
EDUCAÇÃO FÍSICA

**EFEITOS DO ALONGAMENTO ENTRE SÉRIES NO AUMENTO DA ÁREA DE
SECÇÃO TRANSVERSA MUSCULAR**

GUILHERME COUTO MOTA



Rio Claro - SP
2024

GUILHERME COUTO MOTA

**EFEITOS DO ALONGAMENTO ENTRE SÉRIES NO AUMENTO DA
ÁREA DE SECÇÃO TRANSVERSA MUSCULAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau de Bacharel em Educação Física.

Orientadora: Camila Coelho Greco

Rio Claro - SP
2024

M917e Mota, Guilherme Couto
Efeitos do alongamento entre séries no aumento da área de secção transversa muscular / Guilherme Couto Mota. -- Rio Claro, 2024
28 f.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Educação Física) -
Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências,
Rio Claro
Orientadora: Camila Coelho Greco

1. Hipertrofia muscular. 2. Treinamento resistido. 3. Tensão mecânica. 4. Alongamento. I. Título.

GUILHERME COUTO MOTA

**EFEITOS DO ALONGAMENTO ENTRE SÉRIES NO AUMENTO DA
ÁREA DE SECÇÃO TRANSVERSA MUSCULAR**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto de Biociências –
Câmpus de Rio Claro, da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita
Filho”, para obtenção do grau de bacharel
em Educação Física.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dra. Camila Coelho Greco

Prof. Dr. Eduardo Kokubun

Prof. Dr. Alexandre Gabarra de Oliveira

Aprovado em: 14 de novembro de 2024

Assinatura do discente

Assinatura do(a) orientador(a)

AGRADECIMENTOS

Agradeço e dedico este trabalho para as seguintes pessoas:

Primeiramente agradeço a minha família, a minha mãe Sheyla Couto, ao meu pai, Adrivan Mota por todo suporte, dedicação e apoio para que eu chegasse hoje onde estou, sem eles nada seria possível.

Agradeço à minha excelente e excepcional professora, Dra. Camila Coelho Greco, por toda a colaboração, compreensão, paciência e orientação deste trabalho.

Por fim, não poderia deixar de mencionar os amigos que fiz nesses longos 4 anos, nos quais me proporcionou momentos inesquecíveis tanto dentro quanto fora da universidade. Compartilhar esses anos com vocês foi incrível, e tenho plena certeza de que, sem vocês, minha jornada acadêmica teria sido diferente.

RESUMO

A hipertrofia muscular é um processo fisiológico que ocorre cronicamente devido ao treinamento resistido. Nesse processo, consideram-se fatores como tensão mecânica, dano muscular e estresse metabólico. A união de novas estratégias com o treinamento resistido pode influenciar a otimizar as adaptações musculares e metabólicas dos indivíduos. Essa nova abordagem envolve a utilização do alongamento no período de intervalo entre as séries. A utilização desse procedimento pode implicar no aumento de massa muscular e também da tensão mecânica, no qual, é considerada um fator crucial para maximizar a resposta hipertrofica da musculatura esquelética. Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo investigar o efeito do alongamento entre as séries no aumento da área de secção transversa do músculo durante o treinamento de resistência. Foram realizadas buscas computadorizadas em bases de dados Google Acadêmico e PubMed usando os termos “hipertrofia muscular”, “treinamento resistido”, “tensão mecânica”, “alongamento” e “inter set stretching”. Foram selecionados 6 estudos, sendo 2 avaliando as respostas metabólicas e 4 avaliando os efeitos do alongamento entre séries na hipertrofia muscular. Foi possível observar que em alguns estudos utilizando homens/jovens com baixa experiência em treinamento houve resultados significativos nos ganhos de massa muscular utilizando os alongamentos de 20-30 segundos entre séries, mas apenas em músculos pequenos como o vasto lateral e sóleo, mostrando valores de (17%) no grupo alongamento entre séries e (7,3%) no grupo de treino tradicional, sendo que para o sóleo obteve resultados superiores do grupo que alongou no período de descanso (1,6 mm) com o que descansou passivamente (0,7 mm). Em questões hormonais avaliando cortisol, testosterona e GH, não houve diferenças significativas. Além disso, não foram observados efeitos negativos nos ganhos de força, e em alguns casos, foram registrados até efeitos positivos. A conclusão foi que, apesar do alongamento entre séries indicar benefícios para a hipertrofia, sua eficácia ainda não está plenamente comprovada. Isso se deve às várias questões em aberto, como a intensidade e duração adequadas do alongamento, além da possível influência de fatores como idade, sexo e nível de experiência dos praticantes. Embora os estudos revisados tenham sido realizados com homens jovens e destreinados, ainda não está claro se

essa técnica pode ser aplicada a diferentes tipos de exercícios, sejam eles multiarticulares ou isolados.

Palavras-chave: Hipertrofia muscular; treinamento resistido; tensão mecânica; alongamento.

ABSTRACT

Muscle hypertrophy is a physiological process that occurs chronically due to resistance training. In this process, several factors are considered such as mechanical tension, muscle damage and metabolic stress. The combination of new strategies with resistance training can influence the optimization of individuals' muscular and metabolic adaptations. This new approach involves the use of stretching during the interval between sets. The use of this method can result in an increase in muscle mass and also in mechanical tension, which is considered a crucial factor in maximizing the hypertrophic response of skeletal muscles. Therefore, the present study aimed to investigate the effect of stretching between sets on increasing the cross-sectional area of the muscle during resistance training. Computerized searches were performed in Google Scholar and PubMed databases using the terms "muscle hypertrophy, resistance training, mechanical tension, stretching and inter set stretching". Six studies were selected, two of which evaluated metabolic responses and four evaluated the effects of stretching between sets on muscle hypertrophy. It was possible to observe that in some studies involving men/young people with little training experience, there were significant results in muscle mass gains using stretching for 20-30 seconds between sets, but only in small muscles such as the vastus lateralis and soleus, showing values of (17%) in the stretching group between sets and (7.3%) in the traditional training group, with the soleus group obtaining superior results in the group that stretched during the rest period (1.6 mm) than in the group that rested passively (0.7 mm). In hormonal issues evaluating cortisol, testosterone and GH, there were no significant differences between the studies. Furthermore, no negative effects on strength gains were observed, and in some cases, even positive effects were recorded. The conclusion was that although stretching between sets has shown benefits for hypertrophy, its effectiveness has not yet been fully proven. This is due to several open questions, such as the appropriate intensity and duration of stretching, in addition to the possible influence of factors such as age, sex and level of experience of the practitioners. Although the reviewed studies were conducted with young, untrained men, it is still unclear whether this technique can be applied to different types of exercises, whether multi-joint or isolated.

Keywords: Muscular hypertrophy; resistance training; mechanical tension; stretching.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1.INTRODUÇÃO..... | 10 |
| 2.OBJETIVO..... | 13 |
| 3.METODOLOGIA..... | 13 |
| 4.DESENVOLVIMENTO..... | 14 |
| 4.1. FUNDAMENTOS DA HIPERTROFIA MUSCULAR E TREINAMENTO RESISTIDO | 14 |
| 4.2. EVIDÊNCIAS SOBRE ALONGAMENTOS ENTRE SÉRIES NA RESPOSTA HORMONAL E METABÓLICA..... | 16 |
| 4.3.EVIDÊNCIAS SOBRE ALONGAMENTOS ENTRE SÉRIES E HIPERTROFIA.. | 18 |
| 5. CONCLUSÃO..... | 24 |
| 6. REFERÊNCIAS..... | 25 |

1. INTRODUÇÃO

O treinamento resistido, conhecido também como treinamento de força, possibilita aprimorar a saúde e o condicionamento físico. O American College of Sports Medicine (ACSM) sugere que os adultos incorporem o treinamento de força em seu programa de exercícios físicos (ACSM, 1998, 2002), pois este pode promover uma maior aptidão física e melhora na qualidade de vida, facilitando tarefas diárias como carregar objetos pesados, subir escadas ou até mesmo ações que demandam de uma capacidade física maior (BENEDET *et al.*, 2013). Este tipo de treinamento físico tornou-se uma das formas mais populares de se obter ganhos consideráveis de massa muscular. Esse efeito é verificado desde a Grécia antiga, onde pessoas já praticavam este tipo de treinamento. Atualmente, Kraemer e Fleck (2009) sugerem que a sobrecarga progressiva, a adaptação e a especificidade são os princípios necessários para uma prescrição segura e eficaz de treinamento de força.

Segundo Kraemer e Fleck (2011), após realizar o treinamento de força, leva-se ao efeito conhecido como hipertrofia muscular, que por sua vez, é caracterizada como o aumento da espessura e da área de secção transversa do músculo de um indivíduo, isto ocorre quando a taxa de síntese proteica excede a taxa de degradação. A hipertrofia ocorre devido a diversos fatores fisiológicos do treinamento de força, como tensão mecânica, estresse metabólico e dano muscular, como afirmam Wackerhage H *et al.* (1985). Toigo e Boutellier (2006) consideram que a tensão mecânica pode ser considerada o fator principal desse sistema, no qual, ela é causada pela carga utilizada durante o exercício, onde irá gerar um estresse na musculatura devido a um outro fator chamado tempo sob tensão, que é o tempo em que aquela musculatura foi submetida sob tensão mecânica. De acordo com Prestes *et al.* (2016), o estímulo mecânico induz as proteínas sinalizadoras a ativarem os genes que promovem a síntese proteica. Esse processo eleva as dimensões da fibra muscular e a área transversal do músculo. Para potencializar ainda mais esse processo de hipertrofia no treinamento resistido, pode-se utilizar outras estratégias, como por exemplo o alongamento (Nunes *et al.*, 2020). Segundo Schoenfeld *et al.* (2022), do ponto de vista mecânico, o alongamento tem a capacidade de regular a sinalização anabólica por meio de sensores de força que estão tanto ativos quanto passivos. Algumas evidências com roedores sugerem que, tanto as contrações musculares durante o alongamento contra uma resistência elevada quanto o

alongamento passivo podem ativar imediatamente as vias intracelulares de sinalização associadas ao aumento da massa muscular, indicando um aumento na sinalização da mTOR em resposta à tensão passiva. Esses estudos envolvem modelos que utilizam mioblastos e miotubos cultivados e alongados (Hornberger *et al.*, 2004; Nakai *et al.*, 2010).

A maioria dessas estratégias foram desenvolvidas por atletas e treinadores de fisiculturismo, que visavam a quebra do platô e a busca por novos meios de alcançar a hipertrofia. Conforme Prestes *et al.* (2016), o Fascia Stretch Training 7 Sets surgiu como uma abordagem criada pelo treinador americano Tony Rambod, que visa descomprimir a fásia do músculo, onde o criador da técnica sugere que a fásia muscular que está ao redor do músculo dificulta o desenvolvimento muscular. O FST-7 consiste em realizar um exercício isolado ao final de uma sessão completa de treinamento de força para o mesmo grupo muscular. O exercício isolado consiste em realizar sete séries de 8 a 12 repetições máximas, com intervalos de 30 segundos entre as séries, nos quais 10 a 20 segundos são dedicados ao alongamento do grupo muscular trabalhado, que por sua vez, tem o propósito de promover um aumento do fluxo sanguíneo e a concentração de metabólitos. Essa concentração metabólica resulta no aumento de energia e também ajuda a aprimorar a hipertrofia musculoesquelética, estimulando o aumento do volume e da quantidade de mitocôndrias, fosfato de creatina, e o acúmulo de glicogênio e água. Isso é possível devido ao prolongamento do tempo de contração (Tesch, 1988; Vandenburg, 1987).

Ainda se conhece muito pouco sobre este método, embora sugere-se que pode ser uma estratégia viável para aumentar a hipertrofia. No estudo de Van Every *et al.* (2022), foram apresentados indícios iniciais de que a inclusão de alongamentos entre as séries pode aprimorar as adaptações hipertróficas. Este estudo analisou membros inferiores de homens jovens não treinados, onde foram designados aleatoriamente para realizar exercícios de flexão plantar com um período de descanso passivo de 2 minutos ou um alongamento entre séries de 20 segundos na mesma carga de trabalho, seguido de 100 segundos de descanso passivo. Após 8 semanas, os resultados indicaram maiores aumentos na espessura muscular do sóleo na condição de alongamento em comparação com o controle; esses resultados foram observados apesar de uma diminuição no volume de carga do Treinamento Resistido (5 a 12%) na condição de alongamento. Por sua vez, estudo de Coutinho *et al.* (2004) *apud* Mohamed *et al.* (2011), examinou dezoito ratos

Wistar de 16 semanas de idade ao longo de um período de 3 semanas, e foi demonstrado que o alongamento do músculo sóleo, que foi imobilizado por 40 minutos a cada 3 dias, ajudou a prevenir o encurtamento muscular e reduziu a atrofia muscular em comparação com um grupo que permaneceu imobilizado (22% versus 37%, respectivamente). Além disso, os músculos submetidos apenas ao alongamento apresentaram um aumento significativo no comprimento (5%), no número de sarcômeros em série (4%) e na área das fibras musculares (16%) em comparação com os músculos do lado contrário, relatando que, apesar de ser um alongamento passivo, ainda assim produz hipertrofia. A tensão também desempenha um papel crucial na regulação do aumento da massa muscular esquelética. Assim, é possível afirmar que o treinamento com alongamento entre séries vem sendo considerado uma estratégia viável em sistemas de treino visando a hipertrofia. Sendo assim, este procedimento pode proporcionar benefícios se for utilizado de forma correta.

2. OBJETIVO

Analisar a influência do alongamento entre séries no aumento da área de secção transversa do músculo no treinamento resistido.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste presente estudo, foi realizada uma revisão de literatura, no qual, este tipo de metodologia tem como a finalidade identificar, agrupar e analisar de forma crítica a metodologia da investigação e consolidar os resultados de múltiplos estudos. Além de analisar diversas pesquisas sobre o tema, que possam ajudar a relacionar e embasar as evidências sobre o aumento de área de secção transversa com a utilização do alongamento entre séries. Com base nos estudos em inglês ou português relacionados ao tema escolhido, as informações foram obtidas por meio de bases de dados, como Pubmed e Google Acadêmico.

Sendo assim, foram considerados tanto artigos quanto livros que abordam as adaptações fisiológicas promovidas pelo treinamento resistido com alongamento entre séries. Os termos de busca utilizados foram "hipertrofia muscular", "treinamento resistido", "tensão mecânica", "alongamento" e "inter set stretching". Foi realizada uma leitura interpretativa dos artigos selecionados visando compreender quais são as qualidades das informações de forma precisa e detalhada sobre as evidências do alongamento entre séries na hipertrofia muscular. Durante esse processo foram selecionados 6 estudos no total, sendo que 2 deles são artigos científicos que analisaram as respostas hormonais no alongamento entre séries, os outros 3 analisaram o alongamento entre séries na hipertrofia muscular, e uma revisão de literatura. Os artigos selecionados tiveram relação com alongamento entre séries e hipertrofia muscular.

Como critérios de inclusão, foram selecionados estudos realizados com humanos saudáveis e ter avaliado diretamente a espessura muscular (MT), a área de secção transversa ou o volume muscular, utilizando métodos como ultrassonografia, ressonância magnética ou tomografia computadorizada. Estudos com amostras muito pequenas ou sem controle adequado de variáveis (como intensidade e volume de treino) foram excluídos.

4. DESENVOLVIMENTO

4.1 FUNDAMENTOS DA HIPERTROFIA MUSCULAR E TREINAMENTO RESISTIDO

A hipertrofia muscular, definida como o aumento do tamanho das fibras musculares, é um dos principais objetivos no treinamento resistido, particularmente em contextos de musculação, reabilitação, performance esportiva e saúde. Esse processo envolve etapas de adaptações fisiológicas e morfológicas nos músculos esqueléticos, resultando em um aumento da área de secção transversa do músculo. Conforme Schoenfeld (2010), a hipertrofia muscular é mediada por uma série de mecanismos, incluindo a tensão mecânica, o estresse metabólico e o dano muscular, que juntos promovem um ambiente anabólico favorável ao crescimento muscular. Os mecanismos fisiológicos que envolvem a hipertrofia muscular podem ser amplamente categorizados em três principais fatores: tensão mecânica, estresse metabólico e dano muscular. Cada um desses fatores desempenha um papel importante para a ativação de vias de sinalização celular que acabam levando ao processo no aumento da síntese proteica.

Sabe-se que a tensão mecânica é gerada quando as fibras musculares são submetidas a forças superiores às que encontram em situações normais de repouso. Esse tipo de tensão, que ocorre durante o levantamento de pesos, é um dos estímulos mais eficazes para a hipertrofia muscular. Segundo Hornberger e Esser (2004), a tensão mecânica ativa diretamente vias de sinalização, como a via mTOR, que é essencial para a síntese proteica e o crescimento muscular. O estresse metabólico refere-se ao acúmulo de metabólitos no músculo, como lactato, íons de hidrogênio e fosfatos inorgânicos, durante o exercício de alta intensidade. De acordo com Schoenfeld (2013), esse estresse proporciona um ambiente anabólico ao aumentar a liberação de hormônios anabólicos, como o hormônio do crescimento, e ao induzir a hiperemia muscular, que melhora a oferta de nutrientes ao músculo em exercício. O estresse metabólico também pode causar o famoso "pump muscular", um inchaço temporário das células musculares que pode promover adaptações a longo prazo. O dano muscular é o resultado de microlesões nas fibras musculares, que ocorrem principalmente durante a fase excêntrica do movimento, quando o músculo está na fase negativa do movimento e se alonga enquanto realiza a

contração. Essas microlesões desencadeiam uma resposta inflamatória, que é seguida pela ativação de células satélite, responsáveis pela reparação e crescimento das fibras musculares (McHUGH,2003). O dano muscular é considerado um importante precursor da hipertrofia, pois estimula a renovação das fibras e o aumento do volume muscular.

Além dos mecanismos fisiológicos citados acima, a hipertrofia muscular se beneficia de estímulos das variáveis do treinamento como carga, volume, intensidade, tipo de contração e intervalo de descanso entre as séries (Schoenfeld,2010). Estudos mostram que tanto a carga quanto o volume são fundamentais para a hipertrofia, com evidências sugerindo que volumes maiores podem resultar em maior hipertrofia, desde que a carga seja suficiente para causar tensão mecânica significativa (Ralston *et al.*, 2017). Em estudo feito Nakai *et al.* (2010) apontam que o aumento progressivo da carga ou do volume de treino, ou seja, a sobrecarga progressiva, é essencial para manter a ativação da via mTOR e continuar promovendo o crescimento muscular. Normalmente a intensidade do treinamento é representada como uma porcentagem da carga máxima que um indivíduo pode levantar em uma repetição (1RM). Pesquisas indicam que treinar com intensidades entre 60-80% de 1RM é ideal para maximizar a hipertrofia, pois a carga sempre deve estar equilibrada com o número de repetições para promover tanto a tensão mecânica quanto o estresse metabólico (Schoenfeld, 2013). Outro aspecto citado por Franchi *et al.* (2014) sugere que a contração excêntrica (fase negativa do movimento), na qual o músculo alonga sob tensão, tende a causar mais dano muscular, portanto, pode ser mais eficaz em estimular a hipertrofia do que a contração concêntrica, onde o músculo está encurtando.

Além disso, pesquisas recentes têm explorado o impacto de diferentes estratégias de recuperação e suplementação alimentar na hipertrofia. Consumir proteínas de boa qualidade após o treino é altamente recomendado para aumentar a síntese de proteínas nos músculos, principalmente quando combinado com uma dieta adequada (Phillips *et al.*, 2006). Assim, o treinamento resistido para hipertrofia envolve uma série de fatores, como o estímulo mecânico adequado, o planejamento dos treinos e a recuperação. Ajustar corretamente variáveis como carga, volume e descanso, junto com uma boa nutrição e suplementação, é essencial para maximizar os resultados em termos de força e crescimento muscular.

4.2 EVIDÊNCIAS SOBRE ALONGAMENTOS ENTRE SÉRIES NA RESPOSTA HORMONAL E METABÓLICA

Em estudo recente, Marin *et al.* (2019) tiveram o propósito de analisar e comparar a resposta hormonal e metabólica aguda no treinamento resistido tradicional com e sem alongamentos entre séries. No total, foram selecionados 13 participantes com 1 ano de experiência em treinamento resistido que foram distribuídos aleatoriamente em 2 grupos: grupo TR tradicional (TRT; n = 6; idade: $22,5 \pm 4,7$ anos; massa corporal: $83,1 \text{ kg} \pm 5,7 \text{ kg}$; altura: $179,8 \pm 6,9 \text{ cm}$; IMC: $25,73 \pm 1,17 \text{ kg/m}^2$) e grupo TR de alongamento (TRS; n = 7; idade: $23,4 \pm 4,3$ anos; peso corporal: $82,3 \pm 11,7 \text{ kg}$; altura: $177,7 \pm 11,0 \text{ cm}$; IMC: $26,02 \pm 2,5 \text{ kg/m}^2$). O método utilizado no treinamento foi de 6 séries de supino reto até a falha muscular concêntrica com porcentagem de 80% para 8RM, tendo intervalo de descanso de 1 minuto entre as séries. Enquanto o grupo de treinamento tradicional permanecia em repouso no período de descanso, o grupo de treinamento com alongamento realizou alongamento estático passivo da musculatura anterior de ombro (peitoral e deltoide). Os participantes ficaram deitados no banco com os ombros em abdução horizontal e os cotovelos ligeiramente flexionados. Como resultados, não foram encontradas diferenças significantes no índice de fadiga entre os grupos. No entanto, os níveis de lactato aumentaram significativamente após as sessões de treinamento, sendo 32% maiores no grupo de alongamento entre as séries em comparação com o grupo de intervalo passivo. Os níveis de testosterona e cortisol também aumentaram após os protocolos, mas sem diferenças significantes entre os grupos e sem interação entre eles. Por fim, houve um aumento significativo nos leucócitos totais imediatamente após o exercício, com um aumento de 17% observado apenas no grupo de alongamento entre as séries. Esses resultados sugerem que, embora ambos os protocolos tenham impacto nos marcadores fisiológicos avaliados, o grupo que alongou entre as séries apresentou respostas mais pronunciadas em alguns aspectos, como o aumento de lactato e leucócitos. No entanto, a resposta hormonal parece não ser afetada de maneira significativa pela inclusão de alongamentos passivos entre as séries. Indicando que o alongamento entre as séries pode ser uma estratégia interessante para indivíduos que desejam intensificar a sobrecarga metabólica sem alterar a resposta hormonal. Porém, este estudo possui algumas limitações, como o número reduzido de participantes e a falta de avaliação de alguns

parâmetros, como a amplitude de movimento, hipóxia, danos teciduais e padrões de ativação muscular. Além disso, os participantes treinados podem ter tido uma resposta baixa/limitada em comparação com indivíduos não treinados, o que pode ter influenciado os resultados. Logo, são necessários mais estudos para entender melhor os efeitos a longo prazo e as possíveis implicações na hipertrofia e no desempenho muscular.

Em estudo de Souza *et al.* (2013) buscaram investigar os efeitos do alongamento entre séries de exercícios resistidos sobre a força muscular, flexibilidade e respostas hormonais. Foi realizada uma pesquisa com um grupo de 16 homens treinados, que foram divididos aleatoriamente em dois grupos. Um grupo (SSG) realizou alongamento estático entre as séries durante o treinamento de força, enquanto o outro grupo (PIG) realizou o treino sem qualquer alongamento adicional. Antes de realizarem o protocolo de treinamento, foram feitos teste e reteste de 8RM, força, flexibilidade, além de mensuração dos níveis de cortisol e concentração de hormônio do crescimento, nas condições pré e pós-treino. O protocolo de treinamento adotado aos grupos consistiu em 3 sessões semanais, realizadas em dias alternados, totalizando 24 sessões. Foram incluídos 6 exercícios realizados em 4 séries com uma carga equivalente a 8RM. A sequência dos exercícios seguiu a seguinte ordem: Supino reto na máquina, extensão de pernas, remada baixa, flexão de pernas, desenvolvimento e leg press. Antes de iniciar cada sessão, os participantes realizaram um aquecimento específico, executando 15 repetições com 50% da carga utilizada nos dois primeiros exercícios da sessão. O intervalo de descanso entre as séries foi de 2 minutos, com a inclusão de repouso passivo ou alongamento estático para o músculo trabalhado, aplicado aos grupos, respectivamente. O alongamento estático foi mantido por 30 segundos, onde os participantes ficaram em uma posição fixa alongando a musculatura alvo de acordo com o exercício realizado até o ponto de leve desconforto. O intervalo de descanso entre os exercícios foi de 5 minutos. Todos os 16 participantes concluíram o estudo. Dando ênfase nos resultados de níveis de cortisol e GH, que teoricamente fazem parte do processo de ganho de massa muscular, não houve diferenças significantes entre os grupos, com os dados indicando resultados triviais para ambos os hormônios, e indicando que o alongamento entre séries não comprometeu a capacidade anabólica do organismo. Em aspecto de força, ambos os grupos mostraram aumentos significantes em exercícios específicos, como extensão de

perna e remada baixa. No grupo de alongamento estático, a extensão de perna apresentou resultados com significância estatística de (2,28 - grande), enquanto a remada baixa alcançou (1,95 - grande). Da mesma forma, o grupo sem alongamento também obteve significância no aumento da força, com extensão de perna (1,95 - grande) e remada baixa (2,88 - grande), sem diferenças significativas entre os grupos após a intervenção. Os resultados de flexibilidade indicaram que ambos os grupos apresentaram melhorias, mas em diferentes articulações. No grupo que realizou alongamento estático entre as séries, os maiores ganhos foram observados na extensão do ombro (1,76 - grande), na flexão do tronco (2,36 - grande) e na flexão do quadril (1,79 - grande). Já no grupo que não fez alongamento, as maiores melhorias ocorreram na abdução horizontal do ombro (2,07 - grande), flexão do quadril (2,39 - grande) e extensão do quadril (1,79 - grande). Ao comparar os resultados pós-treinamento entre os grupos, surgiram diferenças significativas em duas articulações: extensão do ombro e abdução horizontal do ombro. Isso sugere que, embora ambos os protocolos tenham aumentado a flexibilidade, o alongamento realizado entre as séries teve um impacto diferente em cada articulação. Em questões hormonais, não foram apresentadas variações significativas na liberação de cortisol ou nos níveis do hormônio do crescimento.

Sendo assim, ambos os protocolos de treinamento de força avaliados, com e sem a inclusão de alongamento estático entre as séries, promovem melhora significativa tanto na flexibilidade quanto na força muscular, sugerindo que este tipo de treino pode ser uma estratégia útil, embora que na resposta hormonal não apresentou influência.

4.3 EVIDÊNCIAS SOBRE ALONGAMENTOS ENTRE SÉRIES E HIPERTROFIA

Em estudo recente feito por Evangelista *et al.* (2019), foi analisado o efeito do treinamento resistido tradicional (TST) e treinamento resistido com alongamento estático passivo (ISS) entre as séries nas adaptações musculares. O presente estudo foi realizado com 29 adultos saudáveis e sedentários que foram designados aleatoriamente para o grupo TST ($n = 17$; $28,0 \pm 6,4$ anos) ou ISS ($n = 12$; $26,8 \pm 6,1$ anos). O protocolo de treinamento foi realizado 2 vezes por semana durante 8 semanas, em dias não consecutivos por ambos os grupos. O volume de treino foi equalizado para ambos (número de séries x repetições), sendo 4 séries de 8-12 RM

para cada exercício: supino reto, remada sentado, máquina de imersão sentada, flexão de bíceps, extensão de joelho e flexão de joelho. No entanto, o grupo do alongamento entre as séries (ISS) realizou 30 segundos na amplitude máxima sem dor durante 90 segundos de intervalo de descanso entre as séries. Os exercícios de alongamento foram aplicados nos mesmos grupos musculares trabalhados durante os exercícios de treinamento resistido. Como base para análises, foi medida a força muscular (1RM) e a hipertrofia (espessura muscular [TM] por ultrassonografia), antes e após o treinamento de 8 semanas. A força de 1RM no supino reto apresentou aumento significativo no grupo de alongamento entre as séries (23,4%) e o grupo de treinamento resistido tradicional (22,2%), enquanto a força de 1RM na extensão de joelho os aumentos foram de (25,5%) para o grupo de alongamento entre séries e (20,6%) respectivamente para o grupo de treinamento tradicional, ambos os grupos tiveram aumento significativo mas sem diferença entre eles. Avaliando os ganhos de massa muscular, verificou-se um aumento significativo da espessura dos músculos do bíceps braquial em ambos os grupos, alongamento entre séries (ISS) 7,2% e 4,7% treinamento resistido tradicional (TST), tríceps braquial 12,3% (ISS) e 7,1% (TST), reto femoral 12,4% (ISS) e 9,1% (TST), mas sem diferença entre eles. Quanto à espessura do músculo vasto lateral e à soma dos 4 locais de espessura do músculo, foi identificado uma interação significativa entre o grupo e o tempo. O grupo de alongamento entre séries (ISS) resultou em aumentos maiores na espessura do músculo vasto lateral e na soma dos 4 locais de espessura do músculo em comparação ao treinamento tradicional. Especificamente, a espessura do músculo vasto lateral apresentou um aumento de 17,0%, enquanto o treinamento tradicional mostrou um aumento de 7,3%. Para a soma dos 4 locais de espessura muscular, o grupo que alongou entre as séries aumentou em 10,5%, enquanto o treinamento tradicional apresentou um aumento de 6,7%. Os resultados do estudo revelaram que ambos os grupos apresentaram aumento significativo na força muscular e no tamanho dos músculos. No entanto, o grupo que praticou alongamentos entre séries apresentou um ganho ligeiramente maior em termos de hipertrofia muscular em comparação ao grupo que seguiu o protocolo tradicional. Esse achado sugere que o alongamento realizado entre as séries pode amplificar o estímulo mecânico no músculo, possivelmente aumentando a tensão passiva e favorecendo o estiramento das fibras musculares. Essa tensão adicional poderia ser um fator contribuinte para a maior ativação de vias de sinalização celular envolvidas

na síntese proteica, como a mTOR, o que leva a um aumento mais nítido na massa muscular.

Em revisão literária realizada por Nunes e Schoenfeld (2020), tendo o objetivo de investigar se o treinamento de alongamento é uma estratégia eficaz para promover a hipertrofia muscular em humanos. Esta revisão de literatura inclui vários estudos realizados tanto em animais quanto em humanos. Embora a ênfase seja em avaliar estudos em humanos, os resultados deles são menos uniformes, embora ainda apresentem potencial. O artigo aponta que a eficácia do alongamento na indução de hipertrofia muscular em humanos parece estar relacionada a fatores como a duração, intensidade e frequência do alongamento, bem como sua combinação com outros tipos de treino. Por exemplo, algumas pesquisas indicam que o alongamento realizado entre as séries de exercícios de resistência pode aumentar os ganhos de massa muscular, enquanto outras não encontraram diferenças significativas. Silva *et al.* (2014) dividiram aleatoriamente 24 homens treinados em dois grupos: um realizou alongamento entre as séries e o outro serviu como controle, sem alongamento, ambos integrados a um programa de treinamento de força. Os participantes de ambas as condições executaram 4 séries do exercício de flexão plantar com 8 a 12 repetições máximas (RM) em uma máquina de leg press, duas vezes por semana, durante um período de 5 semanas. No grupo de alongamento entre séries, os indivíduos mantiveram o peso do leg press em posição de dorsiflexão por 30 segundos entre as séries, enquanto o grupo controle descansava passivamente. Os resultados mostraram um aumento significativo na hipertrofia muscular dos flexores plantares no grupo que realizou o alongamento com carga entre as séries, comparado ao grupo controle (23% contra 9%, respectivamente). Em outro estudo analisado na revisão, Evangelista *et al.* (2019) investigaram os efeitos de um programa tradicional de treinamento resistido de com duração de 8 semanas (6 exercícios, 4 séries de 8 a 12 repetições, 2 sessões semanais) e o compararam com o mesmo protocolo, porém incluindo alongamento entre séries (30 segundos de alongamento passivo durante cada intervalo de 90 segundos). O estudo avaliou as adaptações musculares em homens sem experiência prévia em treinamento de força. Os resultados indicaram que o aumento na espessura muscular (MT) foi semelhante entre os grupos para o bíceps braquial, tríceps braquial e reto femoral. No entanto, o grupo que realizou o alongamento entre séries apresentou um aumento significativamente maior na espessura do vasto

lateral. É importante destacar que os dois estudos evidenciaram um efeito benéfico para hipertrofia utilizando o alongamento durante o período de descanso entre séries (Evangelista *et al.*, 2019; Silva *et al.*, 2014). Esses achados sugerem que as adaptações estruturais promovidas pelo alongamento ocorrem somente após a superação de um determinado limiar de estímulo, seja pelo próprio alongamento ou pela sua inclusão entre as séries do treinamento resistido.

Van Every *et al.* (2022) realizaram um estudo investigando uma abordagem relativamente nova no campo do treinamento resistido, que é o alongamento entre séries com peso. O objetivo da pesquisa foi avaliar as diferenças nas alterações da força e espessura muscular (EM) dos músculos flexores plantares entre o treinamento resistido tradicional (TR) com repouso passivo e o TR combinado com alongamento entre séries no exercício de elevação da panturrilha. Para o teste, foram utilizados 21 homens jovens saudáveis não treinados, mas recreativamente ativos de uma população universitária (altura: $175,1 \pm 7,0$ cm; peso: $80,4 \pm 19,6$ kg; idade: $20,8 \pm 6,1$ anos; gordura corporal: $22,7 \pm 10,5\%$). O estudo utilizou um delineamento intrassujeito randomizado individualmente, no qual cada participante realizou tanto o treinamento resistido tradicional (TRAD) quanto o treinamento resistido combinado com alongamento entre séries (STRETCH) para os flexores plantares. Uma perna foi aleatoriamente designada para a condição TRAD, enquanto a perna oposta seguiu a condição STRETCH durante todo o período do estudo. Para assegurar o envolvimento completo da musculatura dos flexores plantares, o protocolo de treinamento resistido (TR) incluiu exercícios de elevação da panturrilha, tanto sentado quanto com a perna estendida. O treinamento dos participantes foi realizado durante 2 sessões semanais em dias não consecutivos por um período de 8 semanas tendo 1 semana de familiarização. Ambos os grupos tiveram o volume de treino equalizado, realizando 4 séries de 8-12 RM com 2 minutos de descanso entre as séries e aproximadamente 3 minutos de descanso entre os exercícios. No grupo STRETCH, os participantes realizaram um alongamento com carga imediatamente após a conclusão de cada série, utilizando a mesma carga empregada durante a série. O alongamento era mantido por 20 segundos e, em seguida, os indivíduos descansavam passivamente pelo restante do intervalo de descanso. Por outro lado, o grupo TRAD realizava a série normal e descansava passivamente durante todo o intervalo de descanso. Dessa forma, o tempo total entre as séries permanecia idêntico para cada condição. Para avaliação

da espessura muscular dos flexores plantares foi utilizada a ultrassonografia antes e após o programa de treinamento. De acordo com os resultados obtidos, o gastrocnêmio lateral (GL) e o sóleo (SOL) mostraram efeitos modestos do alongamento entre as séries (STRETCH) em comparação com o treinamento tradicional (TRAD), tendo estimativas de 0,4 mm e 0,7 mm, respectivamente. No entanto, houve variabilidade nas estimativas. Para o gastrocnêmio lateral (GL), os dados apontam valores variando de -0,4 mm (favorecendo o TRAD) a 1,3 mm (favorecendo o STRETCH). Para o sóleo (SOL), os dados indicam valores de 1,6 mm (favorecendo o STRETCH). Em comparação, os resultados para o gastrocnêmio medial (GM) foram ambíguos, tendo sua estimativa pontual igual a 0, e os dados mostraram valores variando de -0,6 mm (favorecendo o TRAD) a 0,7 mm (favorecendo o STRETCH). Embora os resultados não apresentaram mudanças significante em termos de hipertrofia com o alongamento, o mesmo mostrou benefícios à espessura muscular (EM) do sóleo. Logo, visando o crescimento específico deste músculo (sóleo), é viável utilizar estes alongamentos entre séries como uma estratégia válida e eficaz para o aumento de massa muscular.

Em estudo recente, Nakamura *et al.* (2021) analisaram o efeito da adição de alongamento estático entre séries a um programa de treinamento resistido com o equipamento Flywheel (TR) de membros inferiores na flexibilidade articular, força muscular e hipertrofia regional. O programa de treinamento foi realizado com 16 homens não treinados (idade: $21,3 \pm 1,1$ anos, estatura: $172,5 \pm 3,7$ cm, massa corporal: $64,6 \pm 8,0$ kg) que tiveram uma perna atribuída a condição de alongamento (ISS) e a contralateral para a condição tradicional (TR). O treinamento com flywheel é conhecido por sua capacidade de fornecer resistência variável ao longo do movimento, método de treinamento que consiste em potencializar a sobrecarga durante a fase excêntrica do movimento. Foram realizadas 3 séries de 10 repetições, com 3 minutos de descanso entre as séries, sendo 2 vezes por semana durante 5 semanas. Com a perna designada para a condição de alongamento (ISS), durante o intervalo de 3 minutos de descanso entre as séries, eles alongaram o quadríceps por 30 segundos, descansaram 30 segundos e novamente alongaram 30 segundos e por fim descansaram pelo menos 90 segundos antes de começar a série seguinte. Para a perna atribuída a condição tradicional (TR), não foi realizado o alongamento. Antes e após o treinamento a espessura muscular do vasto lateral (VL), vasto medial (VM), reto femoral, lateral do vasto intermédio, região medial do

vasto intermédio, isquiotibiais e glúteo máximo foi mensurada. Segundo os pesquisadores, foi observado que para todas as regiões e músculos medidos, as alterações na espessura muscular foram estatisticamente semelhantes entre o alongamento (ISS) (7,3%) e a condição tradicional (TR) (8,0%). Portanto, não houve diferença significativa entre as pernas, indicando que o alongamento entre séries (ISS) pode não aumentar a hipertrofia muscular.

Como resultado, este estudo diverge com os achados originais de Evangelista *et al.* (2019). No estudo de Nakamura *et al.* (2021) foi aplicado um exercício de inércia (*flywheel*), no qual foi dito anteriormente que ele aplica uma sobrecarga maior na fase excêntrica do movimento, enquanto o estudo de Evangelista *et al.* (2019) utilizou-se de exercícios básicos com pesos livres e máquinas, como a cadeira extensora. Esta mudança de exercícios poderia contribuir para explicar de alguma forma os resultados conflitantes. Segundo os resultados de Evangelista *et al.* (2019), no qual foi analisado a eficácia do alongamento entre séries na hipertrofia muscular, os participantes alongaram-se durante 30 segundos durante o intervalo de descanso. Em oposição, no estudo de Nakamura *et al.* (2021) a duração total do alongamento foi de 60 segundos. A razão pela qual isso pode ser relevante é que o alongamento estático de maior duração pode reduzir a produção de força muscular, e isso pode influenciar negativamente o estímulo hipertrófico. Por exemplo, Siatras *et al.* (2008) verificaram que o alongamento do quadríceps por 60 segundos resultou em maiores reduções na produção de força do quadríceps em comparação com o alongamento de 30 segundos.

5. CONCLUSÃO

Com base nos dados analisados, embora alguns estudos demonstraram efeitos positivos sobre a hipertrofia, ainda não se pode confirmar a eficácia do alongamento entre séries para ganhos de massa muscular. Isto deve-se a diversas questões que ainda permanecem sobre o tema, como as condições de intensidade e duração do alongamento, se esta técnica é dependente da população (idade, sexo e nível de treinamento), e se ela pode ser utilizada em qualquer tipo de exercício (multiarticular ou isolados).

6. REFERÊNCIAS

BENEDET, Jucemar, et al. "Treinamento resistido para crianças e adolescentes." **ABCS Health Sciences** 38.1 (2013).

COUTINHO, EL et al. Efeito do alongamento passivo na morfologia da fibra do músculo sóleo imobilizado. **Revista Brasileira De Pesquisas Médicas e Biológicas**, v. 37, n. 12, p. 1853–1861, 2004.

FLECK, SJ Periodização não linear para aptidão geral e atletas. **Journal of Human Kinetics**, v. 29A, p. 41–45, 4 2011.

FRANCHI, MV et al. Respostas arquitetônicas, funcionais e moleculares à carga concêntrica e excêntrica no músculo esquelético humano. **Acta Physiologica**, v. 210, n. 3, p. 642–654, 2014.

HORNBERGER, TA; ESSER, KA Mecanotransdução e a regulação da síntese proteica no músculo esquelético. **The Proceedings of the Nutrition Society**, v. 63, n. 2, p. 331–335, 2004.

HORNBERGER, TA et al. Especificidade da sinalização intracelular em resposta ao alongamento uniaxial vs. multiaxial: implicações para a mecanotransdução. **American Journal of Physiology Cell Physiology**, v. 288, n. 1, p. C185-194, 2005.

KRAEMER, WJ et al. Posição do American College of Sports Medicine. Modelos de progressão em treinamento de resistência para adultos saudáveis. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 34, n. 2, p. 364–380, 2002.

MCHUGH, MP Avanços recentes na compreensão do efeito de sessão repetida: o efeito protetor contra danos musculares de uma única sessão de exercício excêntrico. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 13, n. 2, p. 88–97, 2003.

NAKAI, N. et al. O estiramento mecânico ativa eventos de sinalização para iniciação e alongamento da tradução de proteínas em mioblastos C2C12. **Molecules and Cells**, v. 30, n. 6, p. 513–518, 2010.

NUNES, JP et al. O treinamento de alongamento induz hipertrofia muscular em humanos? Uma revisão da literatura. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 40, n. 3, p. 148–156, 2020.

PHILLIPS, SM Proteína dietética para atletas: das exigências à vantagem metabólica. **Fisiologia Aplicada, Nutrição e Metabolismo = Physiologie Appliquee, Nutrition et Metabolisme**, v. 31, n. 6, p. 647–654, 2006.

Posição do American College of Sports Medicine. A quantidade e a qualidade recomendadas de exercícios para desenvolver e manter a aptidão cardiorrespiratória e muscular, e a flexibilidade em adultos saudáveis. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 30, n. 6, p. 975–991, 1998.

Posição do American College of Sports Medicine. Exercício e atividade física para adultos mais velhos. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 30, n. 6, p. 992–1008, 1998.

PRESTES, Jonato, et al. Prescrição e periodização do treinamento de força em academias (2ª edição revisada e atualizada). **Manole: São Paulo**, 2016.

RALSTON, GW et al. O efeito do volume semanal de séries no ganho de força: uma meta-análise. **Sports Medicine**, v. 47, n. 12, p. 2585–2601, 2017.

SIATRAS, TA et al. A duração dos efeitos inibitórios com alongamento estático na produção de pico de torque do quadríceps. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 22, n. 1, p. 40–46, 2008.

SCHOENFELD, BJ Os mecanismos da hipertrofia muscular e sua aplicação ao treinamento de resistência. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 10, p. 2857–2872, 2010.

SCHOENFELD, BJ Mecanismos potenciais para um papel do estresse metabólico em adaptações hipertróficas ao treinamento de resistência. **Sports Medicine**, v. 43, n. 3, p. 179–194, 2013.

TESCH, PA Adaptações do músculo esquelético consequentes a exercícios de resistência pesada de longo prazo. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 20, n. 5 Suppl, p. S132-134, 1988.

TOIGO, M.; BOUTELLIER, U. Novos determinantes fundamentais do exercício de resistência para adaptações musculares moleculares e celulares. **European Journal of Applied Physiology**, v. 97, n. 6, p. 643–663, ago. 2006.

VANDENBURGH, HH Movimento em massa: como a tensão estimula o crescimento muscular? **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 19, n. 5 Suppl, p. S142-149, 1987.

VAN EVERY, DW et al. Alongamento interconjunto carregado pode melhorar seletivamente as adaptações musculares dos flexores plantares. **PloS One**, v. 17, n. 9, p. e0273451, 2022.

WACKERHAGE, H. et al. Estímulos e sensores que iniciam a hipertrofia do músculo esquelético após exercício de resistência. **Journal of Applied Physiology**, v. 126, n. 1, p. 30–43, 2019.