

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Especialização em Musculação e Treinamento em Academias

Gabriel Augusto Fonseca

**EFEITO DE DIFERENTES PROTOCOLOS DO EXERCÍCIO ROSCA 21 SOBRE A
PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO, INCHAÇO MUSCULAR E ANÁLISE
CINEMÁTICA: um estudo de caso**

Belo Horizonte

2025

Gabriel Augusto Fonseca

**EFEITO DE DIFERENTES PROTOCOLOS DO EXERCÍCIO ROSCA 21 SOBRE A
PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO, INCHAÇO MUSCULAR E ANÁLISE
CINEMÁTICA: um estudo de caso**

Monografia de especialização apresentada à Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Musculação e sistemas de treinamento em academias.

Orientador: Prof. Dr. Mauro Heleno Chagas

Coorientador: Prof. Dr. Edgardo Alvares de Campos Abreu

Belo Horizonte

2025

F676e Fonseca, Gabriel Augusto
2025 Efeito de diferentes protocolos do exercício rosca 21 sobre a percepção subjetiva de esforço, inchaço muscular e análise cinemática [recurso eletrônico] : um estudo de caso / Gabriel Augusto Fonseca. – 2025.
1 recurso online (27 f. : il.) : pdf.

Orientador: Mauro Heleno Chagas
Coorientador: Edgardo Alvares de Campos Abreu

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Inclui bibliografia.

1. Musculação. 2. Treinamento com peso. 3. Força muscular. 4. Exercícios físicos.
I. Chagas, Mauro Heleno. II. Abreu, Edgardo Alvares de Campos. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. IV. Título.

CDU: 796.015.52

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Sheila Margareth Teixeira Adão, CRB 6: nº 2106, da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.



Escola de Educação Física | UFMG
Fisioterapia e Terapia Ocupacional

FOLHA DE APROVAÇÃO

Monografia intitulada: “Efeito de diferentes protocolos do exercício rosca 21 sobre a percepção subjetiva de esforço e inchaço muscular: um estudo de caso”, de autoria do pós-graduando **GABRIEL AUGUSTO FONSECA**, defendida em 12/06/2025, na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais e submetida à banca examinadora composta pelos professores:

Prof. Dr. Gustavo Henrique da Cunha Peixoto Cançado
Departamento de Esportes
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Universidade Federal de Minas Gerais

Prof. Dr. Rodrigo César Ribeiro Diniz
Departamento de Esportes
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Universidade Federal de Minas Gerais

Prof. Dr. Mauro Heleno Chagas
Coordenador do Curso de Especialização em Ciência do Treinamento Esportivo
Departamento de Esportes
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Universidade Federal de Minas Gerais

Belo Horizonte, 13 de junho de 2025.

RESUMO

Este estudo de caso teve como objetivo avaliar o impacto de diferentes combinações da “Rosca 21” na percepção subjetiva de esforço e no inchaço muscular. O estudo contou com a participação de um indivíduo do sexo masculino, com 29 anos de idade e aproximadamente 10 anos de experiência em musculação. Para iniciar o protocolo foi realizado um teste de 1RM para estabelecer o peso máximo. A “rosca 21” foi prescrita com o peso referente a 50% de 1 RM. Foram 8 sessões (2 familiarizações e 6 de intervenção) com intervalos de 48 a 72 horas entre cada uma. Nas seções de intervenção foram utilizadas as seguintes combinações do exercício “Rosca 21”: Amplitude Parcial Inicial (API): extensão completa do cotovelo até a metade da amplitude total de extensão (90°); Amplitude Parcial Final (APF): da metade da extensão total do cotovelo (90°) até a flexão completa do cotovelo; Amplitude Completa (AC): execução completa da flexão do cotovelo, totalizando 6 possíveis combinações. Em cada dia foram realizadas 2 séries da combinação determinada, que foram filmadas para análise cinemática em 2D, ao final de cada série era coletada a PSE e o inchaço foi determinado através de uma ultrassonografia que antecedeu as 2 séries e uma subsequente a elas. A “combinação A” foi a menor em termos percentuais de inchaço 9,32% e a “combinação E” a maior 28,25%, a “combinação A” teve os TT’s 28,5 e 30,8 e o deslocamento horizontal do eixo do cotovelo 11,1 e 13,2. Não houve diferença na PSE nas diferentes combinações. Diferentes combinações parecem provocar demandas similares, exceto para a “combinação A” aonde as variáveis de controle TT e DH foram determinantes para o resultado. O tempo sob tensão e os movimentos acessórios tiveram maior impacto para o inchaço muscular do que as diferentes combinações. Sendo assim, o controle das variáveis estruturais pode influenciar mais no inchaço muscular que a escolha de diferentes combinações do exercício “rosca 21”.

Palavras-chave: Rosca 21; Musculação; PSE; Inchaço Muscular.

ABSTRACT

This case study aimed to evaluate the impact of different combinations of the "21 Curl" on the subjective perception of exertion and muscle swelling. The study involved a 29-year-old male with approximately 10 years of bodybuilding experience. To initiate the protocol, a 1RM test was performed to establish the maximum weight. The "21 curl" was prescribed with a weight corresponding to 50% of 1 RM. There were 8 sessions (2 familiarization sessions and 6 intervention sessions) with intervals of 48 to 72 hours between each session. In the intervention sessions, the following combinations of the "21 curl" exercise were used: Initial Partial Range (IPR): full elbow extension to half of the total range of extension (90°); Final Partial Range (FPR): from half of the total elbow extension (90°) to full elbow flexion; Full Range (FR): full execution of elbow flexion, totaling 6 possible combinations. Two sets of the given combination were performed each day and filmed for 2D kinematic analysis. At the end of each set, SPE was collected, and swelling was determined by ultrasound before and after the two sets. Combination "A" had the smallest percentage of swelling, at 9.32%, and Combination "E" had the largest, at 28.25%. Combination "A" had TTs of 28.5 and 30.8, and horizontal displacement of the elbow axis of 11.1 and 13.2. There was no difference in SPE across the different combinations. Different combinations appear to produce similar demands, except for "combination A," where the control variables TT and DH were decisive for the outcome. Time under tension and accessory movements had a greater impact on muscle swelling than the different combinations. Therefore, controlling structural variables may have a greater influence on muscle swelling than choosing different combinations of the "21 curl" exercise.

Keywords: 21 Row; Bodybuilding; SPE; Muscle Swelling.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Procedimentos das sessões de coleta	13
Figura 2: Amplitudes pré-estabelecidas	14
Figura 3: 6 diferentes combinações de faixas de ADMs	15
Figura 4: Imagem Kinovea (0.8.15)	17

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados relativos às variáveis PSE e inchaço muscular.....	18
Tabela 2 - Dados relativos à análise cinemática Deslocamento Horizontal do acrômio (DH) e Tempo sob Tensão (TT)	19

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	OBJETIVO	11
3	MATERIAIS E MÉTODOS	12
3.1	Participante	12
3.2	Cuidados Éticos	12
3.3	Procedimentos	12
3.4	Instrumentos	15
4	RESULTADOS	18
5	DISCUSSÃO	20
6	CONCLUSÃO	24
	REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

A prática da musculação tem se tornado cada vez mais comum no Brasil, sendo uma opção para a promoção da saúde e busca por uma melhor estética corporal (Simões *et al.*, 2011). Dentre os inúmeros benefícios proporcionados pela musculação destacam-se o emagrecimento, a hipertrofia muscular, o controle da hipertensão arterial e a melhora dos índices glicêmicos (Fleck; Kraemer, 2017; Prazeres, 2007). Segundo Chagas e Lima (2023), a musculação é caracterizada pelo uso de pesos, elásticos ou máquinas específicas que oferecem resistência mecânica, contrapondo-se ao movimento dos segmentos corporais. Cabe ao profissional de Educação Física organizar e ajustar a carga de treinamento de acordo com o objetivo e características individuais.

Para manipular a carga de treinamento em um programa de musculação, de acordo com Chagas e Lima (2023), os profissionais de Educação Física dispõem de 14 variáveis estruturais, sendo elas: peso; número de repetições, séries e exercícios; número de sessões; pausa; duração da repetição; ação muscular; posição dos segmentos corporais; trajetória; amplitude de movimento; movimentos acessórios; regulagem do equipamento e auxílio externo ao executante.

O modelo teórico proposto por esses autores sugere uma interdependência entre essas variáveis estruturais. Assim, ao manipular uma delas, todas as outras serão afetadas, em maior ou menor grau, dependendo do nível de relação entre elas.

Considerando a grande possibilidade de manipulação das variáveis estruturais anteriormente mencionadas, os profissionais de Educação Física buscam diversificar a configuração da carga de treinamento nos diferentes exercícios realizados na musculação para provocar demandas específicas aos objetivos dos alunos, manter os alunos motivados e para variar os estímulos proporcionando novas adaptações. Um exemplo é o exercício de flexão de cotovelo, conhecido como "rosca", e comumente incluído em programas de musculação. Uma variação desse exercício é a "rosca 21", descrita pelo fisiculturista *Arnold Schwarzenegger* em seu livro *Enciclopédia de Fisiculturismo e Musculação* (2006). A execução desse exercício foi descrita da seguinte forma:

“(1) A partir de uma posição de pé ou sentada, segue um haltere em cada mão, segurando os pesos embaixo, ao lado do corpo. (2) Eleve os pesos até a metade da distância com os antebraços paralelos ao chão e depois abaixe-os novamente até a posição inicial. Faça 7 repetições deste movimento. (3) Depois, sem parar, eleve os pesos até em cima, mas pare na metade ao descer e faça 7 repetições deste movimento parcial. Neste ponto, mesmo começando a sentir exaustão, termine fazendo 7 repetições de rosca com amplitude completa” (Shwarzenegger, 2006, pg 435).

Nessa descrição clássica da “rosca 21”, observa-se a manipulação intencional de duas variáveis estruturais: o número de repetições e a amplitude do movimento (ADM). A ordem predefinida de execução das faixas de ADM sugere que, para otimizar os ganhos de hipertrofia muscular, essa sequência deve ser seguida. No entanto, existe pouca evidência na literatura para dar suporte a essa expectativa. Ou seja, que apenas esta configuração específica da “rosca 21” seja adequada para provocar adaptações significativas na musculatura.

A influência da ADM na hipertrofia tem sido estudada na musculação, uma vez que, devido à relação comprimento-tensão, o músculo apresenta diferentes capacidades de produzir força ao longo da ADM (Lieber *et al.*, 1994) e isso poderia impactar na capacidade de realizar determinadas cargas de treinamento, que por sua vez, poderia estar relacionada com maior ou menor estímulo para o organismo. Durante o movimento articular, o braço de resistência muda em diferentes pontos da ADM devido a mudança da distância perpendicular do peso em relação a eixo de rotação (Hall, 2016). Desta forma, a prescrição de um determinado número de repetições em diferentes faixas da ADM pode permitir que um determinado volume (número de repetições) seja realizado, gerando assim um estímulo específico para o músculo treinado. Esta expectativa seria possível, pensando que para uma determinada faixa de ADM, a variação do braço de resistência poderá ser mais favorável a realização de um determinado número de repetições, pois estaria oferecendo uma menor resistência ao movimento. Contudo, da dependência da faixa de ADM estabelecida, um comportamento inverso poderia ocorrer. Partindo da aceitação deste raciocínio, diferentes combinações do exercício “rosca 21” poderiam estar sendo pensadas para que um estímulo ótimo possa ser alcançado no treinamento. Assim, verificar o impacto de diferentes combinações da realização da “rosca 21” na resposta do inchaço e da percepção subjetiva de esforço (PSE)

poderá sinalizar que outras combinações poderiam provocar alterações também significativas e que poderiam ser consideradas na prescrição do treinamento.

A quantificação da hipertrofia muscular pode ser realizada por meio de métodos diretos e indiretos (Adams *et al.*, 1992). Os métodos diretos, embora mais precisos, são invasivos e pouco utilizados em ambientes clínicos e de pesquisa aplicada. Já os métodos indiretos, como a ressonância magnética e a ultrassonografia, têm sido amplamente empregados por sua praticidade e menor risco ao avaliado. A ressonância magnética, conforme proposto por Adams, Duvoisin e Dudley (1992), permite a medição da área de secção transversa e, conseqüentemente, a estimativa do volume muscular. No entanto, sua aplicação em larga escala é limitada pelo alto custo, baixa portabilidade e necessidade de operadores especializados.

Diante dessas limitações, métodos alternativos têm ganhado destaque. A ultrassonografia, especialmente na forma portátil, vem sendo considerada uma ferramenta válida e reproduzível para mensuração da espessura e do volume muscular em diferentes populações (Ritsche *et al.*, 2022). Além de ser mais acessível economicamente, a ultrassonografia portátil permite avaliações em tempo real, com maior viabilidade. Apesar de apresentar menor precisão em comparação à ressonância magnética, estudos têm demonstrado forte correlação entre os dois métodos, consolidando a ultrassonografia como uma alternativa prática e confiável na análise de adaptações morfológicas induzidas pelo exercício físico (Ritsche *et al.*, 2022).

Contrações musculares repetidas induzem o influxo de líquidos para o compartimento intracelular, elevando a absorção de água nas células musculares. Esse fenômeno está associado ao aumento da fosfocreatina, acúmulo de íons hidrogênio e alterações nos gradientes de sódio e potássio durante a contração. A produção de lactato sanguíneo resultante desses processos contribui para o inchaço muscular agudo observado após exercício intenso (Sjogaard *et al.*, 1985). Esse processo de inchaço fez com que Hirono e colaboradores (2020) acreditassem que poderia promover a síntese de proteína anabólica, para validar essa teoria o autor fez um teste com medidas de inchaço após o treino e chegou a resultados positivos para a medida de inchaço que ter correlação com a hipertrofia. Uma avaliação imediata após a seção de treinamento pode ser um possível preditor para hipertrofia

muscular e essa seria uma solução para monitorar o impacto de diferentes protocolos de treinamento (Hirono *et al.*, 2020).

Outra variável que vem sendo utilizada para o monitoramento do treinamento na musculação é a percepção subjetiva de esforço (PSE). É uma variável válida (Gearhart *et al.*, 2001) e confiável para reportar sobre o nível de esforço percebido durante a realização de diferentes protocolos de treinamento (Lagally *et al.*, 2004). Apesar de sua aplicabilidade, Diniz (2008) pontua que se deve considerar essa associação com cautela, pois, no treinamento de musculação, a PSE tende a aumentar ao longo das repetições em uma série e ao longo de múltiplas séries, mesmo quando o peso levantado permanece o mesmo.

Partindo da condição que o presente estudo é parte do processo para a formação em nível de especialização, o “estudo de caso” seria um tipo de pesquisa, que permitirá insights sobre a prescrição do treinamento (Thomas; Nelson, 2002). Esta expectativa é baseada no entendimento de que o estudo de caso pode fornecer informação detalhada sobre um indivíduo. Assim, este tipo de pesquisa pode ter um impacto significativo na aquisição de conhecimentos específicos, como é a condição em questão.

Considerando o conjunto das informações reportadas anteriormente é possível pensar que, obter dados sobre o efeito das diferentes possibilidades de configuração da execução do exercício “rosca 21” na resposta do inchaço muscular e da PSE poderão fornecer subsídios para novos estudos deste exercício.

2 OBJETIVO

Este estudo de caso tem como objetivo avaliar o impacto de diferentes combinações da “Rosca 21” na percepção subjetiva de esforço e no inchaço muscular tendo a análise cinemática como variável de controle.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Participante

O presente estudo é um estudo de caso, com o objetivo de realizar uma exploração sobre uma determinada temática específica. Neste sentido, o estudo contou com a participação de um indivíduo do sexo masculino, com 29 anos de idade e aproximadamente 10 anos de experiência em musculação. O participante mantém uma frequência média de treino de 4 a 6 vezes por semana e não apresenta histórico de lesões músculo-tendíneas nos ombros, cotovelos, punhos ou coluna vertebral.

Para avaliação inicial, o participante respondeu ao questionário de prontidão para atividade física (PAR-Q), indicando respostas negativas a todas as perguntas. Além disso, não apresentava doenças endócrinas, metabólicas ou quaisquer condições médicas que pudessem ser agravadas pelo treinamento ou comprometer os resultados do estudo.

Como medida de controle, o voluntário absteve-se de realizar treinamentos de força que envolvessem os grupos musculares analisados nas 48 horas que antecederam a coleta de dados.

3.2 Cuidados Éticos

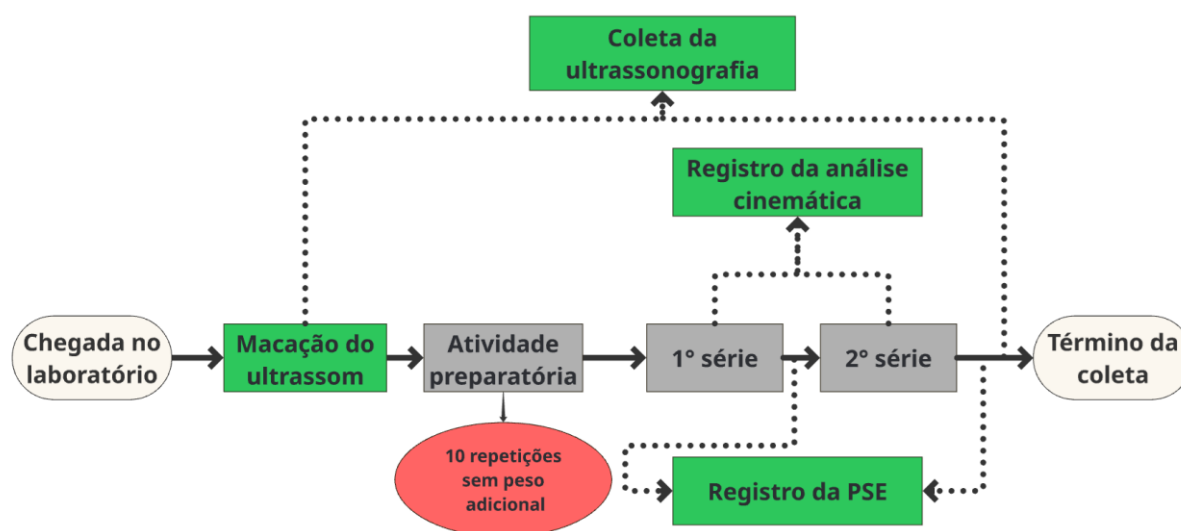
O estudo seguiu as normas do Conselho Nacional de Saúde (Resolução 466/2012) para pesquisas com seres humanos. Antes de iniciar qualquer atividade, os participantes foram informados sobre os objetivos, o método do estudo, bem como os possíveis riscos e benefícios. O participante assinou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), previamente aprovado por um comitê de ética em pesquisa, e foi informado de que poderiam desistir do estudo a qualquer momento. O TCLE está disponível no APÊNDICE I.

3.3 Procedimentos

Todos os procedimentos foram realizados no Laboratório de Biomecânica (BIOLAB) da UFMG (ver figura 5). Foram 8 sessões (2 familiarizações e 6 de intervenção) com intervalos de 48 a 72 horas entre cada uma. Nas duas primeiras sessões, foram realizadas a anamnese, as medidas antropométricas e a familiarização com o exercício "rosca 21", além do teste de 1 Repetição Máxima

(1RM). Nas seis sessões seguintes, foram realizadas duas séries do exercício "rosca 21", avaliações por ultrassonografia, registro da Percepção Subjetiva de Esforço (PSE). Adicionalmente foram realizadas filmagens para análise cinemática em 2D como medidas de controle.

Figura 4: Procedimentos das sessões de coleta



Legenda: PSE – percepção subjetiva de esforço.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O teste de 1RM para o exercício de Rosca Direta foi realizado da seguinte forma e baseado no protocolo de teste de 1RM realizado por Lacerta *et al.* (2019): inicialmente, o voluntário executou uma série de 10 repetições com o peso da barra, como preparação. Em seguida, foram feitas tentativas de 1 repetição máxima, com intervalos de 3 a 5 minutos entre elas, para determinar o peso máximo. O teste poderia ser concluído após 6 tentativas, registrando o peso da última como o máximo alcançado, ou quando o voluntário atingisse a falha muscular concêntrica (não conseguindo mais mover o peso), registrando o peso da série anterior como o máximo. O teste de 1RM e o exercício de rosca 21 foram realizados com a mesma barra reta que pesava 6,7 kg.

Simultaneamente, foi realizada a ancoragem da PSE. Assim, uma padronização para um procedimento de ancoragem para a utilização desta variável (PSE) no contexto do treinamento na musculação foi apresentada no estudo de Gearhart *et al.* (2001). Na primeira repetição com a barra sem peso adicional, o

voluntário foi instruído a atribuir o valor 7 (Extremamente Leve - Limite Inferior) à sensação de esforço no Bíceps Braquial. Ao encontrar o peso máximo para 1 repetição, o valor 19 (Extremamente Intenso - Limite Superior) deveria ser atribuído à sensação de esforço sentida no músculo. Contudo, para uma utilização mais adequada foi sugerido um processo de padronização. A ancoragem da PSE seguiu as instruções propostas por Gearhart *et al.* (2001). A escala Utilizada para a coleta da PSE foi a escala de 15 pontos BORG (1982).

Após 10 minutos do teste de 1RM e ancoragem da PSE, o participante realizou 2 séries, com cada uma das 6 combinações estabelecidas, com intensidade de 20% do 1RM. O intervalo entre cada série foi de 1 minuto e 30 segundos, e em cada série, foram realizadas 4 repetições de cada amplitude (Ver Figura 5). Amplitude Parcial Inicial (API): extensão completa do cotovelo até a metade da amplitude total de extensão (90°); Amplitude Parcial Final (APF): da metade da extensão total do cotovelo (90°) até a flexão completa do cotovelo; Amplitude Completa (AC): execução completa da flexão do cotovelo.

Figura 5: Amplitudes pré-estabelecidas

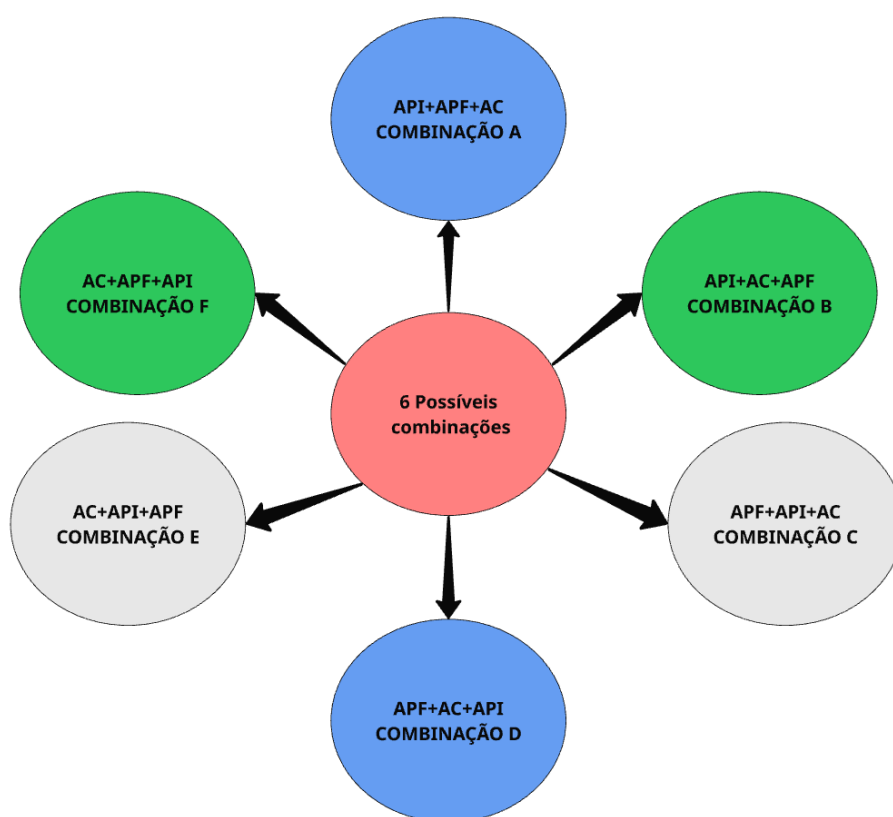


Legenda: API: Amplitude parcial inicial APF: Amplitude Parcial Final AC: Amplitude Completa
Fonte: Elaborado pelo autor.

Nas seis sessões de intervenção, ao chegar ao laboratório, o participante teve as posições para coleta de ultrassom demarcadas, e as imagens ultrassonográficas foram registradas em seguida (Imagens pré-intervenção). Posteriormente, foi realizada uma série preparatória de 10 repetições com a barra sem peso adicional. Após um descanso de 3 minutos, o participante realizou duas séries da rosca 21

com 50% de 1RM. A ADM foi controlada por um dispositivo que permitia o participante saber o início e fim de cada faixa (i.e., API, APF e AC). A duração da repetição foi livre. Para cada dia foi estabelecida uma combinação diferente de ADM's, as diferentes combinações da ordem das ADM's são apresentadas na Figura 4. A Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) foi registrada duas vezes: entre a primeira e segunda série e após o término da segunda série. Por fim, as imagens ultrassonográficas foram novamente registradas (Imagens pós-intervenção).

Figura 6: 6 diferentes combinações de faixas de ADMs



Legenda: API: Amplitude parcial inicial APF: Amplitude Parcial Final AC: Amplitude Completa
Fonte: Elaborado pelo autor.

3.4 Instrumentos

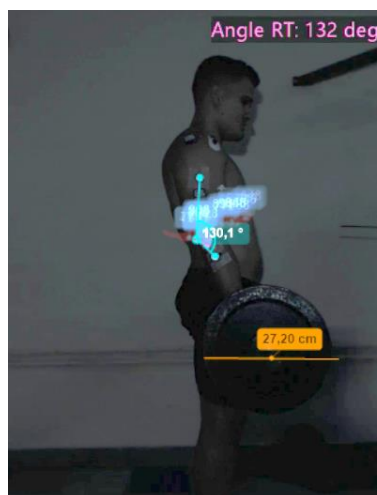
Ultrassom - A imagem panorâmica de um corte transversal do músculo do bíceps braquial do braço direito foi obtida com um ultrassom portátil (Vinnor® Q, China), utilizando um transdutor matricial linear (Q5-7L Linear) com frequência entre 6 e 16 MHz. Para a medição manual da área e espessura da secção transversa (AST) do músculo bíceps braquial, foi utilizado o programa RadiAnt Dicom Viewer, com um pesquisador treinado realizando as análises. A imagem da AST foi realizada

na metade da distância entre o olecrano e a articulação acromioclavicular. A espessura foi medida na mesma altura, mas com o *probe* posicionado perpendicularmente, na metade da distância entre os epicôndilos medial e lateral do úmero (Barakat *et al.*, 2019).

Para a análise cinemática, foi utilizada uma webcam C920s PRO HD WEBCAM LOGITECH® fullHD 1080p com taxa de aquisição de 30 frames por segundo. A câmera foi fixada a um tripé, posicionada aproximadamente a 1,5 metros de altura em relação ao solo e a cerca de 3 metros de distância, perpendicular ao plano de movimento. O plano de movimento analisado foi o plano sagital, utilizando o programa *Kinovea* versão (0.8.15). Os marcadores refletivos foram posicionados nos seguintes pontos anatômicos: tubérculo maior, epicôndilo lateral e foi traçado uma linha reta até a porção medial do antebraço para marcação do terceiro ponto. O membro avaliado foi o direito com o antebraço na posição supinada.

Para medir o DH (Deslocamento Horizontal do epicôndilo lateral), uma anilha foi utilizada como referência de medida para o *Kinovea* (0.8.15) que converteu de pixels em cm. O tamanho da anilha era de 27,20 cm de diâmetro, a medição foi feita em um primeiro vídeo e posteriormente utilizada a mesma régua nas outras análises. Além disso foi utilizada a ferramenta “rastreamento” no marcador refletivo no epicôndilo lateral que identificou todo movimento anteroposterior e posteriormente foi utilizada a ferramenta “deslocamento horizontal relativo” que registrou o deslocamento em cm. Os dados coletados do *Kinovea* (0.8.15) foram transferidos para uma planilha no *Excel* que serviram como base para uma análise.

Figura 4: Imagem *Kinovea* (0.8.15)



Legenda: 20,20 cm diâmetro da anilha.

Fonte: elaboração própria

4 RESULTADOS

Os resultados das variáveis dependentes são apresentados na tabela 1. Destaca-se que a variação percentual do inchaço foi menor na combinação A. Percebe-se também que a PSE foi semelhante a todas as combinações.

Tabela 3 – Dados relativos às variáveis PSE e inchaço muscular.

Combinação	Série	PSE	Delta (cm ²)	Delta%
A	1 ^a	17,0	1,11	9,32
	2 ^a	18,0		
B	1 ^a	17,0	2,44	20,42
	2 ^a	19,0		
C	1 ^a	17,0	2,65	25,12
	2 ^a	19,0		
D	1 ^a	17,0	2,68	22,33
	2 ^a	17,0		
E	1 ^a	18,0	3,17	28,25
	2 ^a	18,0		
F	1 ^a	18,0	2,79	22,00
	2 ^a	19,0		

Legenda: DH Total (Deslocamento Horizontal Total) PSE (Percepção Subjetiva de Esforço) TT (tempo sob tensão)

Combinação A: API+APF+AC Combinação B: API+AC+APF Combinação C: APF+API+AC Combinação D: APF+AC+API Combinação E: AC+API+APF Combinação F: AC+APF+API

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação às variáveis de controle é possível notar que TT foi maior na segunda série da combinação B, e a DH total foi maior na combinação A.

Tabela 4 - Dados relativos à análise cinemática Deslocamento Horizontal do acrômio (DH) e Tempo sob Tensão (TT)

Combinação	serie	DH total (cm)	TT (s)
A	1 ^a	11,1	28,5
	2 ^a	13,2	30,8
B	1 ^a	10,7	32,9
	2 ^a	12,1	36,0
C	1 ^a	12,7	32,4
	2 ^a	10,4	32,1
D	1 ^a	10,6	31,1
	2 ^a	10,9	30,8
E	1 ^a	11,2	33,2
	2 ^a	11,3	29,7
F	1 ^a	10,6	33,2
	2 ^a	10,1	34,0

Legenda: DH Total (Deslocamento Horizontal Total) PSE (Percepção Subjetiva de Esforço) TT (tempo sob tensão)

Combinação A: API+APF+AC Combinação B: API+AC+APF Combinação C: APF+API+AC

Combinação D: APF+AC+API Combinação E: AC+API+APF Combinação F: AC+APF+API

Fonte: Elaborado pelo autor.

5 DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi avaliar o impacto de diferentes combinações do exercício “rosca 21” na percepção subjetiva de esforço (PSE) e no inchaço muscular. Os resultados indicaram que a PSE foi semelhante entre as combinações avaliadas. Contudo, em relação ao inchaço muscular, a “combinação A” destacou-se por apresentar a menor variação percentual (9,32%) e “combinação E” com maior variação percentual (28,25). Além disso, as variáveis de controle mostraram-se eficientes para entender a variação no inchaço muscular.

Os resultados relacionados ao exercício “rosca 21” demonstram que as diferentes combinações possíveis (A, B, C, D, E e F) para a execução deste exercício foram capazes de provocar uma alta demanda de esforço ao executante. Esta afirmação pode ser respaldada no aumento da PSE, alcançando valores altos da escala adotada no presente estudo (Gearhart *et al.*, 2001). No entanto, ao avaliar o impacto das diferentes combinações, não foram observadas diferenças marcantes nos valores da PSE registrados. É importante destacar que o protocolo incluiu apenas duas séries, e, mesmo assim, os valores de PSE registrados foram próximos do limite superior da escala de percepção. Apesar de não ter sido coletada de forma sistemática a informação sobre a reserva de repetições (i.e., quantas repetições o participante ainda poderia fazer ao final de cada série), foi possível constatar que, a sensação reportada pelo participante em ambas as séries teve alteração no valor PSE e que a segunda série foi maior com relação a primeira. Caso o peso utilizado possibilitasse um número de séries ampliado para uma terceira ou quarta, conforme sugerido por Diniz (2008), é possível que a PSE apresentasse maior variação.

Apesar de não ter sido encontrada diferença na PSE nas diferentes combinações houve um valor alto e próximo do máximo em todas as combinações Fink *et al.*, (2018) que compararam a PSE em “séries normais” e “drop set” concluiu que o grupo que realizou as “series normais” teve menor hipertrofia e uma PSE menor, levando isso em consideração caso o movimento fosse realizado com um grupo controle poderia haver maiores diferenças nos números da PSE, contudo a PSE em níveis mais altos parece ter uma relação com a hipertrofia muscular (Fink *et al.*, 2018).

Segundo Buchman e colaboradores (2008) a PSE está relacionada com a quantidade de força que o indivíduo realiza para completar aquela série, não se baseando apenas nas respostas metabólicas. Esse mesmo entendimento é reforçado por Diniz (2008) que avaliou a relação da PSE e o lactato e chegou à conclusão de que ambas não têm correlação portanto, os fatores que influenciam o aumento de uma variável não influenciam a outra. Sendo assim é possível imaginar que, por mais que as combinações sejam distintas, o número de repetições e o peso movimentado sendo iguais, a percepção do indivíduo pode ter sido influenciada pela quantidade de força gerada que é igual em todas as combinações. As variações no TT e no deslocamento horizontal do eixo do cotovelo que foram capazes de alterar o inchaço, mas não a PSE podendo assim como os efeitos fisiológicos terem percorridos caminhos independentes.

Um resultado inesperado foi que o participante conseguiu completar as duas séries realizando as 21 repetições em cada série. Como foi esperado que a 1ª série já resultasse em uma alta demanda de esforço (baseado nos registros do estudo piloto e confirmado pelo resultado do presente estudo), e que a duração da pausa não fosse suficiente para reestabelecer as reservas energéticas, foi esperado um menor número de repetições na 2ª série. Uma possível explicação poderia estar relacionada com o padrão de execução do exercício. No presente estudo, algumas variáveis de controle relacionadas com o padrão de movimento da execução da “rosca 21” foram monitoradas.

Conceitualmente os movimentos acessórios que foram gerados ao longo das combinações e com maior incidência na “combinação A”, são definidos por Chagas e Lima (2023) como movimento de outros segmentos corporais que não estão prescritos, dessa forma denominados de movimentos acessórios. Na “rosca 21” movimentos acessórios indesejados podem se originar a partir de movimentos do tronco ou pela flexão/extensão de ombros causando um deslocamento no eixo de rotação dos cotovelos. Como não foram encontrados estudos específicos com o termo “movimento acessório”, optou-se por investigar o conceito de “ação compensatória” para estabelecer possíveis correlações. Esse termo refere-se a estratégias adaptativas do sistema musculoesquelético e neuromuscular, utilizadas para contornar limitações de movimento que podem ser originadas por dor, fadiga,

déficit de mobilidade, fraqueza muscular e entre outros fatores. (Hall et al., 2021; Levin, Kleim & Wolf, 2009)

As ações compensatórias, como alterações no trajeto do movimento e no padrão de recrutamento muscular, surgem quando a capacidade neuromusculoesquelética não é suficiente para atender à demanda funcional exigida. Essas respostas ocorrem de forma automática e inconsciente, permitindo que o indivíduo execute uma tarefa motora mesmo diante de limitações multifatoriais. (Hall et al., 2021; Levin, Kleim & Wolf, 2009)

Dessa forma, ações compensatórias podem se manifestar como movimentos acessórios, especialmente quando surgem involuntariamente. No entanto, vale destacar que os movimentos acessórios, enquanto variável de controle, não são necessariamente involuntários. Em contextos de treinamento, podem ser intencionalmente manipulados com o objetivo de ajustar a carga, o volume ou a técnica de execução, evitando padrões indesejados.

A intencionalidade na execução do movimento é o que diferencia uma ação compensatória (involuntária e adaptativa) de um movimento acessório controlado. Portanto, conclui-se que nem todo movimento acessório é uma ação compensatória, mas uma ação compensatória pode se expressar por meio de um movimento acessório, desde que ocorra como resposta automática a uma limitação.

O deslocamento horizontal do cotovelo (i.e. movimentos acessórios) pode facilitar a execução da “rosca 21” à medida que o eixo de rotação do cotovelo desloca anteriormente. O deslocamento anterior do eixo do cotovelo reduz o braço de resistência diminuindo a demanda de força sobre o bíceps. Ao se alterar o braço de resistência durante o torque articular também será modificado ao longo da ADM em comparação a execução sem movimentos acessórios. Como consequência, a demanda na produção de força do músculo não será constante durante a “rosca 21” o que poderia justificar diferentes efeitos de inchaço e de PSE. Uma possível causa da ocorrência desse movimento compensatório é a fadiga muscular que pode estar relacionada com percepção subjetiva do esforço (Cowley e Gates, 2017, Marchetti, 2009).

O tempo sob tensão no grupo muscular pode ser aumentado, mesmo sem realizar o número total de repetições, caso duração da repetição seja controlada e

aumentada. De forma semelhante, em protocolos de treinamento no exercício de supino, variando a duração e o número de repetições, mas equiparados pelo tempo sob tensão, foram observadas respostas hipertróficas semelhantes no músculo peitoral maior e tríceps braquial (Costa, 2017). A demanda contínua do sistema neuromuscular sem intervalos de recuperação acarreta um aumento do tempo sobre tensão (i.e., duração da repetição), devido à fadiga. Um provável mecanismo responsável pelo processo de instalação da fadiga muscular periférica é a falha na liberação de Ca^{2+} pelo retículo sarcoplasmático (Allen *et al.*, 2008).

As variáveis de controle explicaram, em conjunto, os resultados do inchaço muscular. A “combinação A” teve o maior deslocamento horizontal do centro de rotação do cotovelo. Somado a isso, na “combinação A” também foi encontrado um TT menor que as demais. O efeito conjunto dessas variáveis de controle pode ter ocasionado um menor inchaço. Esses resultados corroboram com os de Costa (2017), que sugerem que TT's semelhantes podem estar relacionados à hipertrofia muscular.

A falta de controle sobre a duração das repetições no exercício “rosca 21” é uma limitação do estudo, porém, além de alterar o TT, controlar a duração da repetição poderia impedir que todas as repetições prescritas fossem concluídas, caso a velocidade angular seja mais lenta. Assim como sugerido por Schwarzenegger (2006), foram utilizadas as 21 repetições, um número considerado alto de repetições (Krzysztofik *et al.*, 2021). Podemos hipotetizar, levando em consideração Costa (2017), caso o TT fosse similar, o número de repetições menor não mudariam os resultados de inchaço.

Sendo assim, mais variáveis poderiam ser manipuladas, criando ainda mais possibilidades para este mesmo exercício. Dessa forma, é necessário investigar mais sobre este assunto. Talvez, ao se analisarem combinações com menos repetições, seria possível uma execução com maior carga ou o controle da duração da repetição. Por isso, mais estudos sobre o tema são necessários, explorando diferentes formas de manipular o exercício.

6 CONCLUSÃO

Não houve diferença na PSE nas diferentes combinações. Diferentes combinações parecem provocar demandas similares, exceto para a “combinação A” “aonde as variáveis de controle foram determinantes para o resultado. O tempo sob tensão e os movimentos acessórios tiveram maior impacto para o inchaço muscular do que as diferentes combinações. Sendo assim, o controle das variáveis estruturais pode influenciar mais no inchaço muscular que a escolha de diferentes combinações do exercício “rosca 21”.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, G. R.; DUVOISIN, M. R.; DUDLEY, G. A. Magnetic resonance imaging and electromyography as indexes of muscle function. **Journal of Applied Physiology**, v. 73, n. 4, p. 1578–1583, 1992.
- ALLEN, D. G.; LAMB, G. D.; WESTERBLAD, H. Skeletal muscle fatigue: cellular mechanisms. **Physiological Reviews**, v. 88, n. 1, p. 287–332, 2008.
- BORG, G. A. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 14, n. 5, p. 377–381, 1982.
- BUCHMAN, J. R. *et al.* Comparação das alterações das variáveis fisiológicas agudas através do método tradicional e pirâmide para hipertrofia. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 2, n. 10, 2008.
- CHAGAS, M. H.; BARBOSA, J. R. M.; LIMA, F. V. Comparação do número máximo de repetições realizadas a 40 e 80% de uma repetição máxima em dois diferentes exercícios na musculação entre os gêneros masculino e feminino. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 19, n. 1, p. 5–12, 2005.
- CHAGAS, M. H.; LIMA, F. V. **Musculação: variáveis estruturais**. 4. ed. Belo Horizonte: Casa da Educação Física, 2023.
- CHUA, M. X. *et al.* Analysis of fatigue-induced compensatory movements in bicep curls: Gaining insights for the deployment of wearable sensors. **arXiv**, p. 1-11, 25 mai/2024.
- COSTA, H. C. M. **Protocolos de treinamento na musculação equiparados pelo tempo sob tensão provocam alterações similares na força e hipertrofia muscular**. Orientador: Mauro Heleno Chagas. 2017. 90 f. Tese (Doutorado em Ciências do Esporte) — Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.
- COWLEY, J. C.; GATES, D. H. Proximal and distal muscle fatigue differentially affect movement coordination. **PLOS ONE**, v. 12, n. 2, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172835>. Acesso em: 20 abr. 2025.
- DINIZ, R. C. R. **A duração da repetição influencia a concentração de lactato sanguíneo e a percepção subjetiva de esforço em protocolos de treinamento no exercício supino**. 2008. Dissertação (Mestrado) — Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.
- FINK, J.; SCHOENFELD, B. J.; KIKUCHI, N.; NAKAZATO, K. Effects of drop set resistance training on acute stress indicators and long-term muscle hypertrophy and strength. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, 2017.
- FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J.; PINTO, M. D. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

GEARHART JR, R. F. *et al.* Standardized scaling procedures for rating perceived exertion during resistance exercise. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 15, n. 3, p. 320–325, 2001.

HALL, S. J. **Biomecânica básica**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

HALL, M. *et al.* Age-related compensation: neuromusculoskeletal capacity, reserve & movement objectives. **Journal of Biomechanics**, 2021.

HIRONO, T. *et al.* Relationship between muscle swelling and hypertrophy induced by resistance training. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 36, n. 2, p. 359–364, 2022.

KRZYSZTOFIK, M. *et al.* Range of motion of resistance exercise affects the number of performed repetitions but not time under tension. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 14847, 2021.

LACERDA, L. T. *et al.* Longer concentric action increases muscle activation and neuromuscular fatigue responses in protocols equalized by repetition duration. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 33, n. 6, p. 1629–1639, 2019.

LAGALLY, K. M. *et al.* Ratings of perceived exertion and muscle activity during the bench press exercise in recreational and novice lifters. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 18, n. 2, p. 359–364, 2004.

LEVIN, MINDY F.; KLEIM, JEFFREY A.; WOLF, STEVEN L. What do motor “recovery” and “compensation” mean in patients following stroke? **Neurorehabilitation and Neural Repair**, v. 23, n. 4, p. 313–319, 2009. DOI: 10.1177/1545968308328727

LIEBER, R. L.; LOREN, G. J.; FRIDÉN, J. In vivo measurement of human wrist extensor muscle sarcomere length changes. **Journal of Neurophysiology**, v. 71, n. 3, p. 874–881, 1994.

LIMA, F. V. *et al.* Efeito da amplitude de movimento no número máximo de repetições no exercício supino livre. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 26, p. 571–579, 2012.

MARCHETTI, Paulo Henrique. **Investigações sobre o controle motor e postural nas assimetrias em membros inferiores**. 2009. Tese (Doutorado em Biodinâmica do Movimento Humano) - Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. doi:10.11606/T.39.2009.tde-09042010-160804. Acesso em: 21 abr. 2025.

MARSON, J. V. O. *et al.* Efeito da amplitude de movimento no número máximo de repetições em exercícios de musculação. **Rev. bras. educ. fis. esporte** 26 (4) • Dez 2012 • <https://doi.org/10.1590/S1807-55092012000400004>. Acesso em: 21 abr. 2025.

PRAZERES, M. V. **A prática da musculação e seus benefícios para a qualidade de vida**. Orientador: Ricardo Nort. 2007. 46 f. Monografia (Graduação em Educação Física) – Centro de Educação Física, Fisioterapia de Desportos, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

RODRIGUES, B. de Freitas. **Respostas de inchaço muscular e atividade eletromiográfica promovidas pelo treinamento de força realizado até a falha muscular e não falha muscular com diferentes números de repetições**. Orientador: Rodrigo César Ribeiro Diniz. 2024. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Esporte) – Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2024.

RUDROFF, T. *et al.* Accessory muscle activity contributes to the variation in time to task failure for different arm postures and loads. **Journal of Applied Physiology**, v. 102, n. 3, p. 1000–1006, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00564.2006>. Acesso em: 20 abr. 2025.

SAKAMOTO, A.; SINCLAIR, P. J. Effect of movement velocity on the relationship between training load and the number of repetitions of bench press. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 20, n. 3, p. 523–527, 2006.

SANTOS, K. J. dos. **Efeito de protocolos de treinamento com diferentes durações da repetição no número de repetições e tempo sob tensão**. 2015. Dissertação (Mestrado) — Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.

SIMÕES, C. S. M. *et artal.* Análise da qualidade de vida de professores e alunos de musculação: um estudo comparativo. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 16, n. 2, p. 107–112, 2011.

SIMÕES, M. G. *et al.* **Efeito do treinamento de força com diferentes amplitudes de movimento no torque máximo isométrico em diferentes ângulos articulares**. Orientador: Mauro Heleno Chagas. 2020. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Esporte) – Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.

SJOGAARD, G.; ADAMS, R. P.; SALTIN, B. Water and ion shifts in skeletal muscle of humans with intense dynamic knee extension. **American Journal of Physiology**, v. 248, n. 2, p. 190–196, 1985.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K. **Métodos de pesquisa em atividade física**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.

VIEIRA, T. M. *et al.* **Influência da fadiga muscular na assimetria da rigidez dos membros inferiores**. Orientador: André Gustavo Pereira de Andrade. 2019. 52 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Esporte) – Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.