010:606), o treinamento de força engloba os exercícios que utilizam a contração voluntária da musculatura esquelética contra alguma forma de resistência, podendo isto ser conseguido através do próprio peso corporal, pesos livres, máquinas e alguns materiais alternativos como elásticos, correntes e etc.

Esse tipo de treinamento é muito difundido no mundo inteiro e é realizado com vários objetivos distintos entre os praticantes. Alguns buscam a melhora do desempenho esportivo, outros querem apenas obter um corpo esteticamente agradável a si mesmo e há também sua realização com o intuito de melhorar a qualidade de vida.

Entretanto, para obter sucesso em uma prescrição de exercícios resistidos na busca de adaptar positivamente as capacidades físicas, é necessário que haja uma adequação do programa frente às inúmeras possibilidades de manipulação das variáveis que o compõe, tais como: o tipo de ação muscular, volume, intensidade, densidade, escolha e ordem dos exercícios, intervalos de recuperação, frequência semanal e velocidade de movimento (CECCATO *et al.*, 2013:537).

A velocidade de movimento ou cadência é uma variável chave no treinamento resistido, pois ela pode variar de acordo com o objetivo a ser atingido em cada microciclo, por exemplo, aumentar os níveis de força ou potência muscular, potencializar o gasto energético da sessão ou aumentar o tempo total em que um músculo fica sob tensão, aumentando o stress metabólico e o acúmulo de resíduos intramusculares.

“A cadência é frequentemente definida por meio de alguns dígitos que correspondem a fases específicas do movimento. Por exemplo, 4/0/2/0 denota uma fase excêntrica de 4 segundos, sem interrupção na fase de transição, uma fase concêntrica de 2 segundos e sem descanso antes de iniciar a próxima repetição” (WILK *et. al.*, 2018).

Portanto, conhecer o efeito da velocidade de movimento é importante, tendo em vista que ao modificá-la, outras variáveis ficam passíveis de alteração, como o número de repetições realizadas e a carga absoluta levantada, influenciando diretamente a duração do exercício e conseqüentemente, o volume total de treino, variável preponderante nas adaptações hipertróficas (SCHOENFELD, 2016).

Estudos recentes mostraram resultados conflitantes no que se refere a manipulação da cadência e as respostas hipertróficas. Schoenfeld (2015) encontrou resultados similares a partir da utilização de diferentes velocidades de movimento, enquanto Hackett (2018) concluiu que determinadas regiões corporais respondem melhor a uma cadência moderada e outras, a uma cadência mais lenta. Ambos os estudos se tratam de revisões sistemáticas.

Contudo, diferenças metodológicas discrepantes foram identificadas nos critérios de elegibilidade dos estudos que foram incluídos nas duas revisões. Portanto, o objetivo desta pesquisa é realizar uma nova revisão sistemática que contenha critérios de elegibilidade mais rigorosos para que seja possível elucidar se realmente existem diferenças nas respostas hipertróficas ao manipular a cadência, desde que o volume total seja equalizado. Logo, a questão norteadora que rege esta pesquisa é: será que é possível modular a hipertrofia muscular a partir da velocidade de movimento?

Logo, a hipótese da pesquisa é que a hipertrofia muscular será similar em condições de volume equacionadas. Do contrário, algum grupo provavelmente obterá hipertrofia mais significativa.

Portanto, este trabalho se mostra relevante do ponto de vista científico por haver uma discrepância na literatura sobre o efeito de diferentes cadências na hipertrofia muscular. É também, um tema de interesse do pesquisador pelo fato de o mesmo trabalhar com a modalidade de treinamento resistido e estar em busca de subsídio para prescrever e monitorar os treinamentos da maneira mais adequada possível.

Este estudo justifica-se, principalmente, por estar ligado a prática que ocorre diariamente nas academias, por fornecer informações importantes sobre a velocidade

de movimento a ser utilizada nos exercícios e como esta pode afetar o volume de treino e influenciar as adaptações hipertróficas.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 Velocidade de Movimento e Tempo Sob Tensão

Controlar a cadência do movimento afeta o número de repetições que se pretende realizar e conseqüentemente, o volume da sessão. Com a utilização de uma velocidade de movimento lento, o desempenho de um número menor de repetições em uma série pode demorar bastante para se concretizar, aumentando o tempo total sob tensão (TUT).

Por outro lado ao realizar o exercício com um ritmo de movimento mais rápido e um número maior de repetições pode não resultar em um TUT superior ao da situação anterior. Nesta condição, a determinação do volume do exercício usando o número de repetições realizadas não é muito informativa (WILK *et. al.* 2018).

Ao prescrever e monitorar um programa de exercício físico, esta variável não deve ser negligenciada, pois modificando-a, modifica-se também o estímulo para qual o organismo não está acostumado, resultando em diferentes respostas agudas pós-exercício e adaptações a longo prazo, mesmo não interferindo intencionalmente em nenhuma outra variável do treinamento.

Contudo, nem sempre é possível realizar o exercício controlando a velocidade de movimento. Isto é feito com mais eficiência quando há o uso de cargas sub-máximas, pois utilizar altas cargas (> 85% 1RM) resulta em um movimento lento, mesmo que o praticante tenha a intenção de realizá-lo rapidamente (SCHOENFELD, 2015).

Ou seja, a velocidade de movimento está relacionada a intensidade da carga, tendo em vista que velocidade e força são valências físicas inversamente proporcionais ao levarmos em consideração a curva força-velocidade. Esta relação mostra que, à medida que a velocidade do movimento aumenta, a produção de força muscular diminui, devido a menos pontes cruzadas musculares formadas para desenvolver força (DAVIES *et. al.*, 2017).

Portanto, a cadência deve ser cuidadosamente prescrita ao analisar a demanda de cada indivíduo e seu objetivo almejado. Por exemplo, movimentos mais lentos tem sido frequentemente usados para estimular a hipertrofia muscular, pelo fato de aumentar o TUT e estimular a síntese de proteínas, além de provocar mais microlesões as fibras musculares (SCHOENFELD, 2012).

Contudo, apesar de movimentos lentos ocasionarem as fibras musculares um maior TUT, de acordo com Schoenfeld (2015), a execução intencional de repetições de maneira muito lenta parece não fornecer um estímulo adequado para a ativação completa das unidades motoras de um músculo, podendo-se especular que possa existir um limiar de velocidade além do qual os ganhos na hipertrofia muscular sejam prejudicados. E isto pode ser devido à necessidade de reduzir substancialmente a intensidade da carga durante o levantamento muito lento.

De acordo com Wilk (2018), o tempo total sob tensão (TUT) fornece informações precisas sobre a duração do esforço de resistência em uma série e em toda a sessão de treinamento. Portanto, o volume de treino também pode ser calculado a partir do tempo acumulado em que os músculos estão sob tensão durante um período de treinamento. Para quantificar o volume por TUT durante os protocolos de treinamento dinâmico, devem ser incluídas as velocidades de contração das fases concêntrica e excêntrica, bem como a duração de qualquer fase isométrica, além da carga levantada (TRAN, 2006).

O valor final do TUT tem um efeito significativo na otimização das alterações metabólicas e endócrinas pós-exercício que afetam a adaptação muscular, pois segundo Wilk (2018), o tempo representa um componente do treinamento de resistência, que deve ser controlado e levado em consideração durante o planejamento e o acompanhamento dos programas de treinamento de resistência.

Uma maior extensão do exercício a partir do número de repetições não significa necessariamente o maior volume, o que é contraditório ao ponto de vista tradicional da análise de carga volumétrica do treinamento, pois mesmo uma modificação pequena de alguns segundos em termos de cadência em fases específicas do movimento pode afetar o número de repetições realizadas, o tempo sob tensão e, conseqüentemente, o volume em uma série e em toda a sessão de treinamento (WILK, 2018).

Isto proporciona aos treinadores diversas possibilidades de modificar o estímulo do treino a partir de uma variável e questiona a legitimidade do método usado anteriormente para determinar o volume do treinamento de resistência baseado apenas no número de repetições realizadas, pois se o tempo sob tensão aumenta, o volume de trabalho também aumenta, independentemente do número de repetições realizadas.

Apesar destes fatos, muitos dos estudos e programas de treinamento ainda descrevem o volume usando o método de carga por volume. No entanto, sem a inclusão do TUT, é incerto se esses estudos ou programas podem afirmar de forma consistente que o volume é igualado (TRAN, 2006).

2.2 Volume de Treinamento

Quando se fala em volume de treinamento, deve-se levar em consideração todo o tipo de trabalho e stress que determinado grupamento muscular teve em um período específico, independentemente da forma que a resistência será utilizada, tipo de contração realizada ou tensão desenvolvida, podendo esta ser ativa ou passiva.

De acordo com Wilk *et. al.* (2018) volume e intensidade do exercício são os componentes básicos das cargas de treinamento, com impacto direto nos padrões de adaptação, sendo o volume considerado uma das variáveis de treinamento mais importantes, principalmente em relação às adaptações hipertróficas e melhorias na geração de força (TRAN, 2006).

Praticamente todas as variáveis do treinamento estão inclusas no volume de treino, até a sobrecarga levantada. Portanto, deve-se ter cautela no momento de mensurá-lo. Discrepâncias potenciais podem surgir ao calcular o volume utilizando métodos mais simples, como multiplicar o número total de repetições realizadas em cada série pela carga relativa levantada (SCOTT, 2016). Corroborando com isto, para Tran (2006) esse método não define totalmente a carga e as repetições, pois cargas de volume semelhantes podem ser obtidas a partir de diferentes combinações de carga e número de repetições.

Portanto, embora essa abordagem seja atraente por causa de sua simplicidade, será que apenas contabilizar o número de repetições sem considerar a

velocidade em que foram realizadas refletirá o real stress metabólico e danos teciduais que aquela sessão de treinamento provocou?

Segundo Scott *et. al.* (2016), este modelo possui algumas limitações e é inadequado para descrever o real stress ocasionado pelo treinamento de resistência por não levar em consideração a velocidade de movimento, tendo em vista que uma repetição completa pode levar de alguns a mais de dez segundos. Corroborando com esta ideia, Wilk *et. al.* (2018) diz que são necessários exames de outras variáveis do treinamento resistido para quantificar o volume do exercício, como a velocidade de movimento, pois elas podem influenciar significativamente as adaptações ao treinamento.

Apesar da dificuldade existente para mensurar o volume de treino devido a sua complexidade, isto precisa ser feito, para que haja um controle e possam ser realizadas progressões ou até mesmo regressões, caso necessário, com mais eficácia. Ter parâmetros para quantificar o stress imposto ao sistema musculoesquelético é de fundamental importância, pois existe uma relação dose-resposta incremental em que volumes semanais de treinamento progressivamente mais altos resultam em maior hipertrofia muscular (SCHOENFELD, 2016). Isto faz sentido ao levarmos em consideração os princípios básicos do treinamento desportivo de adaptação e sobrecarga progressiva.

Pode-se especular que esses resultados sejam atribuídos, pelo menos em parte, aos efeitos acumulativos do tempo em que determinado músculo ficou sob tensão mecânica a partir de uma determinada carga, ao stress metabólico e danos teciduais que foi provocado, pois de acordo com Schoenfeld (2012), isto conduz a sinalização intracelular de uma maneira que maximize a resposta anabólica ao treino resistido.

Isto deve ser encarado com muita cautela, pois há um grande risco de ser mal interpretado. O fato de existir uma relação dose-resposta na hipertrofia muscular não significa que qualquer praticante se beneficiará de volumes extremamente altos, tendo em vista que iniciantes não precisam de volumes altos de treino para desencadear adaptações positivas e que as progressões devem ser feitas gradualmente.

Segundo Schoenfeld (2016), certamente existe um limiar de volume além do qual as adaptações hipertróficas se estabilizam e talvez até regridam devido ao excesso de treinamento, sendo essa “dose ideal” variável entre os indivíduos pelo nível de aptidão física, idade, sexo, além de componentes genéticos, ou seja, deve-se respeitar o princípio básico da individualidade biológica. Portanto, os profissionais devem controlar cuidadosamente o volume de treino para que sejam feitas progressões e ajustes das dosagens de carga eficazes com base nas respostas adaptativas de cada um.

2.3 Hipertrofia Muscular

Entende-se por hipertrofia muscular o aumento volumétrico de um músculo devido ao aumento na área de secção transversa da fibra muscular (GENTIL, 2014). Este resultado é fruto de processos crônicos multifatoriais que vão além do treinamento resistido, como o aporte nutricional adequado ao objetivo, assim como períodos de recuperação proporcionais aos estímulos realizados, boa sensibilidade entre os hormônios anabólicos e os tecidos, dentre outros.

Contudo, o próprio estímulo mecânico promovido pelo treinamento, juntamente com o stress metabólico e danos teciduais que o mesmo proporciona são essenciais para aprimorar a produção e ação hormonal, assim como ativação das principais vias anabólicas, como o complexo enzimático mTOR (alvo de mamíferos da rapamicina), sendo amplamente considerado a principal rede controladora do crescimento do músculo esquelético (SCHOENFELD *et al.*, 2012) e regulador de diversos processos fisiológicos importantes, como o crescimento, proliferação, motilidade e sobrevivência das células, assim como a síntese proteica (GENTIL, 2014).

Outro mecanismo essencial para a ocorrência do fenômeno é o aumento da atividade das células satélites. Estas são pequenas estruturas com alta densidade de material genético, localizadas no espaço externo das fibras, entre a lâmina basal e o sarcolema, que diante de estímulos mecânicos e danos estruturais elas se proliferam e se fundem entre elas mesmas ou com fibras existentes, ocasionando o surgimento de novas células ou núcleos (GENTIL, 2014).

Isto ocorre porque para que elas possam se aderir às fibras danificadas e estas obtenham rapidamente mionúcleos adicionais para facilitar sua regeneração, e aprimorar sua capacidade de sintetizar novas proteínas contráteis (SCHOENFELD *et al.*, 2012). Além disso, sabe-se que o núcleo é responsável pela regulação de apenas um espaço limitado dentro da célula e com o aumento do volume miofibrilar, é necessário o aumento do número de núcleos para que seja possível manter o funcionamento adequado da célula (GENTIL, 2014).

Muitos hormônios estão envolvidos na ativação das vias anabólicas, como a testosterona, GH, IGF-1, sendo este último considerado o principal mediador extracelular do crescimento muscular esquelético por mediar a atividade do mTOR via fosfatidilinositol 3-cinase (PI3K) / Akt, um ponto nodal estratégico que promove a síntese de proteínas musculares e inibe os sinais catabólicos (SCHOENFELD *et al.*, 2012). Postula-se que seus efeitos anabólicos no músculo sejam aumentados em resposta à carga mecânica e ao EIMD, melhorando a resposta hipertrófica ao exercício.

Acredita-se que a resposta inflamatória ao EIMD também desempenhe um papel crucial nessa resposta regenerativa, pois a miogênese celular mostrou-se aumentada quando há um processo inflamatório e comprometidas em sua ausência (SCHOENFELD *et al.*, 2012).

A resposta inflamatória após o EIMD é caracterizada por um aumento no teor de água intracelular, assim como o acúmulo de proteínas líquidas e plasmáticas no tecido afetado, a ponto de esse acúmulo exceder a capacidade de drenagem linfática e resultar em inchaço. Quando isto ocorre, são ativadas as vias de transdução anabólica de proteína-cinase no músculo, possivelmente mediada por efeitos autócrinos de fatores de crescimento (IGF-1). Isto também pode ter um efeito direto nos sistemas de transporte de aminoácidos, além de desencadear a proliferação de células satélites e facilitar sua fusão com outras miofibras (SCHOENFELD *et al.*, 2012).

Diversos mecanismos estão envolvidos no processo de regeneração das miofibrilas que poderão resultar em hipertrofia muscular. Isto ocorre a partir de um programa de transcrição genética que regula os processos inflamatórios e aumenta a biossíntese de membranas em detrimento da degradação a partir de uma sequência

de reações, como dilatação dos vasos locais, aumento da permeabilidade dos capilares e migração de células do sistema imunológico para a área afetada (GENTIL, 2014).

Das inúmeras células imunológicas que agem no tecido lesionado, destacam-se os macrófagos, por secretarem fatores que regulam a inflamação e a atividade das células satélites, como interleucinas e fatores de crescimento. Na ausência destas células a regeneração fica comprometida, porém quando em abundância, promove uma resposta aumentada de proliferação e diferenciação de células satélites (GENTIL, 2014).

Tendo conhecimento acerca das vias anabólicas que promovem a hipertrofia muscular são ativadas a partir da tensão mecânica, assim como o aumento do estresse metabólico, diferentes estratégias de treinamento podem ser utilizadas quando o objetivo é aumentar a massa muscular. Portanto, poucas repetições realizadas com carga alta, assim como o contrário disto podem e devem ser realizadas com o intuito de potencializar as adaptações.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Questão, protocolo e registro de pesquisa

A pesquisa se classifica como um estudo de revisão sistemática. Segundo Moher *et al.*, (2009), é uma análise de uma pergunta claramente formulada que usa métodos sistemáticos e explícitos para identificar, selecionar e avaliar criticamente a pesquisa relevante e coletar e analisar dados dos estudos incluídos na revisão. Sendo que o valor de uma revisão sistemática depende do que foi feito, do que foi encontrado e da clareza dos relatórios.

Para a construção do presente estudo, utilizou-se como modelo as diretrizes dos principais itens para relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises, o sistema PRISMA (Moher *et al.*, 2009).

O estudo será realizado para abordar a seguinte questão PICO: É possível modular a hipertrofia muscular ao modificar a velocidade de movimento?

3.2 Estratégia de pesquisa e seleção de estudos

Para a realização desta revisão, foram utilizadas pesquisas de literatura somente em inglês, na base de dados PubMed, incluindo os registros mais antigos até abril de 2020. Combinações dos seguintes descritores foram usadas como termos de pesquisa: cadence OR "cadence comparison" OR "cadence control" OR "movement speed" OR "repeat speed" OR "distinct cadences" OR "time under tension" OR "stressed time" OR "repetition duration" OR "distinct movement speed" OR "different cadences" AND "muscular hypertrophy" OR "muscle hypertrophy" OR "increased muscle volume" OR "increased muscle mass" OR "cross-sectional area" OR "muscle growth". Aplicou-se inicialmente a busca por tópicos, em seguida foi utilizado um filtro de busca avançada contendo os descritores somente nos títulos e resumos dos estudos, o que favoreceu a seleção dos artigos de interesse.

3. 3 Seleção, extração e síntese de dados

O processo de seleção dos artigos ocorreu a partir de uma sequência de passos: 1) Pesquisa geral na base de dados PubMed; 2) Triagem por título e resumo; 3) Importação dos estudos identificados para o software ENDNOTE; 4) Identificação dos estudos que possivelmente cumpram os critérios do objeto de estudo, através da leitura dos títulos e resumos, o que possibilitou a exclusão dos trabalhos que não se encaixavam na pesquisa; 5) Por fim, a leitura completa dos artigos, onde foi possível aplicar os critérios de inclusão, exclusão e elegibilidade, atendendo os critérios da escala PEDro (Shiwa *et. al.* 2011). As buscas foram realizadas entre Março e Abril de 2020.

3. 4 Elegibilidade

Os artigos a serem incluídos devem atender aos seguintes critérios: (1) ensaios clínicos randomizados, de forma longitudinal; (2) publicados em inglês; (3) indivíduos partindo da mesma baseline e sem lesão conhecida; (5) intervenção no treinamento de resistência; (6) comparou diretamente qualquer cadência; (7) volume equalizado entre os grupos; (8) intervenções com duração ≥ 4 semanas; (9) intervenções sem perda amostral acima de 20%; (10) hipertrofia muscular como desfecho principal da pesquisa.

3. 5 Codificação dos estudos

Os estudos foram lidos e codificados apenas por dois pesquisadores através de um formulário padronizado com a intenção de coletar informações descritivas dos sujeitos por grupo, como: sexo, idade, altura, índice de massa corporal e status de treinamento (indivíduos treinados foram definidos como aqueles com pelo menos 6 meses de regularidade), além de algumas características do estudo, como: frequência de treinamento, exercícios prescritos, número de séries e repetições, descanso entre séries, intensidade, número de sujeitos em cada grupo, duração do estudo; duração da repetição incluindo ações excêntricas, concêntricas e isométricas, exercício utilizado, se o exercício foi levado até a falha muscular concêntrica; se o volume foi igualado entre grupos; tipo de medida morfológica e região / músculo do corpo medido (superior, inferior ou ambos).

3. 6 Análise da qualidade

A qualidade metodológica dos estudos que atendem aos critérios de inclusão foi avaliada através da escala Pedro, na qual é constituída pelos seguintes critérios: (1) critérios de elegibilidade especificados; (2) grupos aleatorizados; (3) distribuição dos sujeitos foi cega; (4) grupos homogêneos, mesma baseline; (5) cegamento dos sujeitos; (6) cegamento dos envolvidos na coleta de dados; (7) cegamento dos avaliadores; (8) houve perda de no máximo 20% da amostra; (9) houve análise por intenção de tratar; (10) resultados das comparações inter-grupos descritos; (11) o estudo apresentou tanto medidas de precisão como de variabilidade (SWIWA *et al.*, 2011).

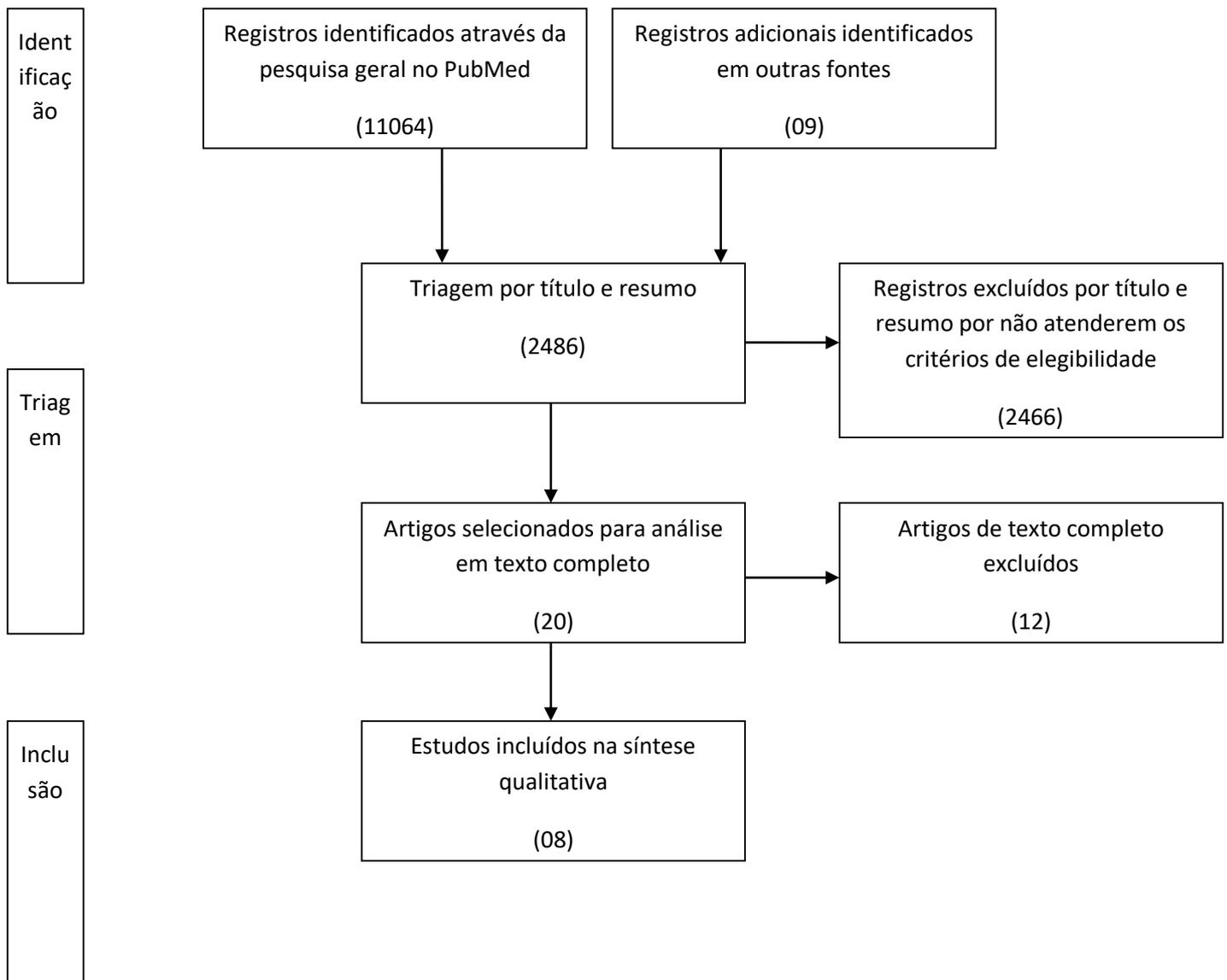
4 RESULTADOS

O fluxograma apresentado na figura 1 apresenta com mais clareza todos os procedimentos realizados na inclusão dos estudos na revisão sistemática, desde a busca inicial na base de dados até a seleção final. Inicialmente, 11064 estudos foram encontrados. Após a triagem por título e resumo, além de outras fontes adicionadas, um total de 2486 estudos foram elegíveis para análise e em seguida 20 foram selecionados para análise em texto completo.

A qualidade metodológica dos estudos revistos foi avaliada de forma independente pelo próprio pesquisador, utilizando uma lista de verificação com vários critérios de acordo com a escala PEDro (Moher *et al.*, 2009). Os artigos elegíveis são

mostrados mais adiante na Tabela 1. Dos 8 estudos elegíveis, 3 foram classificados como qualidade metodológica moderada / alta (PEDro ≥ 6 / 10 pontos) e 5 foram classificados como qualidade metodológica ruim. A pontuação total de acordo com a escala PEDro variou de 3 a 6 pontos, com média de 4,9 pontos (mediana igual a 5 pontos).

Figura 1. PRISMA (Itens de relatórios preferidos para revisões sistemáticas e metanálise).



Muitos dos estudos (62,5%) não aleatorizaram suas amostras, dentre eles: Talisson (2020); Shibata (2018); Sampson (2015); Watanabe (2014) e Tanimoto (2005). Apenas os estudos de Talisson (2020), Sampson (2015) e Nogueira (2009) apresentaram medidas de precisão e variabilidade.

Tabela 1: Síntese da qualidade de evidência dos artigos selecionados na revisão sistemática.

ESTUDOS ELEGÍVEIS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Escala PEDro (0-10)
Talisson (2020)	S	N	N	S	N	N	N	S	S	S	S	5/10
Shibata (2018)	S	N	N	S	N	N	N	S	N	S	N	3/10
Sampson (2015)	N	N	N	S	N	N	N	S	N	S	S	5/10
Nogueira (2009)	S	S	S	S	N	N	N	S	N	S	S	6/10
Watanabe (2013)	S	S	S	S	N	N	S	S	N	S	N	6/10
Usui (2015)	N	S	S	S	N	N	N	S	S	S	N	6/10
Watanabe (2014)	S	N	N	S	N	N	N	S	S	S	N	4/10
Tanimoto (2005)	N	N	N	S	N	N	N	S	S	S	N	4/10

Nota: S= Sim; N= Não; 1= Critérios de elegibilidade e fonte dos participantes; 2= alocação aleatória; 3= alocação oculta; 4= comparabilidade da linha de base; 5= participantes cegos; 6= terapeutas cegos; 7= avaliadores cegos; 8= resultados descritos em mais de 85% dos participantes; 9= análise por intenção de tratar; 10= comparação entre grupos; 11= estimativas pontuais e variabilidade.

Diante da quantidade final de artigos selecionados (08), optou-se por categorizar os trabalhos a partir da tabela 2, que será descrita mais adiante, onde são resumidas as principais características encontradas nos artigos, assim como os resultados e justificativas apontadas pelos autores como razões para os desfechos encontrados.

Ao analisar os estudos relacionados a hipertrofia muscular e as diferentes velocidades de movimento empregadas, percebe-se o destaque de alguns dados. O total de participantes analisados entre os estudos foram de 183 indivíduos, incluindo grupos controle e excluindo os sujeitos que desistiram no decorrer dos estudos e não foram usados nas análises estatísticas.

Dentre os artigos investigados, (75%) deles verificaram a magnitude da hipertrofia muscular somente em homens e (25%) em ambos os sexos em suas amostras. Nenhum estudo foi feito apenas com mulheres. Em relação aos métodos diretos de análise da hipertrofia muscular, (50%) dos estudos utilizaram a

Ultrassonografia e (50%) por Ressonância Magnética. Vale ressaltar, também, que a intervenção do treinamento foi voltada aos membros inferiores em (75%), aos membros superiores em (12,5%) e para ambos os membros em (12,5%).

Além disso, a duração da intervenção, em semanas, também foi quantificada através de porcentagens. Dentre os estudos analisados, (12,5%) utilizaram uma duração de 6 semanas; (25%) de 8 semanas e (62,5%) entre 10 e 13 semanas. Outros parâmetros importantes acerca dos estudos incluem: 1) Volume de treinamento equalizado por TUT entre grupos (12,5%); 2) Carga de volume utilizado como método de equalização entre os grupos [(Séries x Repetições x Carga) (87,5%)]; 3) Protocolos com falha muscular concêntrica (50%), 4) Protocolos sem falha muscular concêntrica (50%).

Tabela 2: Análise descritiva dos estudos elegíveis.

Estudos elegíveis	Amostra e Tempo de intervenção	Instrumento de coleta	Protocolos	Equalização de volume	Falha concêntrica	Resultados	Conclusão
Talisson (2020)	20 homens sedentários, 24 anos de idade média. 2 vezes por semana, durante 8 semanas.	Ultrassonografia	CON: 3 séries máx a 70%1RM, cadência 2020; SELF: 3 séries máx a 70%1RM, cadência auto-selecionada; SELF-EV: 2-3 séries com as mesmas repetições que o grupo CON a 70%1RM, cadência auto-selecionada	Sim, por carga de volume entre COM e SELF-EV. Em relação ao grupo SELF não foi equalizado.	COM: Sim SELF: Sim SELF-EV: Sim, em 50% das séries.	M.M e força dinâmica de quadríceps semelhante entre grupos.	Controlar a cadência é desnecessário quando o exercício é levado até a falha ou próximo a ela. Efeito dose-resposta de volume anulado pelo efeito teto.
Shibata (2018)	24 homens atletas, 24 anos de idade média.	Ressonância Magnética	CON: 3 séries máx a 75%1RM, cadência	Sim, por TUT.	CON: Sim ECX: Sim	M.M de quadríceps semelhante entre grupos.	Importância do TUT e falha para resultados

	2 vezes por semana, durante 6 semanas.		2020; ECX: 3 séries máx a 75%1RM, cadência 4020			Maior força em CON.	similares e prolongamento da fase excêntrica desnecessário. Maior força para CON devido a maior carga de volume (Repetições x carga).
Sampson (2015)	22 homens inativos, com idade média de 23 anos. 3 vezes por semana, durante 12 semanas.	Ressonância Magnética	CON: 4 x 6 a 85%1RM, cadência 2020; RS: 4 x 4 a 85%1RM, cadência 20#0; SSC: 4 x 4 a 85%1RM, cadência #0#0.	Sim, por carga de volume entre RS e SSC. Em relação ao grupo CON não foi equalizado.	CON: Sim RS: Sim, em 25% das séries. SSC: Sim, em 25% das séries.	M.M e força de bíceps braquial semelhante entre grupos.	Falha muscular a e alto volume de treino podem não ser determinantes para a hipertrofia quando há uma boa ativação muscular induzida pela alta velocidade e quando a carga é alta.
Nogueira (2009)	24 homens sedentários, idade de 60-76 anos. 2 vezes por semana, durante 10 semanas.	Ultrassonografia	PT: 3 x 8-10 a 40%, 50% e 60% de 1RM, cadência #030; TRT: 3 x 8-10 a 40%, 50% e 60% de 1RM, cadência 3030.	Sim, por Carga de volume.	PT: Não. TRT: Não.	Maior M.M de bíceps braquial em PT. Aumento de M.M no reto femoral apenas no grupo PT. Força semelhante entre os grupos.	Maior remodelamento de proteínas contráteis e de lesões nas fibras do tipo 2 com contrações rápidas.

Watanabe (2013)	40 indivíduos, sendo 20 homens e 20 mulheres, ambos sedentários, idade de 59-76 anos. 2 vezes por semana, durante 10 semanas.	Ultrassonografia	LST: 3 x 8 a 50%1RM, cadência 3031; LN: 3 x 8 a 50%1RM, cadência 1011.	Sim, por carga de volume.	LST: Não. LN: Não.	Maior M.M de quadríceps e isquiotibiais, assim como maior acúmulo de lactato sanguíneo em LST. Força semelhante entre grupos. Pouca liberação de GH em ambos.	Hipertrofia superior em LST devido a maior TUT. Baixa resposta hormonal devido a baixa hipóxia ocasionada pelo enrijecimento arterial e atrofia das fibras do tipo 2.
Usui (2015)	16 homens ativos, com idade média de 22 anos. 3 vezes por semana, durante 8 semanas.	Ultrassonografia	LST: 3 x 10 a 50%1RM, cadência 3030; LN: 3 x 10 a 50%1RM, cadência 1011.	Sim, por carga de volume.	LST: Não. LN: Não.	Maior M.M e força no quadríceps em LST, de forma heterogênea: parte distal do R.F e parte distal/média do V.I; V.M E V.L não hipertrofiaram em ambos os grupos. Sem diferença para os testes de potência.	Maiores resultados em LST devido a maior TUT, estresse metabólico e síntese proteica. Hipertrofia heterogênea pelo nível de ativação muscular em cada região específica do próprio músculo.
Watanabe (2014)	18 idosos ativos, sendo 14 homens e	Ressonância Magnética	LST: 3 x 13 a 30%1RM, cadência	Sim, em carga de volume.	LST: Não. CON: Não.	Maior M.M, ativação muscular e	Resultados superiores em LST devido a

	4 mulheres. Idade entre 60-77 anos. 2 vezes por semana, durante 8 semanas.		3031; CON: 3 x 13 a 30%1RM, cadência 1011.			acúmulo de lactato sanguíneo em LST. Força e P.A similares entre grupos. CON não hipertrofiou.	maior TUT, o que aumentou o recrutamento de U.M do tipo 2 e ativação muscular contínua.
Tanimoto (2005)	24 homens inativos, com idade entre 19-20 anos. 3 vezes por semana, durante 12 semanas.	Ressonância Magnética	LST: 3 x 8 RM a 50%1RM, cadência 3031; HN: 3 x 8 RM a 80%1RM, cadência 1011; LN: 3 x 8 a 50%1RM, cadência 1011.	Sim, em carga de volume entre LST e LN. Em relação ao grupo HN o volume não foi equalizado.	LST: Sim. HN: Sim. LN: Não.	Sem diferenças na M.M de quadríceps, lactato sanguíneo e P.A entre LST e HN; LN não aumentou. Força e P.A maior em HN. Maior hipóxia em LST.	LST hipertrofiou devido a cadência lenta e restrição do fluxo sanguíneo, o que desencadeou a ativação das vias de sinalização anabólica, pois o volume de carga foi o mesmo de LN. O autor ainda coloca que TUT pode não ser o fator primário para os resultados e não menciona sobre a falha muscular. O grupo HN hipertrofiou e obteve maior força devido a alta carga.

Nota: M.M = Massa muscular; Máx = Máximas; CON = Grupo controle; TUT = Tempo total sob tensão; 1RM = 1 Repetição máxima; GH = Hormônio do crescimento; R.F = Reto femoral; V.I = Vasto intermédio; V.L = Vasto lateral; V.M = Vasto medial; P.A = Pressão arterial; U.M = Unidades motoras; AST = Área de secção transversal; # sinal utilizado para referir-se a intenção de velocidade máxima.

5 DISCUSSÃO

Com base na revisão sistemática realizada, pode-se afirmar que algumas características específicas dos protocolos de treinamento influenciam diretamente se a magnitude da hipertrofia será similar entre os grupos ou não. Protocolos de treinamento que são levados até a falha muscular concêntrica promovem hipertrofia semelhante, independentemente da velocidade de movimento (Talisson, 2020), do tipo de contração que foi prolongada (Shibata 2018), e também da carga utilizada (Tanimoto, 2005). Resultados que corroboram com a revisão anterior de Schoenfeld (2015), na qual só foram analisados estudos em que a falha muscular foi parte dos protocolos de treinamento.

Tanimoto *et. al.* (2008) recrutaram homens jovens inativos e compararam os efeitos da cadência 3/0/3/0 (3 segundos para ações excêntricas, sem pausa de transição e 3 segundos para ações concêntricas, sem pausa antes de iniciar a próxima repetição) a 55%-60% de 1 RM contra o grupo com cadência 1/0/1/1 (1 segundo para ações excêntricas, sem pausa de transição e 1 segundo para ações concêntricas, com pausa de 1 segundo antes de iniciar a próxima repetição) a 80%-90% de 1 RM, ambos os grupos realizaram 3 séries de 8 RM (repetições máximas), ou seja, até a falha muscular concêntrica, e resultados similares na hipertrofia do quadríceps após 12 semanas foram encontrados.

No entanto, a necessidade de levar o músculo até o ponto de esgotamento total em todas as séries tem sido questionada. Sampson (2015) analisou em homens sedentários os efeitos de três protocolos distintos de treinamento, em que o grupo controle diferia dos demais em dois aspectos: (1) foram realizadas duas repetições a mais em cada série para que fosse atingido o ponto de falha muscular, totalizando 4 séries de 6 repetições e (2) a cadência foi controlada em 2/0/2/0. Os outros dois grupos (RS e SSC) realizaram apenas 4 repetições em cada uma das 4 séries, justamente para que fosse evitado chegar no ponto de falha muscular. Apenas em 25% das séries totais atingiu-se tal feito. A cadência também diferiu entre os dois

grupos experimentais, o RS utilizou velocidade máxima para ações concêntricas e 2 segundos para ações excêntricas, enquanto o grupo SSC utilizou velocidade máxima para ambas as fases do movimento. Todos os três grupos treinaram com carga a 85% de 1 RM. Ao final de 12 semanas, resultados similares na hipertrofia entre os três grupos foram relatados, sugerindo que chegar a tal ponto e controlar a cadência é desnecessário, assim como um alto volume de treino quando ocorre uma boa ativação muscular induzida por alta velocidade de movimento aliada a alta sobrecarga externa.

Isto é bem aceito quando se trata de indivíduos sedentários, pois estes logo atingem seus limiares de adaptações, sendo estas em sua maior parte relacionadas a fatores neurais de aumento no recrutamento de unidades motoras, se tornando excesso de treinamento a realização de volumes maiores; fenômeno conhecido como “efeito teto” (TALISSON, 2020). Contudo, não se podem inferir estes resultados para indivíduos treinados, pois já foi demonstrado que essa população obtém maiores benefícios hipertróficos a partir de maiores volumes de treinamento (SCHOENFELD, 2016).

Apesar dos estudos da presente revisão mostrar que resultados hipertróficos similares podem ser obtidos se o exercício for executado até a falha, nenhum estudo com velocidade superior a 4 segundos por fase de movimento foi incluído, portanto, conclusões não podem ser feitas para velocidades mais lentas. E de acordo com uma revisão de Schoenfeld *et. al.* (2015), existe um limiar de velocidade até 8 segundos, para além dos quais, são insuficientes em promover hipertrofia muscular satisfatória, por não estimular adequadamente a ativação de unidades motoras dentro do músculo, principalmente nas fibras do tipo II.

Corroborando com isto, Schuenke (2012) recrutou 34 mulheres e as dividiu em três grupos experimentais, além do controle que não fez exercício. Estes foram: (1) TS = 3 x 6-10 RM a 80%-85% de 1 RM, cadência 1-2/0/1-2/0; (2) TE = 3 x 20-30 RM a 40%-60% 1 de RM, cadência 1-2/0/1-2/0; e (3) SS = 3 x 6-10 RM a 40%-60% de 1 RM, cadência 10/0/4/0. Após 6 semanas o grupo TS aumentou a área de secção transversa média do vasto lateral em 38,8% e o grupo SS em 10,6% em relação aos valores pré-treinamento, enquanto o grupo TE e controle não tiveram promoveram diferenças significativas, mesmo com o exercício sendo levado ao ponto de falha muscular, contrariando os resultados obtidos na presente revisão sistemática e

também de revisões anteriores, onde foi afirmado ocorrer hipertrofia similar entre protocolos com baixa e alta carga de treinamento (SCHOENFELD, 2017). Este estudo, porém, não foi incluído na síntese qualitativa atual, pelo fato do volume não ter sido equalizado entre os grupos.

Visivelmente o grupo TS, que treinou com altas cargas obteve hipertrofia superior aos outros grupos, todavia, isso não anula o fato de que o treinamento SS “super lento” também foi capaz de promover hipertrofia, embora em menor magnitude. Curiosamente, o grupo TE não obteve hipertrofia, sugerindo a importância de aumentar a cadência do movimento quando baixas cargas são utilizadas.

Por outro lado, quando o exercício não é levado até a falha muscular concêntrica, velocidades de movimento mais lentas parecem ser superiores nas adaptações hipertróficas de membros inferiores (Watanabe, 2013; Usui, 2015; Watanabe 2014). Estes resultados estão relacionados a diversos mecanismos específicos que necessitam de mais aprofundamento.

Primeiro, deve-se ter em mente que só é possível fazer essa comparação direta entre cadência e hipertrofia quando há a utilização de cargas baixas, pois a medida que vai-se aumentando a carga, tende-se a diminuir a velocidade de movimento, mesmo sem intenção, além de chegar a exaustão total precocemente (SCHOENFELD, 2015). Portanto, torna-se difícil comparar diferentes velocidades de movimento sem que haja a falha muscular concêntrica quando altas cargas de treinamento são utilizadas.

Os estudos incluídos na presente revisão em que a falha muscular não foi atingida, tiveram as cargas variando entre 30% a 60% de 1 RM, com ambas as fases concêntrica e excêntrica com duração de três segundos, foram superiores nas adaptações hipertróficas de membros inferiores em comparação aos grupos que levaram um segundo para concluir cada fase do movimento.

O volume de cada protocolo foi equalizado usando o método carga de volume (Séries x repetições x carga), no entanto, ao prolongar as fases de contração muscular é aumentado o tempo sob tensão, aumentando também o volume de treinamento (Wilk, 2018). Logo, a razão pelo qual os grupos que foram cadenciados hipertrofiaram mais pode ser devida, ao menos em parte, ao maior volume de treinamento realizado

e não exclusivamente ao controle da velocidade de movimento. Para elucidar essa questão, pesquisas onde o volume tenha sido equalizado por tempo sob tensão, são necessárias.

Prolongar o tempo em que um músculo fica sob tensão, ocasiona a diminuição da oxigenação intramuscular, resultando na maior produção de espécies reativas de oxigênio (EROs) e lactato, assim com um maior acúmulo de metabólitos, como os íons H⁺, potencializando o estresse metabólico. Fatores que são responsáveis em aumentar a proliferação de células satélites (TANIMOTO, 2005), sinalizar o aumento da síntese proteica intramuscular (USUI, 2015) e promover a secreção de hormônios influentes na hipertrofia como o GH e o IGF-1, além de ativar o complexo enzimático mTOR (alvo de mamíferos da rapamicina), uma das principais vias anabólicas existentes (SCHOENFELD, 2012).

No entanto, aumentar o estresse metabólico não é a única maneira de ativar as vias anabólicas. Isto também é conseguido a partir do aumento da tensão mecânica e utilizar velocidades de movimento mais rápidas podem ser úteis. Contradizendo os resultados dos estudos citados anteriormente, Nogueira *et. al.* (2009), submeteram 24 homens sedentários a um regime de treinamento, onde apenas a velocidade de movimento concêntrica foi distinta entre os grupos. O grupo PT realizou as ações concêntricas na maior velocidade possível e levou três segundos para cada ação excêntrica. O grupo TRT levou três segundos para concluir as ações concêntricas e três segundos para ações excêntricas. Ambos os grupos realizaram 3 séries de 8-10 repetições com carga progressiva a 40%, 50% e 60% de 1 RM no exercício de flexão do cotovelo, no decorrer das semanas.

Ao final de 10 semanas, a hipertrofia do bíceps braquial foi maior no grupo PT, sendo também o único grupo que obteve resultados hipertróficos no músculo reto femoral, sendo estes resultados atribuídos a alta tensão mecânica provocada pela velocidade máxima de movimento, que resultou em maiores microlesões nas fibras musculares do tipo II, tendo em vista que esse tipo de fibra é mais suscetível a ser danificada através de estímulos mecânicos. De acordo com Schoenfeld (2012), após a incidência de danos musculares é iniciado uma série de reações de células do sistema imunológico visando combater as inflamações, e isto resulta na ativação das vias anabólicas.

Uma possível explicação para esses resultados contraditórios estaria no tipo de fibra muscular de bíceps braquial e reto femoral. De acordo com Hackett (2018), estes são compostos em sua maioria por fibras do tipo II e possivelmente tiveram um aumento na ativação de unidades motoras de limiar mais alto. Isto parece fazer sentido, pois Schuenke (2012) mostrou uma redução na proporção de fibras do tipo II com o treinamento lento, enquanto o treinamento rápido promoveu aumento na proporção, assim como maior hipertrofia de tais fibras.

Além disso, os resultados superiores para contrações lentas nos estudos incluídos na revisão foram voltados ao quadríceps em sua totalidade, e este por sua vez, é composto em sua maioria por fibras do tipo I, o que justifica maiores respostas a contrações lentas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Controlar a velocidade de movimento parece não ser importante quando o exercício é levado até o ponto de falha muscular concêntrica e também quando são utilizadas altas cargas de treinamento. Porém, ao utilizar cargas baixas de treinamento, controlar a velocidade de movimento potencializa as adaptações hipertróficas para membros inferiores. Por outro lado, músculos da parte superior do corpo, como o bíceps braquial parecem responder melhor a contrações rápidas, talvez, por ser composto em sua maioria por fibras rápidas do tipo II.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CASPERSEN, J. C; POWELL, E. K; CHRISTENSON, M. G. Physical activity, exercise and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. **Public Health Reports**. Vol. 100, March/April, 1985.
End: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1424733/pdf/pubhealthrep00100-0016.pdf>
2. ARRUDA, P. D; ASSUMPÇÃO, O. C; URTADO, B. C; DORTA, O. N. L; ROSA, R. R. M; ZABAGLIA, R; SOUZA, F. M. T. Relação entre treinamento de força e redução do peso corporal. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do exercício**. São Paulo, v.4, n.24, p.605-609. Nov/Dez. 2010.
End: <http://www.rbpfex.com.br/index.php/rbpfex/article/view/291/293>
3. CECCATO, M; GURJÃO, D. L. A; PRADO, G. K. A; GALLO, H. L; FILHO, J. C. J; GOBBI, S. Treinamento com pesos, velocidade de movimento e desempenho

muscular: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**. Pelotas/RS, n. 18, p. 536-545. Setembro. 2013.

End: <http://rbafs.org.br/RBAFS/article/view/3287/pdf115>

4. 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. **Journal of Sports Science and Medicine**. n. 18, p.191-197. September, 2018.

5. SCHOENFELD, J. B; KRIEGER, J; OGBORN, I. D. Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Sports Sciences**. July, 2016.

6. SCHOENFELD, J. B; OGBORN, I. D; KRIEGER, J. Effect of repetition duration during resistance training on muscle hypertrophy: A systematic review and meta-analysis. **Sports Med**. January, 2015.

7. HACKETT, A. D; DAVIES, B. T; ORR, R; KUANG, K; HALAKI, M. Effect of movement velocity during resistance training on muscle-specific hypertrophy: A systematic review. **European Journal of Sport Science**. Feb, 2018.

8. DAVIES, B. T; KUANG, K; ORR, K; HALAKI, M; HACKETT, D. Effect of movement velocity during resistance training on dynamic muscular strength: A systematic review and meta-analysis. **Sports Med**. January, 2017.

9. SCHOENFELD, J. B. Does exercise-induced muscle damage play a role in skeletal muscle hypertrophy? **Journal of Strength and Conditioning Research**. V. 26, n. 5. May, 2012.

10. TRAN, T; Q; DOCHERTY, D; BEHM, D. The effects of varying time under tension and volume load on acute neuromuscular responses. **Eur J Appl Physiol**. September, 2006.

11. SCOTT, R. B; DUTHIE, M. G; THORNTON, R. H; DASCOSBE, J. B. Training monitoring for resistance exercise: Theory and applications. **Springer International Publishing**. Switzerland. January, 2016.

12. GENTIL, P. **Bases científicas do treinamento de hipertrofia**. 5ª edição, 2014.

13. MOHER, D; LIBERATI, A; TETZLAFF, J; ALTMAN, G. D. **Plos Medicine**. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. V. 6. July, 2009.

14. SHIWA, R. S; COSTA, P. O. L; MOSER, L. D. A; AGUIAR, C. I; OLIVEIRA, F. V. L. PEDro: a base de dados de evidências em fisioterapia. **Fisioter. Mov.** V. 24. N. 3, p.523-533, Jul./set.2011.
15. SCHOENFELD, J, B; GRGIC, J; OGBORN, D. Strength and hypertrophy adaptations between low- vs. High-load resistance training: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Strength and Conditioning Research.** V. 31. N. 12. 2017.
16. CHAVES, S. T; BIAZON, C. P. M. T; SANTOS, E. M. L; LIBARDI, A. C. Effects of resistance training with controlled versus self-selected repetition duration on muscle mass and strength in untrained men. **Peer J.** 2020.
17. SHIBATA, K; TAKIZAWA, K; NOSAKA, K; MIZUNO, M. Effects of prolonging eccentric phase duration in parallel back-squat training to momentary failure on muscle cross-sectional area, squat one repetition maximum, and performance tests in university soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research.* V. 00. N. 00. 2018
18. SAMPSON, A, J; GROELLER, H. Is repetition failure critical for the development of muscle hypertrophy and strength? **J Med Sci Sports.** 2015.
19. NOGUEIRA, W; GENTIL, P; MELLO, M, N, S; OLIVEIRA, J, R; BEZERRA, C, J, A; BOTTARO, M. Effects of power training on muscle thickness of older men. **J Sports Med.** N. 30, p. 200 – 204. 2009.
20. WATANABE, Y; TANIMOTO, M; OHGANE, A; SANADA, K; MIYACHI, M; ISHII, N. Increased Muscle Size and Strength From Slow-Movement, Low-Intensity Resistance Exercise and Tonic Force Generation. **Journal of Aging and Physical Activity.** N. 21, P. 71-84. 2013.
21. USUI, S; MAEO, S; TAYASHIKI, K; NAKATANI, M; KANEHISA, H. Low-load slow movement squat training increases muscle size and strength but not power. **J Sports Med.** Sep, 2015.
22. TANIMOTO, M; SANADA, K; YAMAMOTO, K; KAWANO, H; GANDO, Y; TABATA, I; ISHII, N; MIYACHI, M. Effects of whole-body low-intensity resistance training with slow movement and tonic force generation on muscular size and strength in young men. **Journal of Strength and Conditioning Research.** V. 22, N. 6. NOV, 2008.
23. WATANABE, Y; MADARAME, H; OGASAWARA, R; NAKAZATO, K; ISHII, N. Effect of very low-intensity resistance training with slow movement on muscle size and

strength in healthy older adults. **Clinical Physiology and Nuclear Medicine**. N. 34, V. 6, P. 463–470. 2014.

24. TANIMOTO, M; ISHII, N. Effects of low-intensity resistance exercise with slow movement and tonic force generation on muscular function in young men. **Appl Physiol**. N. 100, P.1150–1157, 2005.

25. SCHUENKE, D, M; HERMAN, R, J; GLIDERS, M, R; HAGERMAN, C, F; HIKIDA, S, R; RANA, R, S; RAGG, E, K; STARON, S, R. Early-phase muscular adaptations in response to slow-speed versus traditional resistance-training regimens. **Eur J Appl Physiol**. N. 112, P. 3585–3595. 2012.