

AMPLITUDE DE MOVIMENTO NO TREINAMENTO DE FORÇA: UMA REVISÃO NARRATIVAGabriel Monaco Maique¹, Enrico Gori Soares¹, Felipe Alves Brigatto¹, Charles Ricardo Lopes^{1,2}**RESUMO**

A amplitude de movimento (ADM) dos exercícios do treinamento de força tem sido tópico de diversos estudos originais nos últimos anos. Portanto, o objetivo deste trabalho será realizar uma revisão narrativa sobre a manipulação da ADM no treinamento de força. Para a realização da presente revisão, foram selecionados artigos originais em português e inglês na base de dados Pubmed e no buscador Google Acadêmico. Os estudos revisados reportaram superioridade do treinamento com ADM completa em relação a variações com ADM parcial com a musculatura encurtada no desenvolvimento de medidas de força e hipertrofia. Entretanto, os estudos demonstram maior resposta hipertrófica quando os exercícios demandam maior alongamento muscular ou são realizados com ADM parcial com a musculatura mais alongada.

Palavras-chave: Amplitude de movimento completa. Amplitude de movimento parcial. Treinamento de força.

ABSTRACT

Range of motion in strength training: a narrative review

The range of motion (ROM) of strength training exercises has been the topic of several original studies in recent years. Therefore, the objective of this work will be to carry out a narrative review on the manipulation of ROM in strength training. To carry out this review, original articles in Portuguese and English were selected from the Pubmed database and the Google Scholar search engine. The studies reviewed reported the superiority of training with complete ROM in relation to variations with partial ROM with shortened muscles in the development of strength and hypertrophy measures. However, studies demonstrate a greater hypertrophic response when exercises require greater muscle stretching or are performed with partial ROM with more elongated muscles.

Key words: Full range of motion. Partial range of motion. Strength training.

1 - Grupo de Pesquisa em Performance Humana, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciências do Movimento Humano, Faculdade de Ciências da Saúde (FACIS), UNIMEP, Piracicaba-SP, Brasil.

2 - School of Physical Education, Pontifical Catholic University of Campinas (PUCAMP), Brasil.

Autor para correspondência:

Dr. Charles Ricardo Lopes.

charles_ricardo@hotmail.com

Rua Professor Dr. Euryclides de Jesus Zerbini, 1516.

Parque Rural Fazenda Santa Candida.

CEP: 13087-571.

INTRODUÇÃO

O treinamento de força (TF) é amplamente utilizado por atletas e praticantes recreacionais que buscam melhora no desempenho, saúde e estética (Ratamess e colaboradores, 2009).

Para atender à cada objetivo, os programas de TF são desenvolvidos individualmente através da manipulação das variáveis de carga (Peterson, e colaboradores, 2004; Schoenfeld, e colaboradores, 2021).

A manipulação da amplitude de movimento (ADM) (Valamatos, e colaboradores, 2018; Pedrosa, e colaboradores, 2022), do comprimento muscular treinado (Maeo, e colaboradores, 2021; Maeo e colaboradores 2022) e a região de produção de força acentuada (Pedrosa, e colaboradores, 2023) podem afetar cronicamente as adaptações causadas pelo TF.

Distinguir esses três pontos é crucial, uma vez que, embora estejam interligados, não possuem o mesmo significado (Wolf, e colaboradores, 2023) e possivelmente acarretam em adaptações diferentes.

Por exemplo, é possível realizar exercícios com ADM completa e não treinar toda ADM das articulações envolvidas (ex. supino reto e elevação pélvica).

Da mesma forma, é possível realizar exercícios com ADM similares, porém treinar a musculatura envolvida em comprimentos musculares diferentes (ex. cadeira ou mesa flexora).

Por fim, é possível realizar exercícios com ADM similares, porém com diferentes regiões de produção de força acentuada dentro da ADM da articulação (ex. crucifixo com halteres ou cross over).

Portanto, o objetivo do presente trabalho será realizar uma revisão narrativa sobre a manipulação da ADM no treinamento de força.

Especificamente, serão identificados os efeitos da manipulação da ADM, do comprimento muscular treinado e a região de produção de força acentuada nas adaptações causadas pelo TF.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizada uma busca nas bases de dados Pubmed e Google Acadêmico. Os termos empregados para a pesquisa foram: “amplitude de movimento”, “hipertrofia muscular”, “força muscular”, “treinamento de força”, “treinamento resistido”, nos idiomas inglês (Pubmed e Google Acadêmico) e português (Google Acadêmico).

Os critérios de inclusão foram: artigos originais que investigaram os efeitos crônico da manipulação da amplitude de movimento nas adaptações neuromusculares (ex. hipertrofia, força muscular, potência) causadas pelo treinamento de força.

RESULTADOS

A tabela 1 apresenta o resumo dos 24 estudos originais utilizados para a elaboração da presente revisão narrativa.

Tabela 1 - Resumo dos estudos sobre ADM no treinamento de força.

Estudo	n	Aptidão Física	Duração (semanas)	Exercício/músculo treinado	Articulação/região de referência e ADM treinada	Conclusão dos autores
(Graves colaboradores 1989)	e 38H 31M	Sedentários	10	Cadeira extensora com resistência variável.	Joelho: ADM inicial: 0-60° ADM final: 60-120° ADM completa: 0-120°	O aumento na força isométrica nas amplitudes treinadas foi maior que o aumento na força isométrica nas amplitudes não treinadas. Esses dados indicam especificidade angular dos efeitos do treinamento de força com ADM reduzida.
(Graves colaboradores 1992)	e 33H 25M	Indivíduos iniciantes	12	Eretores da coluna lombar	Coluna lombar ADM inicial: 0-36° ADM final: 36-72° ADM completa: 0-72°	Os maiores ganhos de força isométrica máxima foram observados nos ângulos testados, porém houve significante transferência de força para os ângulos não treinados. As condições de menor ADM apresentaram ganhos similares na força isométrica máxima que a condição de ADM completa.
(Weiss colaboradores 2000)	e 10H 8M	Indivíduos destreinados	9	Agachamento e <i>leg press</i> .	Coxa ADM Completa: Coxa paralela ao solo ADM Parcial: Metade da ADM completa	O agachamento com ADM completa causou maior ganho de força em 1RM no agachamento com ADM completa e no agachamento com ADM parcial. Adicionalmente, foi observado maior coeficiente de transferência do aumento de força no agachamento com ADM completa para o <i>squat jump</i> e para o <i>drop jump</i> .
(Massey colaboradores 2004)	e 56H	Indivíduos iniciantes	10	Supino Reto	Ponto de travamento ADM completa ADM parcial: após o ponto de travamento. Combinação de ADM completa e ADM parcial	Foi observado aumento similar na força em 1RM no supino reto após o treinamento com as três ADM investigadas.
(Massey colaboradores 2005)	e 29M	Indivíduos fisicamente ativo	10	Supino reto	Ponto de travamento ADM completa ADM parcial: após o ponto de travamento. Combinação de ADM completa e ADM parcial.	Foi observado aumento na força de 1RM no supino reto após o treinamento com as três ADM investigadas. Porém, o treinamento com ADM completa apresentou ganhos superiores de força em 1RM em comparação

						com o treinamento com ADM parcial ou com a combinação de ADM completa e parcial.
(Clark colaboradores 2011)	e 22H	Indivíduos atletas	5	Supino Reto	ADM completa: todas as séries foram realizadas com ADM completa. ADM variada: a ADM completa foi dividida em 4. Uma série com cada ADM foi treinada.	O treinamento com ADM variada causou aumento da velocidade e da força no teste de arremesso da barra no supino e pico de força no teste isocinético na porção terminal da ADM. Foi verificado que o treinamento com ADM variada causou a melhora no desempenho neuromuscular com a musculatura mais encurtada.
(Pinto colaboradores 2012)	e 40H	Indivíduos iniciantes	10	Rosca Scott	Cotovelo 1. ADM Completa: 0-130° ADM Parcial: 50-100°	A força e a espessura muscular podem aumentar com o treinamento parcial ou completo, porém, o treinamento completo pode causar maiores ganhos superiores na força
(Hartmann colaboradores 2012)	e 36H 33M	Indivíduos iniciantes	10	Agachamento	Coxa/joelho 1. Agachamento completo: coxa paralela com o solo. 2. ¼ Agachamento: 0-60° Agachamento frontal: coxa paralela com o solo.	O agachamento completo e o agachamento frontal foram mais efetivos em aumentar o pico e a taxa de desenvolvimento de força no teste de <i>leg press</i> isométrico e o salto vertical no <i>squat jump</i> e no <i>countermovement jump</i> em comparação com o ¼ de agachamento.
(Bazyler colaboradores 2014)	e 17H	Indivíduos iniciantes	12	Agachamento	Joelho 1. ADM completa: 0-120° ADM parcial: 0-60°	Treinar o agachamento completo provocou adaptações favoráveis no tamanho e na função músculo extensor do joelho em comparação com o treinamento parcial.
(Steele colaboradores 2013; McMahon e colaboradores 2014)	e 21H 17M	NR	12	Eretores da coluna lombar	Coluna lombar ADM intermediária: 18-54° ADM completa: 0-72°	Ambas as ADM treinadas causaram aumento na força de extensão lombar, sem diferença entre as ADM. Adicionalmente, ambas ADM causaram mudanças positivas na dor e na capacidade dos pacientes com dor lombar crônica.
(McMahon colaboradores 2014)	e 14H 12M	Indivíduos destreinados	8	Sessão de membros inferiores com variações de agachamento afundo, <i>leg press</i> e cadeira extensora.	Joelho ADM completa: 0-90° ADM parcial: 0-50°	O treinamento de força com maior ADM provocou adaptações morfológicas e arquitetônicas mais significativas, resultando em um maior aumento de força em comparação com o treinamento de menor ADM. As implicações práticas deste estudo indicam que o treinamento com maior ADM deve ser priorizado para maximizar o

RBPFEEX

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

						aumento da força e do tamanho muscular, pois foi demonstrado que a ADM não deve ser comprometida para levantar uma sobrecarga maior.	
(Bazyler colaboradores 2014)	e	17H	Indivíduos fisicamente ativos	7	Agachamento	Coxa/joelho 1. Agachamento completo: coxa paralela ao solo 2. Agachamento completo + agachamento parcial: 0-100°	Foi observado maior magnitude de aumento de força dinâmica (teste 1RM) e da força isométrica (impulso e pico de força) no grupo que realizou no mesmo programa o agachamento completo e o parcial em comparação com o grupo que realizou somente o agachamento completo.
(Rhea colaboradores 2016)	e	28H	Indivíduos atletas	16	Agachamento	Coxa/joelho 1. Agachamento completo: coxa paralela com o solo 2. ½ Agachamento: 0-85/95° ¼ Agachamento frontal: 0-55/65°	Houve aumento na força máxima (1RM) específica para as amplitudes treinadas. O grupo que realizou ¼ de agachamento apresentou maior transferência de desempenho para o Salto vertical e o Sprint de 36.5m (40ys).
(Valamatos colaboradores 2018)	e	11H	Indivíduos destreinados	15	Extensão do joelho isocinético	Joelho: ADM completa: 0-100° ADM parcial: 0-80°	Aparentemente o comprimento do fascículo e a tensão específica podem ser aumentados pelo treinamento puramente concêntrico se uma maior ADM for utilizada. Por outro lado, restringir a ADM a comprimentos musculares mais curtos menores promove uma maior adaptação da AST muscular e força ângulo-específica.
(Goto colaboradores 2019)	e	44H	Indivíduos treinados	8	Tríceps deitado testa	Cotovelo: ADM Completa: 0-120° ADM Parcial: 45-90°	O treinamento com ADM parcial causou maior aumento na AST do tríceps braquial em comparação com o treinamento com ADM completa. Adicionalmente, o treinamento com ADM parcial causou agudamente maior hipoxia muscular, concentração de lactato e atividade eletromiográfica sugerindo que a menor ADM pode aumentar o estresse metabólico do exercício.
(Kubo colaboradores 2018)	e	17H	Indivíduos iniciantes	10	Agachamento	Joelho ADM Completa: 0-140° ADM Parcial 0-90°	O agachamento completo foi mais efetivo em desenvolver os músculos do membro inferior (vastos, glúteo máximo e adutor magno) com exceção do reto femoral e dos isquiotibiais.
(Pallares colaboradores 2020)	e	53H	Indivíduos treinados	10	Agachamento	Agachamento completo: contato do tríceps superior com o aspecto posterior de coxa. Agachamento paralelo: coxa paralela com o solo. ½ Agachamento: 90° de flexão de joelho.	Houve especificidade no ganho de força (1RM) nas ADM testadas. Apesar disso, somente o treinamento com ADM completa apresentou melhora em todos os parâmetros testados (1RM, velocidade de produção da barra, CMJ, Sprint 20m e potência no teste <u>wingate</u>).
(Mao colaboradores 2021)	e	20H	Indivíduos iniciantes	12	Cadeira Flexora Mesa Flexora	Joelho: Cadeira flexora: 0-90° (isquiotibiais alongados) Mesa flexora: 0-90° (isquiotibiais encurtados)	A hipertrofia dos isquiotibiais foi maior com o treinamento na cadeira flexora, sugerindo que o treino com maior alongamento muscular favorece a hipertrofia.
(Sato colaboradores 2021)	e	19H 13M	Indivíduos iniciantes	5	Rosca Scott	Cotovelo: ADM Inicial: 80-130° ADM Final: 0-50°	Foi observado aumento no torque isocinético máximo (concêntrico, excêntrico e isométrico) somente no grupo que treinou a ADM final. A magnitude de aumento da espessura muscular do bíceps braquial foi maior no grupo que treino ADM final. Foi observado aumento da força do braço não treinado (efeito cruzado) somente no grupo que treinou ADM final.
(Pedrosa colaboradores 2022)	e	45H	Indivíduos iniciantes	12	Cadeira extensora	Joelho ADM Completa: 30-100° ADM Parcial Inicial: 65-100° ADM Parcial Final: 30-85° ADM Parcial Inicial + ADM Parcial Final	O treinamento com ADM parcial na fase inicial do exercício cadeira extensora causou maior hipertrofia relativa no reto femoral e no vasto lateral que treinar em outras configurações de ADM. Houve ganho específico na força máxima (1RM) na ADM treinada, porém, nenhum grupo promoveu maior aumento de 1RM do que o grupo ADM parcial inicial + ADM parcial final
(Martinez-Cava colaboradores 2022)	e	50H	Indivíduos treinados	10	Supino reto	ADM completa 1/3 da ADM completa, na porção final. 2/3 da ADM completa, na porção final.	O treinamento com ADM completa apresentou maiores acréscimos na força máxima (1RM) e na velocidade de propulsão da barra na ADM específica e nas ADM não específicas.
(Mao colaboradores 2022)	e	14H 7M	Indivíduos destreinados	12	Tríceps francês na polia. Tríceps na polia.	Cotovelo: Tríceps francês na polia: 0-90° (tríceps braquial alongado) Tríceps na polia: 0-90° (tríceps braquial encurtado)	A hipertrofia do tríceps braquial foi 1.4x maior na condição com o tríceps alongado em comparação com o tríceps encurtado.

(Kassiano colaboradores 2023)	e	42M	Indivíduos iniciantes	8	Tríceps sural no leg press .	Tornozelo (0° definido como posição de repouso): ADM Completa: -25° até +25° ADM Parcial inicial: -25° até 0° ADM Parcial final: 0 até + 25°	A hipertrofia do gastrocnêmio lateral e medial foi maior na condição de ADM parcial inicial (com o músculo mais alongado) em comparação com a ADM completa e com a ADM parcial final (com o músculo mais encurtado)
(Pedrosa colaboradores 2023)	e	19H	Indivíduos destreinados	8	Rosca Scott	Cotovelo: ADM Inicial: 68-135° ADM Final: 0-68°	O treinamento com ADM final causou maior hipertrofia na porção distal do bíceps braquial e maior ganho de força dinâmica (teste 1RM) em comparação com o treinamento na ADM inicial.
Legenda: n = tamanho da amostra, H = homens, M = mulheres, AST = área de seção transversa, NR = não reportado.							

DISCUSSÃO

Efeito da ADM

A ADM pode ser definida como o arco de movimento dentro dos limites fisiológicos de uma determinada articulação ou grupo de articulações (Wolf, e colaboradores, 2023); também pode ser entendida funcionalmente como a quantidade de movimento que ocorre durante a execução de um determinado exercício (Kraemer e colaboradores, 2004).

De acordo alguns autores, (Kraemer e colaboradores 2000; Kraemer, e colaboradores, 2002; Kraemer e colaboradores 2004; Zatsiorsky e colaboradores, 2008; Ratamess e colaboradores, 2009; Zatsiorsky e colaboradores 2012; Fleck e colaboradores 2017), os exercícios realizados com ADM completa devem constituir a base dos programas orientados ao desenvolvimento da força e da hipertrofia muscular.

Exercícios com ADM reduzida podem ser utilizados de maneira a sobrecarregar uma determinada região da ADM para maximizar a hipertrofia e o aumento específico na força na ADM treinada.

Em relação ao agachamento, a maior parte dos estudos demonstra que o agachamento completo (com a coxa paralela ao solo) em comparação com variações de menor ADM (com a musculatura mais encurtada) produz aumentos superiores em medidas de força dinâmica, como teste de 1RM (Bloomquist, e colaboradores, 2013; Bazylar, e colaboradores, 2014; Pallares, e colaboradores, 2020); força isométrica como impulso, pico e taxa de desenvolvimento de força (Bloomquist, e colaboradores, 2013; Bazylar, e colaboradores, 2014), medidas de desempenho atlético, como saltos, sprints e mudanças de direção (Weiss, e colaboradores, 2000; Hartmann, e colaboradores, 2012; Pallares e colaboradores 2020); e hipertrofia

dos músculos monoarticulares envolvidos, como os vastos, glúteo e adutor magno (Bloomquist, e colaboradores, 2013; McMahon, e colaboradores, 2014; Kubo e colaboradores 2019).

Somente o estudo de Rhea, e colaboradores, (2016) observaram maior transferência de desempenho do ganho de força em ¼ de agachamento para o salto vertical e o sprint de 36,5m em comparação com o agachamento completo.

Por outro lado, os praticantes e treinadores de força não necessitam prescrever exclusivamente o agachamento completo ou variações com menor ADM.

Bazylar, e colaboradores, (2014) treinaram por 7 semanas homens recreacionalmente treinados em força de 2 maneiras: agachamento com ADM completa ou metade das séries com ADM completa e metade com ADM parcial (musculatura encurtada).

O grupo que combinou ADM completa e parcial apresentou aumentos superiores no teste de 1RM no agachamento completo e no agachamento parcial; no pico de força e impulso durante testes isométricos a 90° e 120° de flexão do joelho. Esse estudo demonstra que combinar séries de agachamento (maior amplitude) completo e parcial podem favorecer o ganho de força quando comparado à realização exclusiva do agachamento completo.

Em relação à hipertrofia dos membros inferiores, os resultados favorecem a utilização do agachamento completo em comparação com variações de menor ADM com a musculatura encurtada (Bloomquist, e colaboradores, 2013; McMahon, e colaboradores, 2014; Kubo, e colaboradores, 2019).

McMahon e colaboradores, (2014) treinaram o membro inferior de indivíduos ativos, porém inexperientes com o TF utilizando

uma série de exercícios para o membro inferior (ex. Agachamento, agachamento isométrico, agachamento búlgaro, afundo e cadeira extensora). Metade dos participantes realizou os exercícios com maior ADM (0 a 90° de flexão do joelho) e metade realizou os exercícios com menor ADM (0 a 50° de flexão do joelho).

Apesar da maior sobrecarga levantada no grupo que treinou com menor ADM, foi observado maior ganho de força em 1RM e maior hipertrofia do vasto lateral. Outros estudos também reportaram maior hipertrofia dos extensores do joelho (Bloomquist, e colaboradores, 2013; Kubo, e colaboradores, 2019), do adutor magno e do glúteo máximo (Kubo, e colaboradores, 2019) após a realização do agachamento completo apesar da menor sobrecarga levantada quando comparado ao agachamento com menor ADM.

Coletivamente, os estudos demonstram que comprometer a ADM e treinar com menor comprimento muscular em detrimento da sobrecarga levantada não parece ser uma alternativa adequada para maximizar a hipertrofia dos membros inferiores.

Em relação aos membros superiores, quatro estudos compararam a realização do supino reto com ADM completa com variações de menor ADM (Massey, e colaboradores, 2004; Massey, e colaboradores, 2005; Clark, e colaboradores, 2011; Martínez-Cava, e colaboradores, 2022).

Massey, e colaboradores, (2004) observaram similar aumento na força em 1RM no supino reto em homens recreacionalmente treinados após a realização do exercício com ADM completa, ADM parcial após o ponto de travamento ou com uma combinação de ADM completa e parcial.

Posteriormente, o mesmo grupo de autores observou maior ganho de força em 1RM no exercício quando mulheres recreacionalmente treinadas realizaram o exercício com ADM completa em comparação com ADM parcial após o ponto de travamento ou com uma combinação de ADM completa e parcial (Massey, e colaboradores, 2005).

Clark, e colaboradores, (2011) compararam a realização do supino reto com ADM completa ou uma combinação de 4 ADM na mesma sessão (Completa, 1/4, 2/4 e 3/4 da ADM completa). Ambos os grupos apresentaram aumento significativo na sobrecarga levantada em 6RM, sem diferenças entre eles.

Entretanto, somente o grupo que treinou com a combinação de ADM apresentou melhora na velocidade no teste de arremesso da barra do supino e aumento da força isocinética em posições de maior encurtamento muscular. Recentemente, Martínez-Cava, e colaboradores, (2022) compararam o treinamento do supino reto com ADM completa, com 1/3 ou 2/3 da ADM completa.

O acréscimo da sobrecarga levantada em 1RM e da velocidade da barra foram maiores após a realização com ADM completa, seguido pela realização com 2/3 da ADM e, por fim, foram menores na condição com 1/3 da ADM.

Dois estudos investigaram a realização de exercícios monoarticulares com ADM completa ou com variações de menor ADM (Pinto, e colaboradores, 2012; Goto, e colaboradores, 2019).

Pinto, e colaboradores, (2012) compararam a realização da rosca Scott com ADM completa (0-130° de flexão do cotovelo) ou ADM parcial na metade do arco de movimento (50-100° de flexão do cotovelo). Após 10 semanas de treinamento, foi observado aumento similar na espessura muscular dos flexores do cotovelo em ambas as condições, porém a condição com ADM completa apresentou ganhos superiores na sobrecarga levantada em 1RM.

Por outro lado, o estudo de (Goto, e colaboradores, 2019) observaram maior hipertrofia do tríceps braquial ao realizar o exercício tríceps testa com a barra usando menor ADM (45-90° de flexão do cotovelo) em comparação com a ADM completa (0-120° de flexão do cotovelo).

De acordo com os autores, restringir a ADM de forma a manter a musculatura sob tensão, evitando os pontos de descanso nos limites da ADM causaram maior hipóxia muscular, e possivelmente, contribuíram para a maior hipertrofia observada.

Como recomendação geral, os praticantes que buscam aumento da força e da hipertrofia podem se beneficiar da execução dos exercícios com ADM completa apesar da menor sobrecarga levantada.

Realizar séries ou exercícios com ADM reduzidas pode ser útil para desenvolver as manifestações da força em ADM específicas.

Em relação à hipertrofia, os estudos envolvendo o membro inferior consistentemente demonstram vantagem em realizar os exercícios com ADM completa em

relação às variações com menor ADM com a musculatura encurtada.

Efeito do comprimento muscular treinado

Estudos demonstraram que o treinamento realizado com a musculatura mais alongada causa maior hipertrofia muscular em comparação com o treinamento com a musculatura mais encurtada.

Esses resultados foram obtidos através do treinamento com ADM parcial com a musculatura alongada (Sato, e colaboradores, 2021; Pedrosa, e colaboradores, 2022; Kassiano, e colaboradores, 2023; Pedrosa, e colaboradores, 2023) e do treinamento de músculos bi-articulares em exercícios que demandam maior alongamento muscular (Maeo, e colaboradores, 2021; Maeo, e colaboradores, 2022).

Acredita-se que, atingir a região além do platô de tensão ativa do componente contrátil do músculo seja importante para maximizar a hipertrofia muscular. Isso pode ser alcançado através do treinamento de exercícios que demandam maior alongamento dos músculos ativos, que possivelmente aumentam a tensão da matriz extracelular e conseqüentemente causam maior estímulo para a hipertrofia (Ottinger, e colaboradores, 2023).

Por exemplo, em um estudo conduzido por Pedrosa, e colaboradores, (2022), a realização da cadeira extensora com o joelho mais flexionado (65-100° de flexão) levou a uma maior hipertrofia das regiões medial para distal do vasto lateral em comparação com outras condições de treinamento, incluindo a execução com o joelho mais estendido (30-65° de flexão), a execução com ADM completa (30-100° de flexão) e a execução alternada entre as sessões com o joelho mais flexionado ou estendido.

Além disso, o treinamento com o joelho mais flexionado também resultou em um aumento específico da força na região treinada, bem como transferência de força para a ADM não treinada.

Resultados similares foram observados no estudo de Kassiano, e colaboradores, (2023) investigando o tríceps sural. O treinamento do tríceps sural realizado em comprimentos musculares mais longos levou a uma maior hipertrofia muscular do gastrocnêmio medial e lateral em comparação

com a realização em comprimentos menores ou com a ADM completa do tornozelo.

Em relação aos flexores do cotovelo Sato, e colaboradores, (2021) compararam o efeito de 5 semanas de treinamento unilateral com a rosca Scott com ADM 0 e 50° de flexão do cotovelo (cotovelo mais estendido) ou ADM entre 80 e 130° de flexão do cotovelo (cotovelo mais flexionado).

A intensidade do treinamento foi equalizada pelo pico de torque isocinético em 50° e 100° de flexão do cotovelo para as condições com o cotovelo mais estendido e flexionado respectivamente. A carga total levantada pela condição com o cotovelo flexionado foi maior, entretanto, foi observado que a magnitude de aumento nas medidas de força e na espessura muscular dos flexores do cotovelo foram maiores na condição de treinamento com o cotovelo mais estendido.

Resultados similares foram observados no estudo de Pedrosa, e colaboradores, (2023) após 8 semanas de treinamento unilateral com a rosca Scott com ADM 0 e 68° de flexão do cotovelo (cotovelo mais estendido) ou ADM entre 68 e 135° de flexão do cotovelo (cotovelo mais flexionado). Foi observada maior hipertrofia da região distal bíceps braquial e maior acréscimo na sobrecarga levantada em 1RM na rosca Scott com ADM completa.

Por fim, os estudos de Maeo, e colaboradores, (2021) e Maeo, e colaboradores, (2022) músculos bi-articulares e também seus sinergistas apresentam maior hipertrofia quando são treinados em exercícios que demandam maior alongamento.

Por exemplo, Maeo, e colaboradores, (2021) compararam o efeito de 12 semanas de treinamento dos isquiotibiais com a cadeira flexora (isquiotibiais mais alongados) com a mesa flexora (isquiotibiais mais encurtados).

Foi observado aumento similar na força em 1RM em ambos os exercícios testados em ambas as condições, porém, houve maior aumento no volume total dos isquiotibiais após o treinamento com a cadeira flexora (mensurado através de medidas de ressonância magnética).

Posteriormente, Maeo, e colaboradores, (2022) compararam o efeito de 12 semanas de treinamento do tríceps braquial com o exercício tríceps francês (cabeça longa do tríceps braquial mais alongado) com o exercício tríceps na polia alta (cabeça longa do tríceps braquial mais encurtado).

Foi observado aumento similar na força em 1RM em ambos os exercícios testados em ambas as condições, porém, houve maior aumento no volume da cabeça longa do tríceps braquial (bi-articular) e das cabeças lateral e medial do tríceps braquial (monoarticulares) após o treinamento com o tríceps francês.

Em conjunto, esses estudos sugerem que treinar os músculos em posições que demandam maior alongamento pode induzir maiores ganhos de hipertrofia muscular.

Esses resultados podem ser obtidos ao realizar exercícios com amplitude reduzida com a musculatura mais alongada ou com exercícios que demandam maior alongamento dos músculos bi-articulares.

Além disso, o ganho de força obtido pelo treinamento em maior alongamento muscular parece causar transferência de força para as posições de maior encurtamento muscular, mas o inverso não parece ocorrer.

Efeito da região de produção de força acentuada

Cada exercício possui características cinéticas específicas que determinam o padrão de aplicação de força ou torque em cada instante dentro da ADM da articulação (Ratamess, e colaboradores, 2009).

Portanto, é possível que exercícios tenham a mesma ADM, mas possuam regiões diferentes de produção de força acentuada (Kulig, e colaboradores, 1984); isso é importante já que os músculos têm maior ou menor contribuição em diferentes ângulos articulares.

Algumas formas de manipular a região de produção de força acentuada incluem a utilização de equipamentos com resistência variável, como polias de raio variado, elásticos e correntes (McMaster, e colaboradores, 2009; Soria-Gila, e colaboradores, 2015), a utilização de cabos ou pesos livres para manipular a orientação dos vetores de força aplicados no exercício, como no caso do cross over vs. crucifixo com halteres, ou ainda a manipulação do banco ou do apoio dos segmentos, como em rosca direta vs. rosca Scott (Biscarini, e colaboradores, 2016).

A utilização de equipamentos como elásticos e correntes nos exercícios com curva de força ascendente, como supino, agachamento e levantamento terra, permite que a sobrecarga aumente ao longo da ADM, especificamente nas regiões em que o

praticante é capaz de produzir maior força (McMaster, e colaboradores, 2009; Soria-Gila, e colaboradores, 2015; Lin, e colaboradores, 2022).

A meta-análise de Soria-Gila, e colaboradores, (2015) demonstraram que o treinamento de força com pesos livres + elásticos ou correntes causou ganhos superiores de força nos membros superiores e inferiores em comparação ao treinamento de força realizado somente com pesos livres.

Posteriormente, a meta-análise de Lin, e colaboradores, (2022) identificaram resultados similares e demonstrou que tanto indivíduos iniciantes quanto treinados apresentaram ganhos superiores na força máxima quando utilizaram equipamentos de resistência variável em comparação ao treinamento exclusivamente realizado com pesos livres. Aparentemente, ajustar a resistência externa para se acomodar às curvas de força e às regiões de produção de força acentuada pode facilitar o desenvolvimento da força máxima.

Entretanto, ainda não está claro se a utilização de resistência variável pode maximizar a hipertrofia muscular (Walker, e colaboradores, 2013).

Walker, e colaboradores, (2013) observaram similar aumento da massa muscular do membro inferior e área de secção transversa do vasto lateral após 10 e 20 semanas de treinamento de força composto pela cadeira extensora, mesa flexora e leg press com ou sem a utilização de uma polia de raio variado.

No conhecimento dos autores, somente um estudo publicado (Nunes, e colaboradores, 2020) e um pre-print (Zabaleta-Korta, e colaboradores, 2022) compararam exercícios realizados com a amplitude completa, porém com regiões diferentes de produção de força acentuada.

Nunes, e colaboradores, (2020) investigaram o torque isométrico e a espessura do bíceps braquial antes e após 10 semanas de treinamento com a rosca Scott realizada com barra (produção de força acentuada com o cotovelo estendido) ou com um sistema de cabos e polias (produção de força acentuada com o cotovelo flexionado).

Os resultados indicaram que o exercício realizado com a barra gerou maiores ganhos de torque isométrico quando o cotovelo estava em 20° de flexão (mais estendido).

No entanto, ambas as condições promoveram aumentos similares no torque isocinético em 60 e 100° de flexão do cotovelo (mais flexionado) e na espessura do bíceps braquial.

Zabaleta-Korta, e colaboradores, (2022) compararam a espessura do bíceps braquial antes e após 9 semanas de treinamento com a rosca Scott realizada com halteres (produção de força acentuada com o cotovelo estendido) ou com a rosca direta com halteres e banco inclinado em 45° (produção de força acentuada com o cotovelo flexionado em cerca de 90°).

Foi observada hipertrofia na região mais distal do bíceps braquial apenas após a realização da rosca Scott.

No entanto, não houve mudanças na espessura muscular na região proximal e medial após a realização de ambos os exercícios.

Aparentemente, o maior ganho de força ocorre na região de maior produção de força acentuada seguindo o princípio da especificidade.

Além disso, exercícios que produzem mais força quando a musculatura está mais alongada parecem não prejudicar e possivelmente ser vantajosos para a hipertrofia muscular.

CONCLUSÃO

Praticar os exercícios do treinamento de força com ADM completa causa ganhos superiores nas manifestações de força e na hipertrofia muscular quando comparado às variações de menor ADM com a musculatura mais encurtada.

Portanto, como recomendação geral, os praticantes de treinamento de força devem priorizar a execução dos exercícios com ADM completa.

Incluir séries ou exercícios com ADM reduzida pode ser vantajoso para o desenvolvimento das manifestações de força em regiões específicas da ADM.

Adicionalmente, exercícios executados com maior alongamento muscular parecem maximizar a hipertrofia muscular.

Essa estratégia pode ser implementada ao executar o exercício com ADM parcial com a musculatura alongada ou executar exercícios para músculos bi-articulares que demandam maior alongamento dos músculos envolvidos.

Por fim, ajustar o padrão de resistência externa à curva de força de cada exercício parece favorecer os ganhos de força máxima.

Em relação à hipertrofia, mais estudos são necessários para verificar o efeito da manipulação da região de produção de força acentuada.

REFERÊNCIAS

1-Bazyler, C. D.; e colaboradores. The efficacy of incorporating partial squats in maximal strength training. *J Strength Cond Res.* Vol. 28. Núm. 11.p. 3024-3032. 2014.

2-Biscarini, A.; e colaboradores. A Scott bench with ergonomic thorax stabilisation pad improves body posture during preacher arm curl exercise. *Ergonomics.* Vol. 59. Núm. 5. p. 665-670. 2016.

3-Bloomquist, K.; e colaboradores. Effect of range of motion in heavy load squatting on muscle and tendon adaptations. *Eur J Appl Physiol.* Vol. 113. Núm. 8. p. 2133-2142. 2013.

4-Clark, R. A.; e colaboradores. The influence of variable range of motion training on neuromuscular performance and control of external loads. *J Strength Cond Res.* Vol. 25. Núm. 3. p.704-711. 2011.

5-Fleck, S. J.; Kraemer, W. J. Fundamentos do treinamento de força. *Artmed.* 2017.

6-Goto, M.; e colaboradores. Partial Range of Motion Exercise Is Effective for Facilitating Muscle Hypertrophy and Function Through Sustained Intramuscular Hypoxia in Young Trained Men. *J Strength Cond Res.* Vol. 33. Núm. 5. p.1286-1294. 2019.

7-Graves, J. E.; e colaboradores. Specificity of limited range of motion variable resistance training. *Med Sci Sports Exerc.* Vol. 21. Núm. 1. p. 84-89. 1989.

8-Graves, J. E.; e colaboradores. Limited range-of-motion lumbar extension strength training. *Med Sci Sports Exerc.* Vol. 24. Núm. 1. p.128-133. 1989.

9-Hartmann, H.; e colaboradores. Influence of squatting depth on jumping performance. *J Strength Cond Res.* Vol. 26. Núm. 12. p.3243-3261. 2012.

- 10-Kassiano, W.; e colaboradores. Greater Gastrocnemius Muscle Hypertrophy After Partial Range of Motion Training Performed at Long Muscle Lengths. *J Strength Cond Res.* 2023.
- 11-Kraemer, W. J.; e colaboradores. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine Science Sports Exercise.* Vol. 34. Núm. 2. p.364-380. 2002.
- 12-Kraemer, W. J.; e colaboradores. *Strength Training for Sport.* Blackwell Science. 2000.
- 13-Kraemer, W. J.; e colaboradores. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Medicine Science Sports Exercise.* Vol. 36. Núm. 4. p. 674-688. 2004.
- 14-Kubo, K.; e colaboradores. Effects of squat training with different depths on lower limb muscle volumes. *Eur J Appl Physiol.* Vol. 119. Núm. 9. p.1933-1942. 2019.
- 15-Kulig, K.; e colaboradores. Human strength curves. *Exercise and sport sciences reviews.* Vol. 12. Núm. 1. p. 417-466. 1984.
- 16-Lin, Y.; e colaboradores. Effects of Variable-Resistance Training Versus Constant-Resistance Training on Maximum Strength: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health.* Vol. 19. Núm. 14. 2022.
- 17-Maeo, S.; e colaboradores. Greater Hamstrings Muscle Hypertrophy but Similar Damage Protection after Training at Long versus Short Muscle Lengths. *Med Sci Sports Exerc.* Vol. 53. Núm. 4. p. 825-837. 2021.
- 18-Maeo, S.; e colaboradores. Triceps brachii hypertrophy is substantially greater after elbow extension training performed in the overhead versus neutral arm position. *Eur J Sport Sci.* p. 1-11. 2022.
- 19-Martínez-Cava, A.; e colaboradores. Bench press at full range of motion produces greater neuromuscular adaptations than partial executions after prolonged resistance training. *J Strength Cond Res.* Vol. 36. Núm. 1. p. 10-15. 2022.
- 20-Massey, C. D.; e colaboradores. Influence of range of motion in resistance training in women: early phase adaptations. *J Strength Cond Res.* Vol. 19. Núm. 2. p. 409-411. 2005.
- 21-Massey, C. D.; e colaboradores. An analysis of full range of motion vs. partial range of motion training in the development of strength in untrained men. *J Strength Cond Res.* Vol. 18. Núm. 3. p. 518-521. 2004.
- 22-McMahon, G. E.; e colaboradores. Impact of range of motion during ecologically valid resistance training protocols on muscle size, subcutaneous fat, and strength. *J Strength Cond Res.* Vol. 28. Núm. 1. p. 245-255. 2014.
- 23-McMaster, T.; e colaboradores. Forms of variable resistance training. *Strength and Conditioning Journal.* Vol. 31. Núm. 1. p. 50-64. 2009.
- 24-Nunes, J. P.; e colaboradores. Placing Greater Torque at Shorter or Longer Muscle Lengths? Effects of Cable vs. Barbell Preacher Curl Training on Muscular Strength and Hypertrophy in Young Adults. *Int J Environ Res Public Health.* Vol. 17. Núm. 16. 2020.
- 25-Ottinger, C. R.; e colaboradores. Muscle Hypertrophy Response to Range of Motion in Strength Training: A Novel Approach to Understanding the Findings. *Strength and Conditioning Journal.* Vol. 45. Núm. 2. p. 162-176. 2023.
- 26-Pallares, J. G.; e colaboradores. Full squat produces greater neuromuscular and functional adaptations and lower pain than partial squats after prolonged resistance training. *Eur J Sport Sci.* Vol. 20. Núm. 1. p. 115-124. 2020.
- 27-Pedrosa, G. F.; e colaboradores. Partial range of motion training elicits favorable improvements in muscular adaptations when carried out at long muscle lengths. *Eur J Sport Sci.* Vol. 22. Núm. 8. 1250-1260. 2022.
- 28-Pedrosa, G. F.; e colaboradores. Training in the Initial Range of Motion Promotes Greater Muscle Adaptations Than at Final in the Arm Curl. *Sports.* Vol. 11. Núm. 2. 2023.
- 29-Peterson, M. D.; e colaboradores. Maximizing strength development in athletes: a meta-analysis to determine the dose-response

relationship. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 18. Núm. 2. p. 377-382. 2004.

30-Pinto, R. S.; e colaboradores. Effect of range of motion on muscle strength and thickness. *J Strength Cond Res*. Vol. 26. Núm. 8. p. 2140-2145. 2012.

31-Ratamess, N. A.; e colaboradores. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine Science Sports Exercise*. Vol. 41. Núm. 3. p. 687-708. 2009.

32-Ratamess, N. A.; e colaboradores. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. Vol. 41. Núm. 3. p. 687-708. 2009.

33-Rhea, M. R.; e colaboradores. Joint-angle specific strength adaptations influence improvements in power in highly trained athletes. *Human Movement*. Vol. 17. Núm. 1. p.43-49. 2016.

34-Sato, S.; e colaboradores. Elbow Joint Angles in Elbow Flexor Unilateral Resistance Exercise Training Determine Its Effects on Muscle Strength and Thickness of Trained and Non-trained Arms. *Front Physiol*. Vol. 12. p.734509. 2021.

35-Schoenfeld, B. J.; e colaboradores. Resistance Training Recommendations to Maximize Muscle Hypertrophy in an Athletic Population: Position Stand of the IUSCA. *International Journal of Strength and Conditioning*. Vol. 1. Núm. 1. 2021.

36-Soria-Gila, M. A.; e colaboradores. Effects of variable resistance training on maximal strength: A meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 29. Núm. 11. p.3260-3270. 2015.

37-Valamatos, M. J.; e colaboradores. Influence of full range of motion vs. equalized partial range of motion training on muscle architecture and mechanical properties. *Eur J Appl Physiol*. Vol. 118. Núm. 9. p. 1969-1983. 2018.

38-Walker, S.; e colaboradores. Variable resistance training promotes greater fatigue resistance but not hypertrophy versus constant

resistance training. *Eur J Appl Physiol*. Vol. 113. Núm. 9. p. 2233-2244. 2013.

39-Weiss, L.; e colaboradores. Comparative Effects of Deep Versus Shallow Squat and Leg-Press Training on Vertical Jumping Ability and Related Factors. *J Strength Cond Res*. Vol. 14. Núm. 3. p. 241-247. 2000.

40-Wolf, M.; e colaboradores. Partial Vs Full Range of Motion Resistance Training: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Strength and Conditioning*. Vol. 3. Núm. 1. 2023.

41-Zabaleta-Korta, A.; e colaboradores. Regional hypertrophy: the role of exercise resistance profile in trained women. *Research Square*. 2022.

42-Zatsiorsky, V.; e colaboradores. Ciência e prática do treinamento de força. *Phorte*. 2008.

43-Zatsiorsky, V. M.; e colaboradores. Biomechanics of skeletal muscle. *Human Kinetics*. 2012.

Recebido para publicação em 09/05/2023

Aceito em 07/08/2023