

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte

Fernanda Silva Lessa

**COMPARAÇÃO DA HIPERTROFIA MUSCULAR REGIONAL NO RETO
ABDOMINAL ENTRE OS EXERCÍCIOS “SUPRA” E “INFRA 30°”**

Belo Horizonte
2024

Fernanda Silva Lessa

**COMPARAÇÃO DA HIPERTROFIA MUSCULAR REGIONAL NO RETO
ABDOMINAL ENTRE OS EXERCÍCIOS “SUPRA” E “INFRA 30º”**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Esporte.

Linha de Pesquisa: Análise de métodos para o desempenho humano e esportivo

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo César Ribeiro Diniz.

Belo Horizonte
2024

L638c Lessa, Fernanda Silva
2024 Comparação da hipertrofia muscular regional no reto abdominal entre os exercícios “supra” e “infra 30º”. [manuscrito] / Fernanda Silva Lessa – 2024.
41 f.: il.

Orientador: Rodrigo César Ribeiro Diniz

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

Bibliografia: f. 38 - 41

1. Hipertrofia – Teses. 2. Exercícios abdominais – Teses. 3. Músculos – Teses. I. Diniz, Rodrigo César Ribeiro. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 796.015.52

Ficha catalográfica elaborada pelo bibliotecário Lúcio Alves Tannure, CRB 6: n° 2266, da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL PROGRAMA
DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO ESPORTE

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

FERNANDA SILVA LESSA

Às **14:00 horas** do dia **21 de novembro de 2024**, a comissão examinadora, indicada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte, reuniu-se no Auditório Maria Lúcia Paixão da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, para julgar, em exame final, a dissertação intitulada "**Comparação da hipertrofia muscular regional no reto abdominal em protocolos de treinamento diferenciados pelo exercício**". Abrindo a sessão, o presidente da comissão, Prof. Dr. Rodrigo César Ribeiro Diniz (UFMG), orientador, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares de Defesa do Trabalho Final, passou a palavra para a candidata, que realizou a apresentação da sua dissertação. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa da candidata. Logo após, a comissão se reuniu, sem a presença da candidata e do público, para julgamento e expedição do resultado.

Prof. Dr. Rodrigo César Ribeiro Diniz (UFMG - orientador)

Prof. Dr. Fábio Juner Lanferdini (UFSM)

Prof. Dr. Hugo César Martins Costa (PUC - MG)

Após as indicações, a candidata foi considerada: **APROVADA**.

Nada mais havendo a tratar, eu, Prof. Dr. Rodrigo Cesar Ribeiro Diniz, presidente da comissão examinadora, dei por encerrada a reunião, da qual, para constar, lavrei a presente ata, que, lida e aprovada, vai por todos assinada eletronicamente.

Belo Horizonte, 21 de novembro de 2024.



Documento assinado eletronicamente por **Fábio Juner Lanferdini, Usuário Externo**, em 10/12/2024, às 11:11, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

Documento assinado eletronicamente por **Rodrigo Cesar Ribeiro Diniz, Professor do**

Ata de defesa de Dissertação/Tese 3677434 SEI 23072.204420/2024-09 / pg. 1



Magistério Superior, em 17/12/2024, às 13:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Hugo Cesar Martins Costa, Usuário Externo**, em 26/12/2024, às 14:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3677434** e o código CRC **0D743386**.

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi comparar a variação da área de secção transversa (AST) das regiões do reto abdominal (RA) após 9 semanas de treinamento utilizando protocolos diferenciados pelos exercícios, abdominal infra 30° e abdominal supra. Trinta e seis voluntárias treinadas em musculação foram divididas entre um grupo controle e 2 grupos experimentais. As voluntárias dos grupos experimentais realizaram 3 vezes por semana protocolos de treinamento constituídos de 2-4 séries de 10 repetições a 100% de 10RM e uma última série em que a voluntária deveria realizar o número máximo de repetições, duração da repetição de 4s (2s de ação muscular concêntrica e 2s de excêntrica) e pausa de 180s. O grupo infra realizou o exercício abdominal infra 30°, enquanto o grupo supra o exercício abdominal supra. O grupo controle não realizou nenhum exercício específico para o RA no mesmo período, ademais, todos os 3 grupos seguiram realizando os demais exercícios na musculação como de costume. Antes e após o treinamento todas as voluntárias foram submetidas à exames de ultrassom para determinação da AST do músculo RA em seus quatro ventres. A variação pré-pós da AST dos ventres musculares foram analisadas através de uma análise de variância two-way (grupo*ventre) com medidas repetidas e o nível de significância adotado foi de 0,05. Os resultados indicaram que os grupos experimentais apresentaram aumentos significativos de AST comparados ao grupo controle ($p < 0,05$). No entanto, os grupos experimentais não foram significativamente diferentes entre si e nem tiveram uma resposta regionalmente diferente. Assim, pode-se concluir que a manipulação do exercício não gera respostas regionalmente diferentes de hipertrofia no RA.

Palavras-chave: reto abdominal; ultrassom; hipertrofia muscular; hipertrofia muscular regional.

ABSTRACT

The aim of this study was to compare the variation in cross-sectional area (CSA) of the rectus abdominis (RA) regions after 9 weeks of training using different exercise protocols, namely infra-30° abdominal and supra-abdominal exercises. Thirty-six resistance-trained female volunteers were divided into a control group and 2 experimental groups. The volunteers in the experimental groups performed 3 weekly training protocols consisting of 2-4 sets of 10 repetitions at 100% of 10RM and a final set in which the volunteer should perform the maximum number of repetitions, repetition duration of 4s (2s concentric and 2s eccentric muscle action) and 180s rest. The infra group performed the infra-30° abdominal exercise, while the supra group performed the supra-abdominal exercise. The control group did not perform any specific exercise for the RA in the same period, moreover, all 3 groups continued to perform the other resistance training exercises as usual. Before and after the training, all volunteers underwent ultrasound exams to determine the CSA of the RA muscle in its four bellies. The pre-post variation of the CSA of the muscle bellies was analyzed using a two-way analysis of variance (group*belly) with repeated measures and the significance level adopted was 0.05. The results indicated that the experimental groups showed significant increases in CSA compared to the control group ($p < 0.05$). However, the experimental groups were not significantly different from each other and did not have a regionally different response. Thus, it can be concluded that the manipulation of the exercise does not generate regionally different hypertrophy responses in the RA.

Keywords: rectus abdominis; ultrassom; muscle hypertrophy; regional muscle hypertrophy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Desenho experimental do estudo.....	14
Figura 2 - Equipamentos	16
Figura 3 - Mapeamento do reto abdominal.	17
Figura 4 – Registro de AST	18
Figura 5 - Execução do abdominal infra 30º.....	20
Figura 6 - Execução do abdominal supra	21
Gráfico 1 – Variação relativa dos somatórios das AST	25
Gráfico 2 – Variação relativa da AST dos ventres do RA.....	26
Gráfico 3 - Resistência utilizada nas sessões de treinamento	27
Gráfico 4 – Número de repetições nas sessões de treinamento	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização da amostra	15
Tabela 2 - Dados descritivos dos Grupos	24

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

10RM	Dez repetições máximas
ADM	Amplitude de movimento
A _{infra}	Abdominal infra
A _{infra30°}	Abdominal infra 30°
A _{supra}	Abdominal supra
AST	Área de secção transversa
ANOVA	Análise de Variância
EEFFTO	Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
EMG	Eletromiografia
G _{infra}	Grupo abdominal infra 30°
G _{supra}	Grupo abdominal supra
G _{controle}	Grupo Controle
RA	Reto abdominal
TCLE	Termo de consentimento livre e esclarecido
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
V1	Ventre 1
V2	Ventre 2
V3	Ventre 3
V4	Ventre 4

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
1.1 Objetivos.....	12
1.2 Hipóteses.....	12
2 MÉTODOS E MATERIAIS.....	13
2.1 Delineamento do estudo.....	13
2.2 Amostra.....	14
2.3 Equipamentos.....	16
2.4 Procedimentos.....	17
2.4.1 Sessão 1.....	17
2.4.2 Sessão 2.....	19
2.4.3 Sessão 3 a 29.....	21
2.4.4 Sessão 30.....	22
2.4.5 Análise estatística.....	22
3 RESULTADOS.....	24
3.1 Controle do treinamento.....	26
4 DISCUSSÕES.....	28
5 CONCLUSÃO.....	36
REFERÊNCIAS.....	37

1 INTRODUÇÃO

A busca pela hipertrofia muscular figura como um dos principais objetivos entre os adeptos da atividade física, sobretudo entre os praticantes de musculação. Sejam atletas de alto desempenho ou indivíduos voltados para aprimorar ou preservar a qualidade de vida (Schoenfeld, 2021). A hipertrofia muscular é caracterizada pelo aumento do tamanho ou massa muscular, a qual implica em um aumento da área de secção transversa (AST). (Zabaleta-Korta *et al.*, 2021).

Alguns autores têm relatado que a hipertrofia muscular pode ocorrer de forma regionalmente diferente, ou seja, que a mesma pode variar de forma não homogênea ao longo do comprimento do músculo, como observado nos músculos tríceps braquial (Maeo *et al.*, 2022; Martins-Costa *et al.*, 2021; Kawakami *et al.*, 1995; Wakahara *et al.*, 2012; 2013), no bíceps braquial (Pedrosa *et al.*, 2023; Zabaleta-Korta 2023; Matta *et al.*, 2011), no quadríceps femoral (Diniz *et al.*, 2020; Zabaleta-Korta 2021; Bloomquist *et al.*, 2013; Blazevich *et al.*, 2007; Ema *et al.*, 2013; Earp *et al.*, 2015; Hakkinen *et al.*, 2001; Matta *et al.*, 2014; Narici *et al.*, 1996; Norkoiv *et al.*, 2014; Wakahara *et al.*, 2015) e isquiossurais (Maeo *et al.*, 2021). Por outro lado, alguns autores não observaram essa diferença na hipertrofia regional ao longo do comprimento dos músculos tríceps braquial (Matta *et al.*, 2011; Ogasawara *et al.*, 2013b), peitoral maior (Martins-Costa *et al.*, 2021; Ogasawara *et al.*, 2013b) e quadríceps femoral (Mangine *et al.*, 2018; Häkkinen *et al.*, 2003; Sedliak *et al.*, 2009; Eynnes *et al.*, 2007). Esses resultados contraditórios sinalizam que ainda não é unânime a resposta de hipertrofia regional dentre as musculaturas, reforçando assim a importância de medir a AST em diferentes comprimentos musculares em estudos voltados à hipertrofia muscular, a fim de uma maior assertividade sobre as respostas.

A resposta de hipertrofia muscular regionalizada pode estar associada com a manipulação das variáveis que compõem o treinamento, como duração da ação muscular (Diniz *et al.*, 2020), tipo de ação muscular (Blazevich *et al.*, 2007), alteração do comprimento muscular (Pedrosa *et al.*, 2023), amplitude de movimento (Pedrosa *et al.*, 2021; Kubo *et al.*, 2019; Bloomquist *et al.*, 2013), e também a seleção de exercícios (Maeo *et al.*, 2022; Zabaleta-Korta *et al.*, 2021; Costa *et al.*, 2021; Maeo *et al.*, 2020).

Bezerra *et al.* (2021) reforçam que seleção de exercícios é uma manipulação do treinamento de força com um efeito substancial para adaptações musculares, onde

implica-se em escolher dentre uma gama de movimentos e posição dos segmentos corporais para um mesmo grupo muscular, os que mais se encaixam em determinada prescrição. Costa *et al.* (2021) defendem isso citando que diferentes exercícios para um mesmo grupo muscular podem ativar diferentes regiões da musculatura.

Demonstrando a relevância da seleção dos exercícios na hipertrofia muscular regional, Costa *et al.* (2021) realizaram um estudo com dois grupos, sendo que um realizou os mesmos exercícios em todas as sessões de treinamento e outro grupo que variou os exercícios para os mesmos grupos musculares por 27 sessões durante nove semanas. Neste estudo os autores analisaram a resposta da espessura muscular nas regiões proximal, média e distal dos músculos reto femoral, vasto lateral, bíceps braquial e tríceps braquial e relataram diferentes respostas de hipertrofia dentre esses grupos musculares analisados. O grupo que variou os exercícios para o mesmo grupo muscular obteve resposta de hipertrofia muscular significativa em todos os pontos analisados, por outro lado, o grupo que realizou os mesmos exercícios promoveu um aumento na maioria, mas não em todos os locais musculares analisados. Este estudo nos permite concluir que a variação de exercícios para o mesmo grupo muscular pode de fato alterar a resposta de hipertrofia muscular regional.

O estudo anterior avaliou as respostas de hipertrofia regional encontradas por variação de exercícios em diferentes grupos musculares, já o estudo feito por Zabaleta-Korta *et al.* (2021) teve como objeto de estudo apenas os músculos da coxa. Os autores avaliaram as respostas de hipertrofia muscular regional avaliando a alteração da AST dos músculos reto femoral e vasto lateral nos exercícios de extensão de joelhos e agachamento guiado. O treinamento teve duração de cinco semanas, sendo três sessões por semana, totalizando 15 sessões. A carga de treinamento de ambos os exercícios foi equiparada, ou seja, possuía a mesma configuração de séries, repetições, pausa e duração das ações musculares, sendo quatro séries de 12 repetições máximas, pausa de três a cinco minutos entre as séries e duração de 2s na ação muscular excêntrica e a ação concêntrica o mais rápido possível. Os resultados mostraram que no grupo que realizou extensões de joelhos, todas as três regiões do reto femoral apresentaram crescimento significativo. Por outro lado, no grupo que fez o agachamento guiado, apenas a região próxima do ponto médio do vasto lateral mostrou um aumento significativo de AST muscular. A principal constatação deste estudo foi que a escolha dos exercícios influenciou na hipertrofia muscular regional.

Somado a isso, apesar de não avaliarem hipertrofia regional muscular, o estudo de Maeo *et al.* (2022) envolvendo o músculo tríceps braquial, com um delineamento intra sujeito, submeteu um dos membros superiores a realização da extensão do cotovelo com a posição de braço acima da cabeça, conhecido como “tríceps francês unilateral com halter”, e o outro membro realizou na posição neutra, *pushdown* de tríceps, também conhecido como “tríceps polia unilateral”. O protocolo ocorreu em 24 sessões, sendo 12 semanas com treinamento realizado duas vezes na semana, configurado com cinco séries de 10 repetições a 70% de 1RM e duração da repetição de 4s, sendo 2s de ação muscular excêntrica e 2s de concêntrica e pausa de 120s entre as séries. O volume muscular foi medido por ressonância magnética e, como resultado final, foi verificada uma hipertrofia muscular do tríceps braquial maior no exercício “tríceps francês unilateral com halter”, quando comparado com o “tríceps polia unilateral”.

Em outro estudo de Maeo *et al.* (2020), também se verificou que a hipertrofia muscular regional é influenciada pela seleção de exercícios. Os mesmos autores compararam a resposta de hipertrofia regional dos músculos posteriores da coxa, avaliando a AST, após um protocolo de treinamento equiparado. O estudo envolveu os exercícios mesa flexora e banco flexor, onde ambos realizam o movimento de flexão de joelhos. Foram verificadas diferentes respostas de hipertrofia na cabeça longa do bíceps femoral nas regiões proximal e distal e no músculo semitendíneo na região proximal, onde esses obtiveram maior resposta de hipertrofia no exercício banco flexor. Entretanto, o músculo semitendinoso na região distal não obteve resposta de hipertrofia diferente entre os exercícios.

Considerando os resultados em conjunto dos estudos anteriormente reportados, verifica-se diferentes respostas hipertrofia muscular mediante a variação de exercício, como demonstrado nos estudos com quadríceps femoral (Zabaleta-Korta *et al.*, 2021), tríceps braquial (Maeo *et al.*, 2022) e nos músculos posteriores da coxa (Maeo *et al.*, 2020). No entanto, essas respostas parecem ocorrer de forma diferenciada em cada musculatura, reforçando a necessidade de se considerar as particularidades dos diferentes músculos.

O reto abdominal (RA) é um músculo no qual não foram verificados estudos que investigaram sua resposta de hipertrofia regional ocasionada por treinamento de força. O RA é o único músculo poligástrico do corpo, ou seja, que

possui entre sua origem e inserção diversas intersecções tendíneas, definindo a formatação de quatro a cinco ventres musculares (Rubinstein; Cardoso, 2007).

Por sua anatomia ímpar, alguns autores como Monfort-Pañego *et al.* (2009) e Kendall, McCreay e Provance (1994) referem-se ao RA como um músculo de diferentes regiões, sendo uma região infra umbilical e outra supra umbilical. Sarti *et al.* (1996) sugeriram que as regiões do RA podem ser ativadas de maneiras diferentes de acordo com a prescrição específica de exercícios. Corroborando com a ideia de diferentes ativações do músculo RA por diferentes exercícios, Kendall, McCreary e Provance (1994) afirmaram que a região supra umbilical do RA é enfatizada em exercícios de flexão de tronco, entendido no presente estudo como o exercício abdominal supra (A_{supra}), enquanto a região infra umbilical é enfatizada com exercícios envolvendo flexão de tronco com inclinação pélvica posterior, entendido no presente estudo como o exercício abdominal infra (A_{infra}). Ademais, Willett *et al.* (2001) avaliaram a ativação dos músculos do abdômen por meio eletromiografia (EMG) em cinco exercícios abdominais e relataram uma resposta significativamente maior na região infra umbilical durante o A_{infra} em comparação ao A_{supra} , assim como, o exercício v-sit, que envolve inclinação pélvica posterior juntamente com flexão de tronco, também indicou uma maior resposta na região infra umbilical que quando realizado apenas a flexão de tronco, A_{supra} . Adicionalmente, Sarti *et al.* (1996) observaram que, em sujeitos com execuções consideradas corretas, o A_{supra} provocou uma maior atividade apresentada por meio da EMG na região superior do RA comparado com a inferior. Para o A_{infra} uma resposta inversa foi verificada, ou seja, maior atividade na região inferior do RA comparado com a superior no grupo classificado como alta atividade física, entretanto o grupo de baixa atividade física não obteve diferenças significativas neste exercício. Outro estudo que comparou diferentes exercícios abdominais e ativação regional foi o de Escamilla *et al.* (2006), dentre eles o A_{supra} , A_{infra} no solo e A_{infra} no banco inclinado 30° ($A_{infra30^\circ}$). Neste estudo foi relatado que o $A_{infra30^\circ}$ mostrou maior ativação tanto para região superior quanto inferior quando comparado com o A_{supra} e o A_{infra} no solo e, também que, o A_{supra} mostrou maior ativação em ambas as regiões quando comparado com A_{infra} no solo.

Vale ressaltar que outros estudos como de Lehman e McGill (2010) e Piering *et al.* (1993), que também realizaram análise por EMG nas diferentes regiões do RA, relataram não haver diferenças entre as regiões em diferentes exercícios. Porém, em uma das execuções, os mesmos realizaram apenas flexão de quadril com os joelhos

estendidos e não realizaram nenhum exercício com movimento de flexão do tronco realizado a partir de uma inclinação pélvica posterior, entendido no presente estudo como A_{infra} .

Marchetti *et al.* (2011) também avaliaram por EMG a ativação do RA nas suas diferentes porções, superior e inferior. Os autores expõem que algumas unidades motoras de diferentes regiões do RA compartilham a mesma inervação e isto pode evitar a seletividade no recrutamento do músculo. De acordo com os resultados deste estudo existe uma correlação entre os sinais obtidos por EMG das regiões superior e inferior, o que indica a existência de um comando neural comum para ambas as regiões, além da existência da inervação independente do reto do abdome, portanto, possibilidade de ativação diferenciada. Com isso, os autores concluem que pode haver cerca de 50% de comando comum e 50% de comando individual.

Entretanto, os estudos citados envolvem apenas a EMG como forma de comparação entre as regiões do RA, e ainda assim não se tem um consenso sobre o efeito de diferentes exercícios e ativações das regiões do RA. No entanto, a literatura vem constatando que EMG de superfície não é um marcador da hipertrofia muscular (VIGOTSKY *et al.*, 2018), além de ser incapaz de prever as regiões que serão mais hipertrofiadas (Miyamoto; Wakahara; Kawakami, 2013; Earp *et al.*, 2016). Sendo assim, outros aspectos para além da ativação registrada por meio da EMG devem ser considerados para se hipotetizar respostas de hipertrofia regional do RA mediante variação de exercícios.

Schoenfeld (2010) relata que entre os fatores primários para a resposta muscular hipertrófica mediante um exercício está a tensão mecânica. Huijing e Baan (2003) verificaram através de um estudo com modelo animal que quando o movimento é realizado na articulação distal a tensão mecânica no tendão distal é maior do que no tendão proximal, assim como quando o movimento é realizado na articulação proximal a maior tensão mecânica é no tendão proximal. Dessa forma é possível supor que se o movimento for realizado na articulação proximal, a região muscular mais próxima ao tendão proximal receba também uma maior tensão mecânica, provavelmente ocasionando uma resposta de hipertrofia diferente nessa região. Considerando que o movimento realizado durante o exercício $A_{\text{infra}30^\circ}$ é realizado nas articulações mais próxima do tendão distal, origem do RA, poderia-se esperar uma resposta de hipertrofia maior nos ventres mais distais do que proximais do RA. Sendo o inverso esperado para o exercício A_{supra} , pelo fato de o exercício ser ocasionado

pelas articulações mais próximas do tendão proximal, inserção do RA, poderia-se esperar uma resposta de hipertrofia maior nos ventres mais proximais do RA.

Reforçando a perspectiva da possível hipertrofia muscular regionalizada do RA mediante um treinamento, um estudo de Sanchis-Moysi *et al.* (2010) avaliou a AST do RA de tenistas. Como resultado, reportou que o lado não-dominante apresenta maior hipertrofia quando comparado ao lado dominante. Além disso, mostrou hipertrofia assimétrica do RA, enfatizando a capacidade de hipertrofia regional deste músculo como resposta de uma carga de treinamento de acordo com a demanda. Somado a isso, considerando o panorama da EMG e da tensão mecânica diferentes nas regiões do RA de acordo com os movimentos, que poderiam ser associados a um exercício, é possível considerarmos uma resposta de hipertrofia regional do RA quando submetido a protocolos de treinamento diferenciados pelo exercício. Contudo, dados disponíveis neste contexto representam uma lacuna na literatura. Assim, esta informação pode permitir que os diferentes profissionais da saúde e envolvidos com a preparação física possam tomar decisões mais qualificadas envolvendo a seleção e a prescrição de exercícios envolvendo o RA.

1.1 Objetivos

Objetivo 1: Comparar a resposta de hipertrofia do reto abdominal após um período de treinamento de força utilizando protocolos diferenciados pelos exercícios (abdominal infra 30° e abdominal supra).

Objetivo 2: Comparar a resposta de hipertrofia regional do reto abdominal após um período de treinamento de força utilizando protocolos diferenciados pelos exercícios (abdominal infra 30° e abdominal supra).

1.2 Hipóteses

H1 do objetivo 1: Os grupos abdominais infra 30° (G_{infra}) e abdominal supra (G_{supra}) apresentarão respostas de hipertrofia muscular significativas no RA em comparação com o grupo controle (G_{controle}).

H1 do objetivo 2: O G_{infra} terá aumento de AST significativamente maior na região inferior da musculatura RA (ventres 3 [V3] e 4 [V4]) comparado com G_{supra} e G_{controle} ; enquanto o G_{supra} terá aumento de AST significativamente maior na região superior do RA (ventres 1 [V1] e 2 [V2]) comparado aos demais grupos.

2 MÉTODOS E MATERIAIS

2.1 Delineamento do estudo

O presente estudo adotou um delineamento experimental intra e inter sujeito (Dancey; Reidy, 2006), no qual grupos de diferentes voluntárias foram submetidas a protocolos de treinamento diferenciados pelo exercício durante nove semanas e realizadas avaliações das AST dos ventres do RA antes e após esse período. Nesses protocolos de treinamento foram realizados os exercícios: abdominal infra 30° e abdominal supra. As avaliações ocorreram sempre no mesmo horário para cada voluntária (variação de 2 horas no máximo antes ou depois).

Inicialmente, na primeira sessão, foi assinado o termo de consentimento livre esclarecido (TCLE), ocorreu a aplicação de uma anamnese, foram registradas a altura, a massa corporal e determinado o percentual de gordura. Ainda nessa sessão, foi realizado através de um exame de ultrassom o mapeamento do músculo RA da voluntária do lado direito do corpo, definindo o número de ventres musculares, o centro deles e a medida da AST no ponto médio de cada um dos mesmos. Além disso, a espessura de V3 também foi registrada e utilizada como parâmetro para alocação das voluntárias nos grupos.

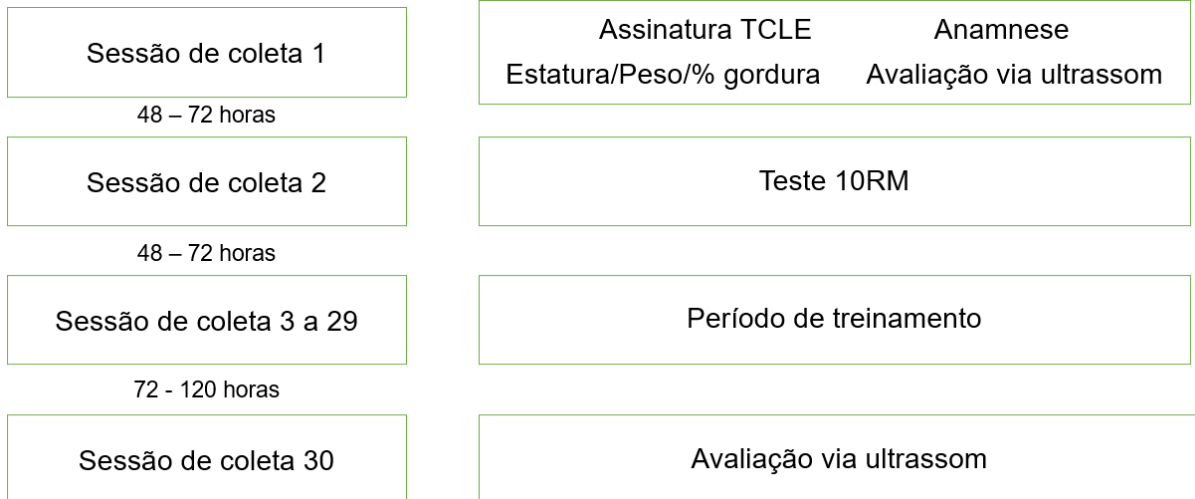
Após a primeira sessão experimental, para caracterização do perfil dietético e do balanço energético das voluntárias, respectivamente, foram obtidos dados acerca do valor calórico da dieta (VCT), da ingestão de proteínas (Prot) e do gasto energético total (GET), no período de 24 horas, de um dia típico, de forma remota.

Concluíram o estudo, 36 mulheres treinadas em musculação, que foram subdivididas de forma balanceada em cada um dos seguintes grupos: G_{controle} e 2 grupos de treinamento diferenciados pelo exercício: grupo que realizou o exercício abdominal supra (G_{supra}) e o que realizou o exercício abdominal infra 30° (G_{infra}). A voluntária com maior espessura de V3 foi alocada no primeiro grupo, a segunda no segundo grupo, a terceira e quarta no terceiro grupo, a quinta no segundo e assim sucessivamente, com intuito de parear o tamanho muscular inicial das voluntárias. Foi solicitado que as voluntárias do G_{controle} não realizassem nenhum treinamento de força específico para o RA até a realização do pós-teste após nove semanas. Exceto pelos exercícios envolvendo diretamente o RA, foi solicitado que todas as voluntárias mantivessem sua rotina normal de treinamento de força. Na sessão dois, as

voluntárias dos grupos experimentais realizaram o teste de 10RM do exercício selecionado para o seu grupo.

Durante as sessões de coleta 3 a 29 (três a vinte e nove), as voluntárias dos grupos de treinamento compareceram a três sessões semanais, realizadas na Laboratório de Musculação (LAMUSC) na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (EEFFTO) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), por um período de nove semanas, com três sessões semanais separadas por um período de 48h até 72h entre elas. Os dois grupos experimentais realizaram protocolos de treinamento constituídos de duas a quatro séries de 10 repetições e uma última série em que a voluntária deveria realizar o número máximo de repetições, pausa de 180s e duração da repetição de 4s, sendo 2s de ação muscular concêntrica e 2s de ação muscular excêntrica. Na sessão 30, de 72 a 120 horas após a última sessão de treinamento, inclusive as do G_{controle}, foram encaminhadas para uma nova avaliação via ultrassom. O desenho experimental do estudo está representado na Figura 1.

Figura 1 - Desenho experimental do estudo



Legenda: TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; 10RM - 10 repetições máximas; % gordura - percentual de gordura corporal.

Fonte: Elaborado pela autora.

2.2 AMOSTRA

Concluíram o estudo 36 voluntárias, sendo 12 em cada grupo, entre 18 e 35 anos, praticantes regulares de musculação a pelo menos seis meses, com frequência mínima de 3 (três) vezes na semana e que não apresentem histórico de lesões músculo-tendíneas nas articulações do quadril e da coluna lombar.

O cálculo amostral foi realizado seguindo os procedimentos citados por Beck (2013) através do *software GPower* (versão 3.1.7). Neste, foi utilizado o delineamento adotado no presente estudo (*ANOVA Repeated measures, with-between interaction*), um erro alfa de 0,05, um poder de 0,95, uma correlação entre as medidas repetidas de 0,5 e uma correção de não esfericidade de um, considerando os três grupos experimentais e as medidas dos quatro ventres. Para a variável tamanho do efeito foi utilizado um valor de 0,29, obtido através do estudo piloto. Este estudo foi realizado com três voluntárias em cada grupo, sendo G_{infra} e G_{supra} , durante oito semanas, onde foi realizado a medida de AST dos ventres abdominais das voluntárias nas condições pré e pós treinamento. Com as informações citadas acima o software determinou um tamanho da amostra mínimo de 33 voluntárias.

As voluntárias foram recrutadas a partir de avisos fixados nos murais da EEEFTO e da UFMG e por meio de contatos pessoais com as mesmas. Todas as selecionadas não faziam e nem iniciaram durante o estudo o uso de ergogênicos farmacológicos e/ou nutricionais, bem como os exercícios abdominais do treino de musculação das mesmas foram retirados, já os demais exercícios do protocolo de treinamento das mesmas seguiram sendo executados normalmente. Inicialmente foram recrutadas 43 mulheres, sendo alocadas 16 no G_{infra} , 15 no G_{supra} e 12 no G_{controle} , porém o estudo teve uma perda amostral de quatro voluntárias no G_{infra} , 3 (três) no G_{supra} e nenhuma no G_{controle} sendo assim, o estudo foi finalizado com 36 voluntárias, alocando-se 12 em cada grupo. A caracterização da amostra está detalhada na Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização da amostra

Variáveis	G_{infra}	G_{supra}	G_{controle}
Idade (anos)	21,45 ± 3,87	23,91 ± 5,45	23,83 ± 3,98
Massa corporal (kg)	59,18 ± 2,90	58,06 ± 6,66	63,27 ± 7,64
Estatura (cm)	161,45 ± 4,92	163,45 ± 8,42	165,33 ± 5,79
Percentual de gordura (%)	23,29 ± 3,08	23,15 ± 4,25	24,02 ± 4,66
Tempo de treino (meses)	17,09 ± 7,74	22,33 ± 12,40	30,92 ± 18,98
Espessura V3 (mm)	12,33 ± 1,81	12,23 ± 1,66	11,41 ± 1,31
Valor calórico da dieta (kcal)	2086,4 ± 311,80	2095,4 ± 152,40	2065,1 ± 135,90
Gasto energético total (kcal)	1994,4 ± 350,90	2015,9 ± 190,60	2155,2 ± 439,90
Ingestão de proteínas (g/kg)	1,89 ± 0,56	1,75 ± 0,40	2,26 ± 0,50

Fonte: Elaborada pela autora.

Todas as voluntárias integrantes dos grupos experimentais completaram as 27 sessões de treinamentos estabelecidas. Durante as nove semanas de treinamento,

quando as voluntárias não podiam comparecer em todas as sessões semanais, permitia-se que a voluntária realizasse na semana seguinte o treinamento quatro vezes por semana, adotando para isto uma pausa mínima de 24h entre uma sessão e outra. Entretanto, deve-se ressaltar que este processo não foi frequente ao longo do período de treinamento e entre voluntárias.

Antes do início do estudo, as voluntárias receberam todas as informações sobre a metodologia e os procedimentos, assim como informações sobre possíveis riscos e benefícios de participação no estudo. Todas assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido e estavam cientes de que a qualquer momento poderiam deixar de participar da pesquisa. Este estudo respeitou as normas estabelecidas pelo Conselho Nacional em Saúde (Resolução 466/2012) envolvendo pesquisas com seres humanos. Este estudo foi aprovado pelo colegiado de Pós-Graduação em Ciências do Esportes da EEFPTO da UFMG e possui o Certificado de Apresentação para Aprovação Ética número 68807023.3.0000.5149.

2.3 EQUIPAMENTOS

Para mensuração da AST foram utilizadas imagens panorâmicas registradas por meio de um ultrassom (Mindray® DC-7, China) com transdutor matricial linear de frequência entre 5-10MHz.



Fonte: Arquivos do LAMUSC.

Legenda: A - Ultrassom; B - Transdutor Matricial.

Ao lado do aparelho de ultrassom foi instalada uma maca que permitiu a manutenção da voluntária na posição supina, facilitando os registros por meio do referido aparelho.

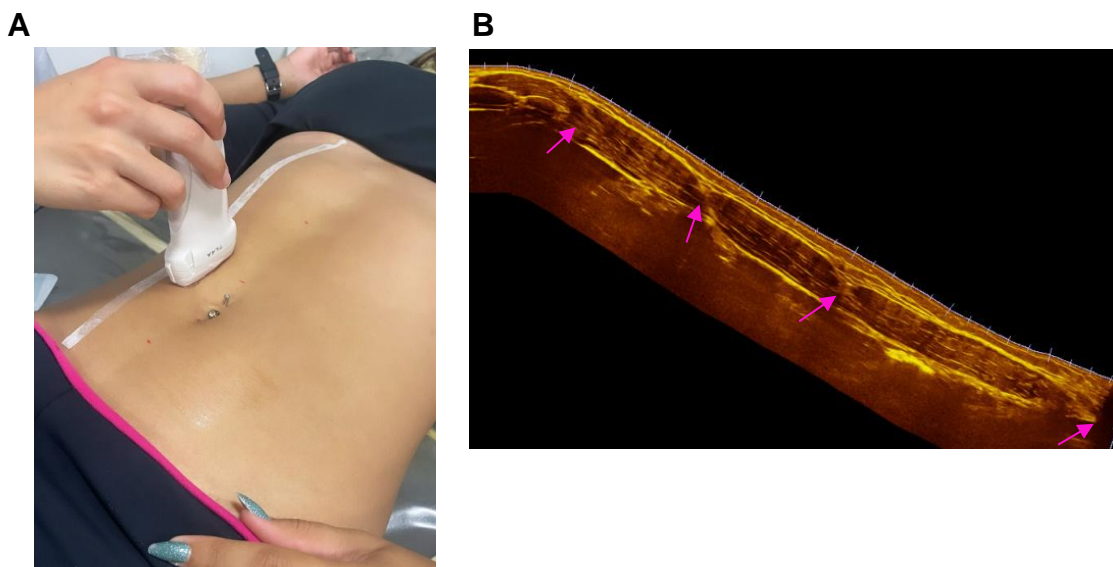
2.4 PROCEDIMENTOS

2.4.1 Sessão 1

Na primeira sessão foram sanadas todas as dúvidas em relação aos procedimentos e sessões de treinamento. Após isso, as voluntárias que concordaram com a pesquisa, assinaram o TCLE e foram submetidas a uma anamnese, com o objetivo de levantar informações a respeito da voluntária e suas possíveis limitações na participação da pesquisa. Em sequência, foram obtidas as medidas de massa corporal, por meio de uma balança digital (Filizola, Brasil) com precisão de 0,1 kg, estatura, por meio de estadiômetro com precisão de 0,5cm (Filizola, Brasil) e o percentual de gordura, realizado de acordo com o protocolo descrito por Jackson e Pollock (1978) para 7 dobras cutâneas.

Ainda nessa sessão foi realizado o mapeamento do RA da voluntária do lado direito, Figura 3.

Figura 3 - Mapeamento do reto abdominal.



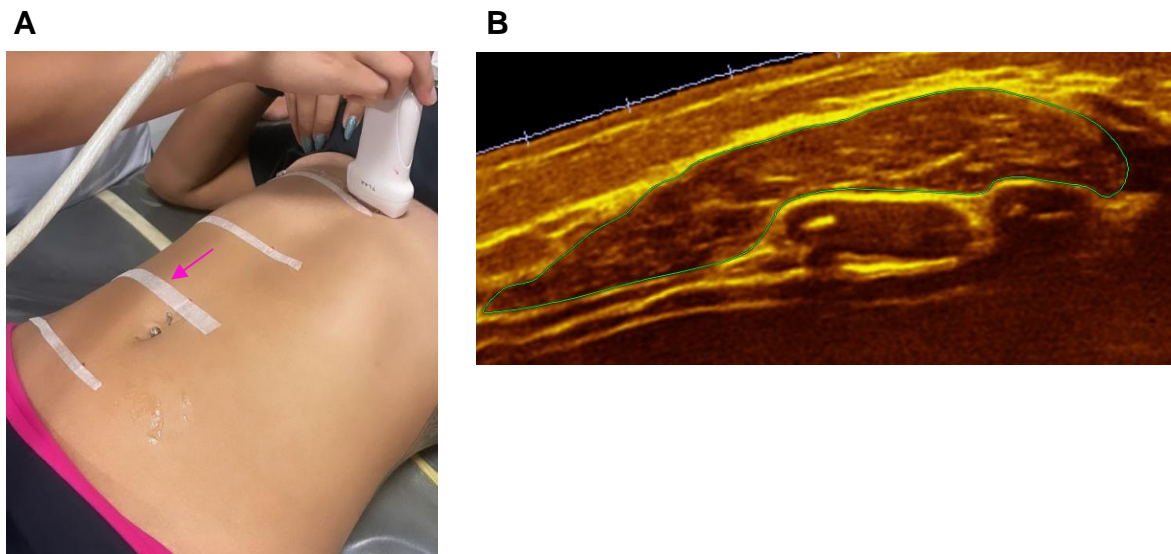
Fonte: Arquivos do LAMUSC.

Legenda: A - Posição para mapeamento do reto abdominal; B - Ventres do reto abdominal; setas sinalizando intersecções do músculo que definem os ventres.

As voluntárias foram posicionadas em decúbito dorsal e com os braços paralelos ao tronco em uma maca localizada ao lado do aparelho de ultrassom para realização do exame de imagem. Inicialmente foi realizada uma imagem panorâmica, ou seja, uma imagem que permitiu a visualização de todo o músculo, a 5 centímetros lateralmente à cicatriz umbilical, garantindo a mesma distância em todo comprimento muscular com auxílio de uma fita, para definir quantidade e a localização do início e fim de cada ventre muscular.

Com a localização inicial e final de cada ventre definida e marcada com o auxílio de uma caneta semipermanente, foi determinado através da média da distância inicial e final, o ponto médio de cada ventre como referencial e realizada no mesmo a AST de cada ventre muscular do RA da voluntária, através de imagem de ultrassom panorâmica. Após este procedimento, foi registrada a imagem de espessura de V3 a 5cm da cicatriz umbilical, sinalizado por uma seta na Figura 4A.

Figura 4 – Registro de AST



Fonte: Arquivos do LAMUSC.

Legenda: A - Posição para registro das AST; seta sinalizando V3; B - Área de secção transversa do V1 do reto abdominal.

A espessura de V3 foi o parâmetro utilizado para subdividir de forma balanceada as voluntárias em cada um dos seguintes grupos: G_{controle} e 2 grupos de treinamento: G_{infra} e G_{supra} . A espessura muscular foi escolhida por ser uma análise mais rápida que a AST e o V3 foi escolhido pois em sua maioria se localiza no ponto mais medial do RA das voluntárias.

Vale ressaltar que todas as avaliações foram executadas pela mesma examinadora e as imagens foram analisadas através do software Radiant de forma manual por 3 avaliadores diferentes para determinação da medida das AST. Após análise dos avaliadores foi retirada a média dos valores encontrados para cada um dos ventres do RA bem determinado como o somatório das medidas de todos os ventres musculares.

Após realizarem a primeira sessão experimental, os dados acerca do VCT e de Prot, foram registrados por meio de um recordatório nutricional de 24 horas, de um dia típico. Posteriormente, estes dados foram calculados pelo Software Dietbox® (versão 8.2.3., online, Brasil). Como referência foram escolhidas as seguintes tabelas de composição de alimentos: Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos (TACO); Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA); Tabela de Composição Nutricional dos Alimentos Consumidos no Brasil. Esses procedimentos foram os mesmos adotados por Silva *et al.* (2023). Para determinar o GET, um recordatório de atividades e exercícios físicos foi realizado, também para um dia típico, categorizando as atividades em múltiplos de equivalentes metabólicos (MET) (Ainsworth *et al.*, 2000) (Da Silva *et al.*, 2022). Como critério de exclusão, as voluntárias não poderiam apresentar um balanço energético negativo e/ou ingestão de proteína abaixo de 1,6 gramas por quilograma de massa corporal total, pois essas são recomendações da International Society of Sports Nutrition (ISSN) para indivíduos envolvidos em programas gerais de condicionamento físico, visando aumento da massa muscular (Kerksick *et al.*, 2018). O balanço energético foi determinado através da diferença entre o GET e o VCT, sendo considerado uma margem percentual de 5% para acomodar possíveis variações na estimativa da ingestão energética (Da Silva *et al.*, 2022). Por fim, não foram excluídas voluntárias, que foram instruídas a manterem a sua alimentação ao longo do estudo.

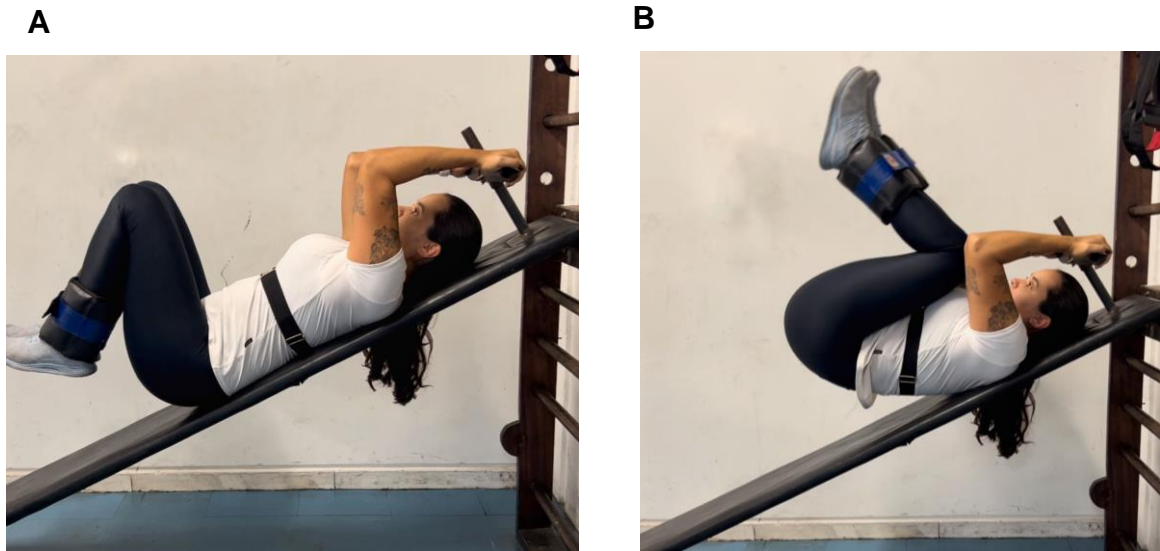
2.4.2 Sessão 2

Nessa sessão foi realizado o teste de 10RM considerando o grupo que cada voluntária foi alocada. O teste contou com o número máximo de três tentativas, pausa de 5 minutos entre as tentativas e progressão gradual do peso mediante percepção das voluntárias e dos avaliadores (aumento mínimo de 1,0 kg). Para a progressão da intensidade nos exercícios foram utilizadas caneleiras e anilhas, para o abdominal

infra 30° e supra respectivamente. Para determinar a amplitude de movimento (ADM) foi colocado um marcador em volta do corpo da voluntária, localizado sobre o processo xifoide, no qual ela deveria retirar da superfície em cada movimento seguindo uma duração das ações musculares, sendo ação muscular concêntrica de 2s e ação excêntrica de 2s. Para auxílio no controle da duração foi utilizado um metrônomo. O peso no exercício foi aumentado progressivamente até que a voluntária não conseguisse realizar a ação concêntrica com ADM e duração das ações musculares determinadas. Desse modo, o valor de 10RM correspondeu ao peso levantado na tentativa anterior.

A execução do abdominal infra 30° foi realizada em decúbito dorsal sobre uma superfície acolchoada com inclinação de 30°, com quadril e joelhos flexionados e pés suspensos, corpo e cabeça repousados e braços posicionados acima da cabeça segurando em um apoio (Figura 5A). O movimento realizado foi a flexão de tronco com inclinação pélvica posterior (Figura 5B). Para progressão de peso foram adicionadas caneleiras na perna da voluntária.

Figura 5 - Execução do abdominal infra 30°

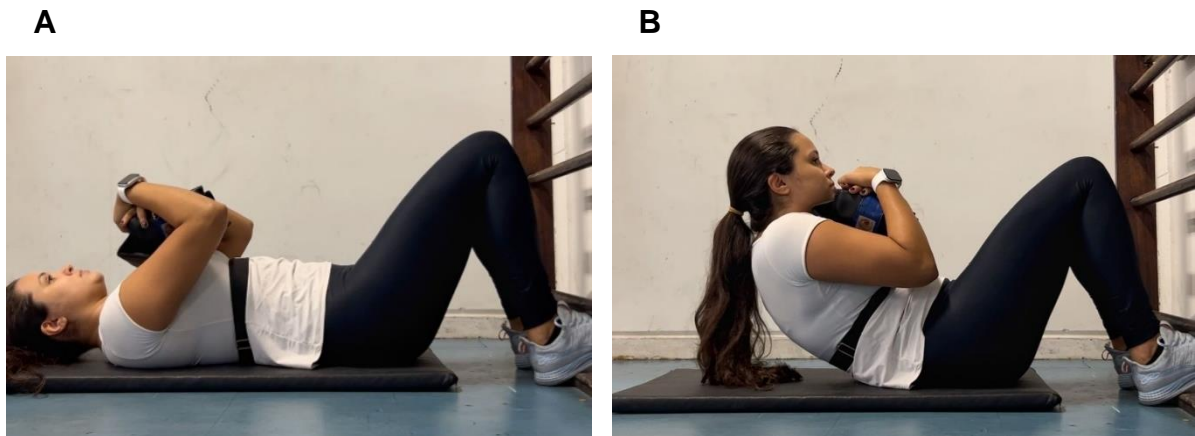


Fonte: Arquivos do LAMUSC.

Legenda: A - Posição inicial abdominal infra 30°; B - Posição final abdominal infra 30°.

Para execução do abdominal supra a voluntária foi posicionada em decúbito dorsal sobre uma superfície acolchoada, quadril e joelhos flexionados e pés no solo e as mãos sobre o peitoral (Figura 6A). O movimento realizado foi a flexão do tronco (Figura 6B). Para aumento do peso foram colocadas anilhas sobre o peitoral da voluntária, de forma que ela conseguisse segurar com os braços.

Figura 6 - Execução do abdominal supra



Fonte: Arquivos do LAMUSC.

Legenda: A - Posição inicial abdominal supra; B - Posição final abdominal supra.

Todos os testes foram supervisionados diretamente por um auxiliar de pesquisa com experiência e treinamento na área do treinamento na musculação para garantir o desempenho determinado e a técnica estabelecida. Todas as voluntárias receberam incentivos verbais semelhantes durante os testes.

2.4.3 Sessão 3 a 29

Após a fase inicial de avaliações e testes, foi iniciado o treinamento, este que ocorreu durante nove semanas, sendo totalizadas 27 sessões de treinamento separadas por 48 a 72 horas. A configuração dos protocolos de treinamento foi adotada de forma a permitir a mesma configuração de número de repetições, séries, pausa e duração da repetição, sendo diferenciados pelo exercício, um grupo abdominal infra 30° e outro abdominal supra no solo.

Assim, os grupos experimentais foram submetidos a protocolos de duas a quatro séries de 10 repetições a 100% de 10RM e uma última série em que a voluntária deveria realizar o número máximo de repetições. A série com repetições máximas foi utilizada para o ajuste do peso para as próximas sessões, sendo

acrescido no mínimo 1kg, quando a voluntária realizasse mais de 20% das repetições pré-estabelecidas, ou seja, mais de 12 repetições na última série. No protocolo de treinamento foram utilizadas pausas de 180s e duração da repetição de 4s, sendo 2s de ação muscular concêntrica e 2s de ação muscular excêntrica. Foi adotado como progressão da carga de treinamento o aumento do número de séries para ambos os grupos, procedimento este baseado em estudo prévio envolvendo hipertrofia muscular (Diniz *et al.* 2020), onde foram iniciadas as sessões um a nove com três séries, sessões 10 a 18 com quatro séries e sessões 19 a 27 com cinco séries.

Pelo menos um assistente de pesquisa com experiência e treinamento na área do treinamento na musculação supervisionou as sessões de treinamento, forneceu incentivo verbal e realizou correções quando necessárias durante as execuções, essas podendo ser relacionados com a duração da repetição, amplitude do movimento e/ou posição dos segmentos corporais.

Exceto por exercícios abdominais, todos os grupos, inclusive G_{controle} , continuaram com a realização dos seus programas de treinamento de força regular.

2.4.4 Sessão 30

Na sessão 30, de 72 a 120 horas após a última sessão de treinamento, sendo que em dois casos específicos ocorreram 168h, as voluntárias foram encaminhadas para uma nova avaliação via ultrassom para registro de AST dos ventres do RA da mesma forma que a sessão um. As voluntárias do G_{controle} também realizaram a avaliação via ultrassom no período correspondente aos grupos experimentais.

2.4.5 Análise Estatística

A normalidade da distribuição e a homogeneidade das variâncias de todas as variáveis utilizadas foram verificadas por meio dos testes Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Todas as variáveis do estudo foram apresentadas em média e desvios padrão. Deve ser ressaltado que os dados de AST pré e pós treinamento foram transformados em respostas relativas $((\text{Pós-teste} - \text{Pré-teste}) / \text{Pré-teste} * 100)$. Para análise estatística do somatório das AST foi realizada uma ANOVA one way e para a análise das respostas de hipertrofia dos ventres musculares entre os grupos foi realizada uma ANOVA two way (grupo X ventre) com medidas repetidas. Para

todas as variáveis analisadas, em caso de presença de um valor significativo de F, foi aplicado o post-hoc de Bonferroni. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados no pacote estatístico SPSS 15.0. O nível de significância adotado foi de 0,05.

3 RESULTADOS

Todas as variáveis apresentaram distribuição normal e homogeneidade das variâncias. Inicialmente, deve-se destacar que no pré-teste todos os grupos apresentaram valores similares de AST em cada ventre ($p>0,05$). A Tabela 2 apresenta os dados descritivos do pré e pós-teste das AST musculares e dos somatórios das AST considerando os grupos em valores absolutos e relativo.

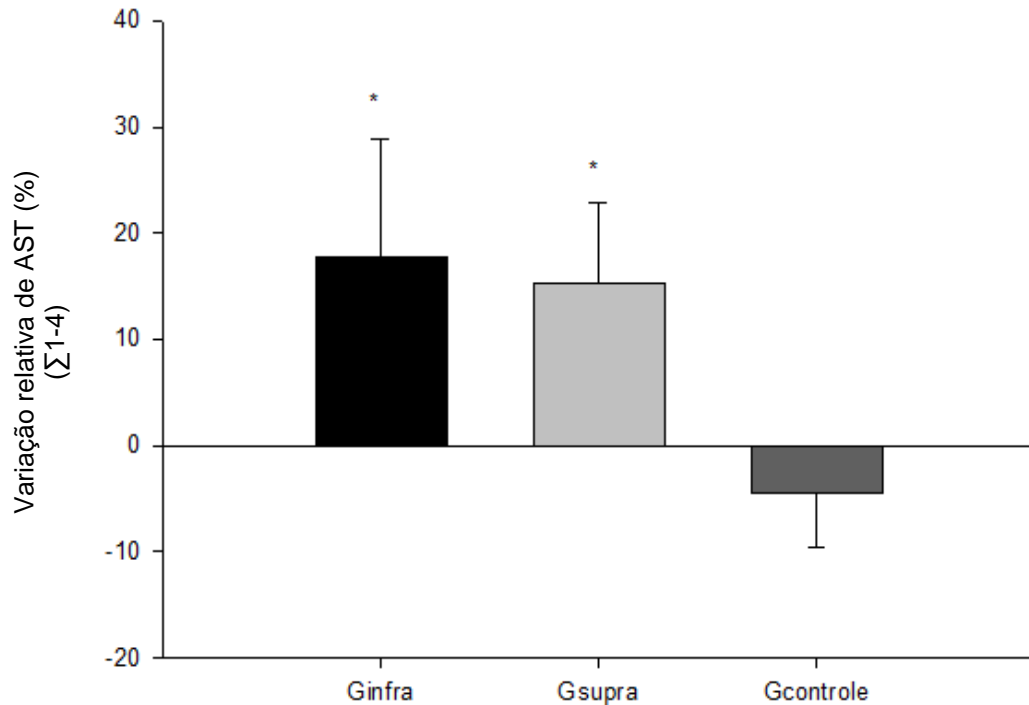
Tabela 2 - Dados descritivos dos Grupos

G_{infra}	Ventre	Pré-teste (cm²)	Pós-teste (cm²)	Varição absoluta (cm²)	Varição relativa (%)
	V1	4,72	5,77	1,05	21,67
	V2	5,11	6,08	0,97	18,42
	V3	5,65	6,60	0,95	17,16
	V4	5,68	6,53	0,85	15,13
	$\Sigma V1-V4$	21,27	24,99	3,82	17,74
G_{supra}	Ventre	Pré-teste (cm²)	Pós-teste (cm²)	Varição absoluta (cm²)	Varição relativa (%)
	V1	4,12	4,84	0,72	20,18
	V2	4,80	5,41	0,61	13,87
	V3	5,18	5,95	0,77	15,41
	V4	5,24	6,00	0,76	14,47
	$\Sigma V1-V4$	19,36	22,23	2,87	15,28
G_{controle}	Ventre	Pré-teste (cm²)	Pós-teste (cm²)	Varição absoluta (cm²)	Varição relativa (%)
	V1	4,43	4,25	-0,17	-3,42
	V2	5,10	4,86	-0,24	-4,53
	V3	5,30	4,82	-0,47	-8,42
	V4	4,96	4,92	-0,04	-0,59
	$\Sigma V1-V4$	19,8	18,86	-0,94	-4,40

Fonte: Elaborada pela autora.

Através da ANOVA *one-way* referente ao somatório das AST dos ventres musculares foi observado um efeito de grupo significativo ($F_{2,33} = 25,18$; $p < 0,01$ e poder $>0,99$).

Gráfico 1 – Variação relativa dos somatórios das AST



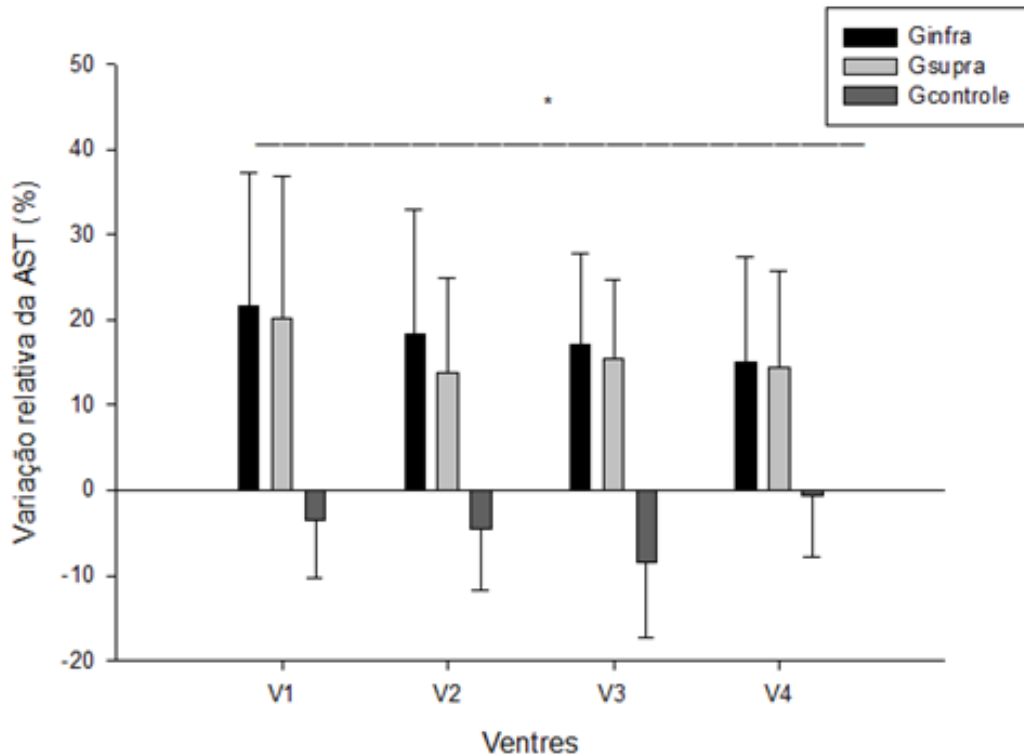
Nota: * Significativamente maiores que o $G_{controle}$ ($p < 0,05$).

Fonte: Elaborada pela autora.

Através do post hoc de Bonferroni foi verificado que os grupos experimentais, G_{infra} (17,74%) e G_{supra} (15,28%) e demonstraram resposta de hipertrofia total do RA significativo ($p < 0,05$) maior que o $G_{controle}$ (-4,40%) após o período de treinamento. Entretanto, não foram verificadas diferenças significativas entre os grupos experimentais ($p = 0,477$).

Na análise das respostas relativas de cada ventre muscular em cada grupo, considerando a resposta da ANOVA *two-way*, foi observado um efeito principal de grupo significativo ($F_{2,33} = 24,829$; $p < 0,01$; poder $> 0,99$). Os efeitos do fator Ventre ($F_{3,99} = 1,972$; $p = 0,123$; poder = 0,494) e interação ($F_{2,33} = 1,112$; $p = 0,361$; poder = 0,421) não foram significantes.

Gráfico 2 – Variação relativa da AST dos ventres do RA



Nota: * G_{infra} e G_{supra} maiores que o G_{controle} ($p < 0,05$).

Fonte: Elaborada pela autora.

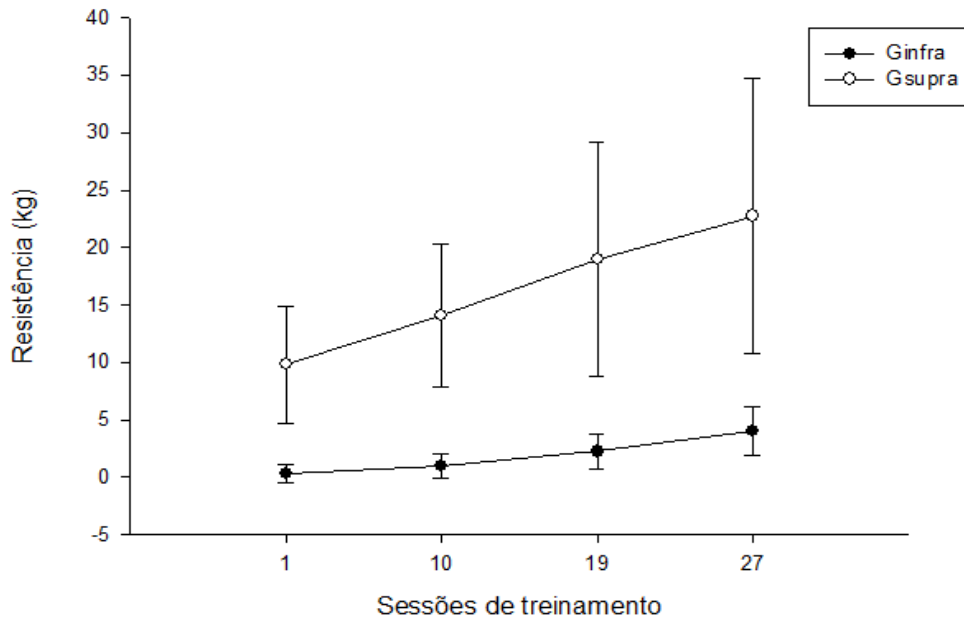
Assim como o somatório da resposta de hipertrofia de todos os ventres, quando comparado individualmente cada ventre, observou-se através do resultado do post hoc que os grupos G_{infra} e G_{supra} apresentaram respostas significativas em todos os ventres comparados com o grupo controle. Porém, não houve diferença significativa entre os grupos experimentais.

3.1 Controle do treinamento

Com intuito de apresentar a progressão da carga de treinamento ao longo das semanas, o peso absoluto de ambos os exercícios assim como o número de repetições realizados nas sessões 1, 10, 19 e 27 estão representados nos gráficos

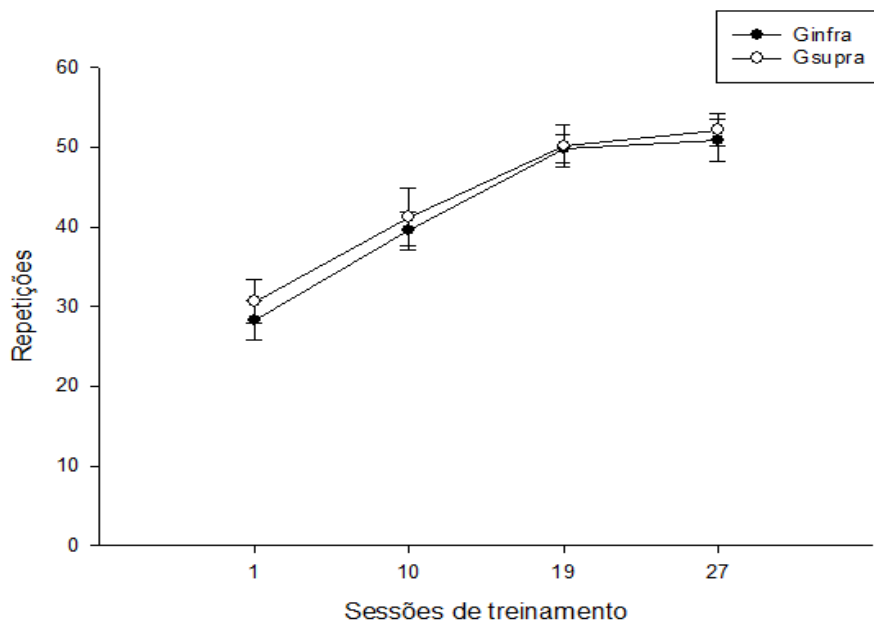
abaixo. Vale ressaltar que essas sessões foram selecionadas devido às seguintes justificativas: a sessão que inicia o treinamento (1), sessões que ocorreram a progressão do número de séries do protocolo (10,19) e sessão final (27).

Gráfico 3 - Resistência utilizada nas sessões de treinamento



Fonte: Elaborada pela autora.

Gráfico 4 – Número de repetições nas sessões de treinamento



Fonte: Elaborada pela autora.

4 DISCUSSÕES

O presente estudo comparou o efeito de protocolos de treinamento de força equiparados (*i.e.*, mesmo número de séries, repetições, pausa e duração das ações musculares), mas diferenciados pelo tipo de exercício executado (*i.e.*, abdominal supra e abdominal infra 30°) nas respostas relativas do somatório das AST de cada uma das quatro regiões (ventres) do RA e das respostas individuais dos ventres. Os resultados demonstraram que ambos os grupos experimentais obtiveram uma resposta de hipertrofia muscular significativa comparado ao grupo controle, mas não foi verificada hipertrofia muscular regionalmente diferente entre grupos.

Variação no Somatório das AST do Reto Abdominal

Com base nos resultados do presente estudo, constatou-se que a hipótese H1 do objetivo 1 foi confirmada, pois os grupos experimentais (G_{infra} e G_{supra}) apresentaram respostas de hipertrofia muscular significativas no RA quando comparados ao G_{controle} . Esta resposta foi esperada e está coerente com a condição a que os grupos experimentais foram submetidos, ou seja, protocolos de treinamento de força sistematizados durante 27 sessões para o músculo RA, enquanto o grupo controle não realizou nenhum exercício para o RA no mesmo período.

O presente estudo não foi delineado para investigar mecanismos associados à hipertrofia muscular. Contudo, estudos prévios demonstraram que a hipertrofia muscular ocasionada pelo exercício ocorre principalmente por dois mecanismos, sendo eles, tensão mecânica e estresse metabólico. Vale ressaltar que, o dano muscular, anteriormente considerado um fator principal (Schoenfeld, 2010), foi reavaliado por estudos recentes, incluindo o de Schoenfeld (2021), que sugere que ele é um subproduto de exercícios intensos e não um mecanismo primário de hipertrofia.

A tensão mecânica ocorre quando os músculos são expostos a cargas que geram estresse sobre as fibras musculares, resultando na ativação de vias de sinalização molecular que promovem a síntese de proteínas musculares (Schoenfeld, 2010; 2016). Para que esse processo ocorra, é necessário que o músculo seja submetido a tensões suficientes durante o treinamento. Estudos indicam que a magnitude da tensão mecânica está diretamente relacionada ao alongamento das fibras musculares e à ativação de sensores mecânicos no tecido muscular, o que gera

uma resposta adaptativa em termos de crescimento muscular (Wackerhage *et al.*, 2019). Além disso, essa tensão não é fixa durante todo o período de treinamento, sendo necessária uma sobrecarga progressiva, ou seja, um aumento gradual da carga ao longo do tempo é essencial para continuar gerando a tensão mecânica necessária para promover o crescimento muscular. Sem essa sobrecarga, o músculo se adapta à carga atual e a hipertrofia é limitada (Schoenfeld, 2016; Morton *et al.*, 2016).

Já o estresse metabólico, de acordo com Schoenfeld (2010), se manifesta como resultado do exercício que depende da glicólise anaeróbica para a produção de ATP, o que resulta no acúmulo subsequente de metabólitos. O mesmo também destaca a alteração no meio hormonal, inchaço celular, produção de radicais livres e aumento da atividade de fatores de transcrição orientados ao crescimento são alguns dos fatores especulados para auxiliarem na resposta de hipertrofia muscular.

Em suma, a hipertrofia muscular é o crescimento do tecido muscular esquelético (Schoenfeld, 2021), essencialmente definida como o aumento da área de secção transversa (AST) do músculo. Vale ressaltar que, essa hipertrofia muscular pode não ser homogênea entre as diferentes regiões de um músculo (Zabaleta-Korta *et al.*, 2020).

Variação nas AST dos Ventres musculares

Foi hipotetizado que ocorreria hipertrofia muscular regional considerando as possíveis respostas diferentes nas regiões ocasionadas pela manipulação de exercícios, como demonstradas através da EMG (Willett *et al.*, 2001; Sarti *et al.*, 1996; Escamilla *et al.*, 2006). Ademais, a possibilidade de existir uma maior tensão mecânica diferenciada nas regiões proximais ou distais do músculo RA modulada pelo tipo de exercício a ser realizado, conduziu para a expectativa de alterações da AST também distintas nas diferentes regiões do músculo RA. Como reportado anteriormente, o $A_{\text{infra}30^\circ}$ realiza um movimento próximo ao tendão distal, origem do RA, enquanto o A_{supra} poderia estimular o tendão proximal, ou seja, na inserção do RA, o que poderia conduzir para a produção de tensões mecânicas diferentes nessas regiões, resultando em hipertrofias regionais de acordo com o exercício realizado.

Entretanto, por meio dos resultados obtidos no presente estudo, a hipótese H1 do objetivo 2 foi rejeitada, pois a alteração de exercícios não foi suficiente para gerar respostas significativamente diferentes de hipertrofia muscular entre as regiões do RA. Como resultado, o presente estudo obteve aumento das AST nas regiões (ventres)

analisadas do RA nos grupos experimentais, porém, não houve interação significativa entre os fatores, ou seja, não houve diferença significantes entre os grupos experimentais em relação a resposta de hipertrofia regional do RA.

A literatura tem apresentado resultados diferentes mediante a modificação dos exercícios. Zabaleta-Korta *et al.* (2021) também verificaram o papel da seleção de exercícios na hipertrofia regional. Nesse estudo em questão, os autores utilizaram os músculos da coxa (reto femoral (RF), vasto lateral (VL) e vasto medial (VM)), para analisarem a resposta de hipertrofia em 25%, 50% e 75% da distância entre o epicôndilo lateral do fêmur e o trocanter maior, sendo que foram utilizadas imagens das AST realizadas por ultrassonografia. Os exercícios utilizados foram o extensor de joelhos e o agachamento guiado. Vinte e sete homens treinados há pelo menos dois anos, completaram um treinamento por cinco semanas, três vezes por semana, totalizando 15 sessões. A carga de treinamento foi de quatro séries de 12 repetições máximas, com 2s de duração para a ação excêntrica, ação concêntrica o mais rápido possível e três a cinco minutos de pausa entre as séries. O grupo extensor de joelhos obteve hipertrofia em todas as regiões analisadas do RF e nenhuma hipertrofia significativa nos VL e VM. Já o grupo agachamento guiado obteve resposta de hipertrofia apenas na região central (50%) do VL. Assim, verifica-se que a manipulação dos exercícios pode ocasionar respostas de hipertrofia regionalmente diferentes. Entretanto, este estudo envolveu exercícios com características diferentes, como por exemplo o agachamento guiado que é um exercício multi-articular e que demanda uma quantidade de massa em sua execução maior que o banco extensor, que é um exercício monoarticular. Pela não similaridade no perfil dos exercícios, uma resposta de hipertrofia diferente dentre os mesmos já poderia ser esperada. Assim como relatado, cada um dos exercícios obteve resposta de hipertrofia em músculos diferentes. Em contrapartida, ambos os exercícios utilizados no presente estudo têm perfis semelhantes e envolvem o mesmo movimento corporal: flexão de tronco. A diferença entre os exercícios está na localização do movimento, onde, $A_{\text{infra}30^\circ}$ realiza movimento próximo à origem do RA e A_{supra} da inserção do RA. Vale ressaltar este fato, pois em comparações de exercícios com características similares, analisar as respostas de hipertrofia muscular regional se faz imprescindível.

No estudo de Maeo *et al.* (2020), foram comparados exercícios com características similares, ambos monoarticulares envolvendo a flexão de joelhos, e analisadas as respostas de hipertrofia muscular regional. Nesta pesquisa foi utilizado

um delineamento intra sujeito e unilateral, em que um membro inferior realizou a flexão de joelhos sentado (banco flexor) e o outro membro a flexão de joelhos em decúbito ventral (mesa flexora). Utilizando uma amostra de 20 (vinte) adultos saudáveis, o estudo teve uma duração de 12 semanas, com realização de duas sessões semanais, totalizando 24 sessões. A carga de treinamento utilizada foi de cinco séries de 10 repetições a uma carga de 70% de 1RM, duração da repetição de 4s, sendo 2s de ação muscular excêntrica e 2s de ação concêntrica, pausa de 120s entre as séries e amplitude de 0°–90° em ambos os exercícios. Como resultado foram encontradas diferenças na hipertrofia regional dos músculos analisados, que em sua maioria, tiveram uma maior resposta de hipertrofia muscular no lado que foi realizada a flexão de joelhos sentado. Na análise de hipertrofia regional mostrou-se uma hipertrofia diferente na cabeça longa do bíceps femoral tanto na região proximal quanto na região distal e no semitendinoso em sua região proximal, onde estes tiveram maior aumento da AST no membro que realizou a flexão de joelhos sentada comparada com deitada em decúbito ventral. Em contrapartida, o semitendinoso na região distal não obteve diferença de aumento de AST significativa entre os exercícios. Maeo *et al.* (2020) destacam que, o principal aspecto para os achados das respostas de hipertrofia regional deste estudo é o comprimento muscular em que cada exercício é realizado.

No estudo apresentado, em que foram analisados os músculos posteriores da coxa, os dois exercícios selecionados realizam o mesmo movimento articular: flexão de joelhos. Porém, nos músculos em que foram observadas respostas de hipertrofia muscular regional maior para a posição flexão de joelhos sentado, os mesmos apresentam um comprimento muscular mais alongado neste exercício, quando comparado com o exercício de flexão de joelhos deitado em decúbito ventral. Se essa variável for realmente crucial para a resposta de hipertrofia regional, a falta de diferenças significativas entre os grupos experimentais do presente estudo poderia ser explicada. No presente, foram selecionados dois exercícios que geram tensão em um comprimento similar do RA, pois ambos têm seu início do movimento em decúbito dorsal e quadril a 90°.

Um aspecto que poderia dificultar para que fossem encontradas diferenças significativas nas respostas de hipertrofia muscular regional seria a técnica da execução do exercício, sendo destacadas as variáveis: duração da repetição, amplitude do movimento e cinemática (Androulakis Korakakis *et al.*, 2024). No presente estudo, a duração da repetição foi controlada durante todo o treinamento

com auxílio do metrônomo. Estudos do mesmo grupo de pesquisa, têm demonstrado que o metrônomo é suficiente para garantir um bom controle desta variável (Diniz *et al.*, 2020). A amplitude de movimento também foi monitorada por aparatos colocados nas voluntárias, sobre o processo xifoide, durante as sessões de treinamento, o que permite garantir que a amplitude de movimento foi mantida dentro do esperado ao longo do período de treinamento. Entretanto, a cinemática específica não pôde ser garantida. A execução desejada (estabelecida) para os exercícios foi demonstrada, explicada e ensinada para as voluntárias durante a familiarização. Além disso, sempre que possível, foram reforçadas e corrigidas durante as sessões iniciais de treinamento. Porém, existiam limitações no padrão de movimento individual das voluntárias, que poderiam estar associadas com a flexibilidade nas articulações do quadril e coluna, além da coordenação motora, que podem ter comprometido a ideia de uma padronização da execução em um grupo com diferentes indivíduos. Esta limitação pode ter interferido no resultado final. Neste sentido, estudos futuros envolvendo o treinamento de força da musculatura RA deverão estabelecer condições cinemáticas mais estáveis e padronizadas entre os indivíduos em estudos de comparação entre grupos de indivíduos.

A flexão de tronco é um movimento multiarticular, onde a coluna vertebral e suas articulações estão envolvidas (McGill, 2010). Com isso, deve ser considerado que cada indivíduo possui um nível diferente de curvatura e/ou flexibilidade nessas articulações. Assim, na execução do exercício abdominal supra é exigido maior flexão da coluna torácica, então, voluntárias com menor curvatura torácica, tiveram dificuldade de fletir a coluna nesse ponto. Sendo assim, realizando um movimento mais linear na coluna torácica, o que demandou de uma maior flexão da coluna lombar e realizado um movimento de flexão de quadril para garantir a amplitude estipulada.

Já o abdominal infra demanda de maiores graus de flexão da coluna lombar. Voluntárias com menor curvatura nessas regiões poderiam realizar maior movimento nas vértebras torácicas e até cervicais para realizar a amplitude determinada. Dessa forma, a cinemática do movimento poderia ser variada entre as voluntárias, o que significa que um mesmo exercício possa apresentar diferentes execuções, possivelmente resultando em diferentes demandas no recrutamento e sincronização das unidades motoras. Sendo assim, apesar dos exercícios selecionados serem diferentes, a depender da execução e articulações envolvidas, as variações da cinemática poderiam resultar em respostas finais semelhantes entre exercícios e, até

mesmo, diferentes no mesmo exercício. Como no presente estudo, o delineamento proposto não envolvia um registro cinemático da execução dos exercícios, esta explicação deve ser considerada apenas em nível especulativo, necessitando que estudos futuros venham a confirmar ou rejeitar esta linha de explicação.

Reforçando o raciocínio apresentado anteriormente sobre o padrão de execução dos exercícios e possíveis respostas distintas ocasionadas por variações nos padrões de execução do A_{infra} e A_{supra} , Sarti *et al.* (1996) observaram usando a EMG que indivíduos que realizaram esses exercícios de forma incorreta, definido por eles como execuções fora dos padrões estabelecidos, em nenhum dos grupos comparados foram encontradas diferenciação na ativação muscular nas regiões inferior e superior do RA. Diferentemente de pessoas com execuções consideradas corretas, ou seja, dentro do padrão estabelecido, as quais de quatro grupos, três obtiveram diferenciação da atividade por meio da EMG nas diferentes regiões de acordo com o exercício, onde A_{infra} obteve maiores atividades por EMG na região inferior e, ao contrário, A_{supra} obteve maiores atividades na região superior. Esses achados corroboram com a influência da cinemática do movimento no resultado final.

Utilizando estas explicações e associando com os resultados do presente estudo, é possível que, a não diferença das respostas de hipertrofia regionalizada no RA possa ser explicada por raciocínios similares. Corroborando com as possíveis respostas similares entre as regiões, Marchetti *et al.* (2011) demonstraram que algumas unidades motoras do RA de diferentes regiões compartilham a mesma inervação. Fato este que, poderia evitar a seletividade no recrutamento do músculo a depender da execução.

Ademais, no presente estudo foram selecionadas mulheres praticantes regulares de musculação há pelo menos seis meses (média $23,97 \pm 15,07$). Entretanto, tal definição não leva em consideração o nível de treinamento da musculatura analisada que, no estudo presente estudo, é o RA. Ao realizar aprofundamento na análise referente ao perfil das voluntárias, em especial, referente ao treinamento realizado com o músculo alvo, o RA, foi possível verificar que: dentre as 36 voluntárias, 10 não realizavam nenhum exercício para o RA no programa de treinamento atual, seis indicaram que realizavam “quase nunca” ou “quando dava”, quatro realizavam até três séries semanais, nove realizavam de quatro a nove séries semanais e sete realizavam mais de 10 séries semanais. Além disso, vale ressaltar que apenas cinco voluntárias relataram acrescentar peso nos exercícios.

Partindo do detalhamento anterior, relativo ao perfil de treinamento realizado com o músculo RA, é possível presumir que o estado inicial das voluntárias possa não ser compatível ao nível de treinadas quando relacionado especificamente ao RA. Fato esse que pode ser capaz de modificar as respostas esperadas para essa determinada musculatura. Segundo Kraemer *et al.* (2002), quando diferentes indivíduos são submetidos a um mesmo protocolo de treinamento de força, os mesmos poderão ter diferentes respostas a depender do nível de treinamento inicial. Além disso, Häkkinen *et al.* (1985) descrevem que as magnitudes e o ritmo das adaptações neurais e de hipertrofia muscular durante o treinamento podem ser diferentes em indivíduos treinados e destreinados.

Como demonstrado, o presente estudo ocorreu por nove semanas com voluntárias que em sua maioria não realizavam um treinamento específico para a musculatura em questão, RA. Sendo assim, como exposto por Diniz *et al.* (2020), por ser um período de treinamento curto, pode ser que o sistema neuromuscular suprisse as exigências mecânicas da tarefa com uma arquitetura muscular ainda “não ideal” ou em processo de modificação. O que expõe a necessidade, principalmente em estudos com amostra destreinada, de serem realizados estudos com períodos de treinamento maiores, principalmente aqueles com hipertrofia regional muscular.

Como limitação expõe-se que, o presente estudo analisou a resposta de hipertrofia apenas do músculo RA em exercícios envolvendo a flexão de tronco, movimento no qual outros músculos, como oblíquo externo e oblíquo interno, também participam do movimento e realizam funções sinergistas ou estabilizadoras, na dependência do exercício. Pensando que a hipertrofia pode ser regional de forma intramuscular e intermuscular nos diferentes músculos que realizam o mesmo movimento, não podemos concluir que esses exercícios realmente não tenham diferença na resposta de hipertrofia regional em todos os flexores do tronco, apenas no músculo RA.

Controle do treinamento: progressão da resistência externa e número total de repetições

Em um dos exercícios realizados no presente estudo, abdominal infra 30°, o peso absoluto utilizado como resistência ao movimento foi menor comparado com o abdominal supra. Entretanto, mesmo com essa diferença, ambos obtiveram respostas significativas e similares de hipertrofia em todos os ventres. Para além de pesos

adicionados aos exercícios para aumentar a resistência externa a ser vencida, deve-se levar em consideração a distribuição das massas dos membros que cada exercício movimentava. No abdominal infra 30° existe a movimentação de toda a massa dos membros inferiores e parte do tronco, já no abdominal supra tem-se a movimentação dos membros superiores, cabeça e parte do tronco. Dessa forma, será desconsiderada aqui a movimentação do tronco, levando em conta que ambos os exercícios utilizam parte desse segmento corporal em sua execução. Segundo o modelo proposto por Dempster (1955), a coxa, perna e pé representam 9,9%, 4,6% e 1,4% respectivamente do peso corporal total, já a cabeça, braço, antebraço e mão representam 8,1%, 2,8%, 1,6%, 0,6% respectivamente, o que nos mostra um valor maior de membros inferiores, considerando que temos duas coxas, pernas e pés. Assim, pode-se considerar um valor total 31,8% da massa corporal total movimentada durante o abdominal infra 30°, quando comparando com membros superiores e cabeça, que somam 18,1% da massa corporal total movimentadas no abdominal supra. Williams e Lissner (1962) corroboram com valores muito similares de distribuição de massa como o modelo proposto por Dempster (1955).

Levando em consideração a caracterização da massa corporal total média da amostra do presente estudo, tem-se que em abdominal infra o peso médio movimentado pelo exercício, sem acréscimo de peso externo, representa 18,93 kg, sendo peso médio da amostra 59,18 kg, em comparação 10,66kg do grupo supra, qual a amostra apresentou um peso médio 58,95 kg. Sendo assim, a média dos pesos dos exercícios nas sessões 1, 10, 19 e 27 seriam 19,26kg, 19,93kg, 21,18kg e 23,01kg no $A_{\text{infra}30^\circ}$ e 20,46kg, 24,74kg, 29,66kg e 33,41kg no A_{supra} . Dessa forma, para a análise dos valores obtidos no Gráfico 3 deve-se considerar esta diferenciação. Adicionalmente, as caneleiras no $A_{\text{infra}30^\circ}$ eram colocadas nas pernas, ficando mais distantes do eixo de rotação ocasionado pelo exercício quando comparado com as anilhas colocadas sobre o esterno das voluntárias no exercício A_{supra} .

A padronização do volume foi garantida em ambos os grupos, ambos realizaram número total de repetições similares durante todo o protocolo de treinamento, assim como os aumentos no número de séries nas sessões estipuladas.

5 CONCLUSÃO

Protocolos de treinamento de força equiparados (i.e., mesmo número de séries, repetições, pausa e duração das ações musculares), mas diferenciados pelo tipo de exercício executado (i.e., abdominal supra e abdominal infra 30°) foram eficazes para gerar resposta de hipertrofia muscular significativas no músculo RA. Entretanto, a manipulação de exercícios não foi o suficiente para ocasionar respostas de hipertrofia muscular regional.

REFERÊNCIAS

AINSWORTH, B. E. *et al.* Compendium of Physical Activities: an update of activity codes and MET intensities. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 32, p. S498–S516, 2000. Supplementum 9. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10993420/>. Acesso em: 24 fev. 2024.

ANDROULAKIS KORAKAKIS, P. *et al.* Optimizing Resistance Training Technique to Maximize Muscle Hypertrophy: a Narrative Review. **Journal of Functional Morphology and Kinesiology**, v. 9, n. 1, p. 9, mar. 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2411-5142/9/1/9>. Acesso em: 15 jan. 2024.

BECK, T.W. The importance of priori sample size estimation in strength and conditioning research. **Strength Cond J.**, v. 27, n. 8, p. 2323-2337, 2013.

FETT, CARLOS A.; FETT, WALÉRIA C. R. Correlação de parâmetros antropométricos e hormonais ao desenvolvimento da hipertrofia e força muscular. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 11, n. 4, p. 27–32, 2003.

SILVA, R. A. D. *et al.* Intermittent Fasting Promotes Weight Loss without Decreasing Performance in Taekwondo. **Nutrients**, v. 15, n. 14, p. 3131, 13 jul. 2023.

DA SILVA, I. P. V. *et al.* Perfil nutricional e da composição corporal de atletas de atletismo / Nutritional and body composition profile of track and field athletes. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 5, n. 3, p. 11408–11423, 17 jun. 2022.

DANCEY, C.P.; REIDY, J. **Estatística sem matemática para psicologia**. Porto Alegre: Artmed, 2006, 608p.

DINIZ, R. C. R. *et al.* Does the Muscle Action Duration Induce Different Regional Muscle Hypertrophy in Matched Resistance Training Protocols? **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 36, n. 9, p. 2371–2380, 1 set. 2022.

EARP, J.E.; NEWTON, R.U.; CORNIE, P.; BLAZEVIK, A.J. Inhomogeneous Quadriceps Femoris Hypertrophy in Response to Strength and Power Training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 47, n. 11, p. 2389-97, 2015.

EARP, J.E.; STUCCHI, D. T.; DEMARTINI, J. K.; ROTI, M.R. Regional surface electromyography of the vastus lateralis during strength & power exercises. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 6, p. 1585-91, 2016.

EMA, R.; WAHAHARA, T.; MIYAMOTO, N.; KANEHISA, H.; KAWAKAMI, Y. Inhomogeneous architectural changes of the quadriceps femoris induced by resistance training. **European Journal of Applied Physiology**, v. 113, n. 11, p. 2691-2703, 2013.

ESCAMILLA, R. F.; *et al.* Electromyographic analysis of traditional and non-traditional abdominal exercises: implications for rehabilitation and training. **Physical Therapy**, v. 86, n. 5, 2006.

HAKKINEN, K. *et al.* EMG, muscle fibre and force production characteristics during a 1-year training period in elite weight-lifters. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 56, n. 4, p. 419–427, 1987.

HUIJING, P. A.; BAAN, G. C. Myofascial force transmission: muscle relative position and length determine agonist and synergist muscle force. **Journal of Applied Physiology**, v. 94, n.3, p. 1092–1107, 2003.

JACKSON, A.S.; POLLOCK, M.L. Generalized equations for predicting body density of men. **British Journal of Nutrition**, v. 40, n. 3, p. 497-504, 1978.

KENDALL, F.; MCCREARY, E.; PROVANCE, P. Muscles, Testing and Function. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 26, n. 8, p. 1070, 1994.

KERKSICK, C. M. *et al.* ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 15, n. 1, p. 38, 5 jan. 2018.

KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A.; FRENCH, D. N. Resistance Training for Health and Performance: **Current Sports Medicine Reports**, v. 1, n. 3, p. 165–171, 2002.

KUBO, K.; IKEBUKURO, T.; YATA, H. Effects of squat training with different depths on lower limb muscle volumes. **European Journal of Applied Physiology**, v. 119, n. 9, p. 1933–1942, 2019.

LEHMAN, G.J.; MCGILL, S. Quantification of the differences in electromyographic activity magnitude between the upper and lower portions of the rectus abdominis muscle during selected trunk exercises. **Physical therapy**, v. 81, n. 5, p. 1096-1101, 2001.

MAEO, S. *et al.* Greater Hamstrings Muscle Hypertrophy but Similar Damage Protection after Training at Long versus Short Muscle Lengths. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 53, n. 4, p. 825, 2 out. 2020.

MAEO, S. *et al.* Triceps brachii hypertrophy is substantially greater after elbow extension training performed in the overhead versus neutral arm position. **European Journal of Sport Science**, v. 23, n. 7, p. 1240–1250, 11 ago. 2022.

MARCHETTI, P. H.; KOHN, A. F.; DUARTE, M. Selective Activation of the Rectus Abdominis Muscle During Low-Intensity and Fatiguing Tasks. **Journal of Sports Science & Medicine**, v. 10, n. 2, p. 322, 1 jun. 2011.

MCGILL, S. Core Training: Evidence Translating to Better Performance and Injury Prevention. **Strength & Conditioning Journal**, v. 32, n. 3, p. 33–46, 2010.

MIYAMOTO, N.; WAKAHARA, T.; EMA, R.; KAWAKAMI, Y. Non-uniform muscle oxygenation despite uniform neuromuscular activity within the vastus lateralis during fatiguing heavy resistance exercise. **Clinical Physiology and Function Imaging**, v. 33, n. 6, p. 463-9, 2013.

MONFORT-PAÑEGO, M.; VERA-GARCÍA F. J.; SÁNCHEZ-ZURIAGA, D.; SARTI-MARTÍNEZ, M. A. Electromyographic studies in abdominal exercises: a literature synthesis. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 32, n. 3, p.232-244, 2009.

MORTON, R. W. et al. Neither load nor systemic hormones determine resistance training-mediated hypertrophy or strength gains in resistance-trained young men. **Journal of Applied Physiology**, v. 121, n. 1, p. 129–138, 2016.

PEDROSA, G. F. et al. Partial range of motion training elicits favorable improvements in muscular adaptations when carried out at long muscle lengths. **European Journal of Sport Science**, v. 21, n. 11, p. 1521–1531, 2021.

PEDROSA, G. F. et al. Training in the Initial Range of Motion Promotes Greater Muscle Adaptations Than at Final in the Arm Curl. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 33, n. 1, p. 36–47, 2023.

PIERING, A. W. et al. Electromyographic analysis of four popular abdominal exercises. **Journal of athletic training**, v. 28, p. 120–6, 1993.

RIBEIRO, E. M. F. T. **Comparação da eficácia de dois testes de abdominais através da análise electromiográfica**. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Ciências do Desporto e Educação Física). 2004/2005. Universidade de Coimbra, Coimbra. Disponível em: <
<https://core.ac.uk/download/pdf/43567009.pdf> >. Acesso em: 14 de jul. de 2022.

RUBINSTEIN, E.; CARDOSO, M. A. **Paredes do abdome**. Aula ministrada a Anatomia Médica II, do Departamento de Morfologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, 2007. Disponível em: https://sites.icb.ufmg.br/morfologia/anatmed/paredes_do_abdome.htm. Acesso em: 14 de jul. de 2022.

SANCHIS-MOYSI, J.; IDOATE, F.; DORADO, C.; ALAYÓN, S.; CALBET, J. A. L. Large Asymmetric Hypertrophy of Rectus Abdominis Muscle in Professional Tennis Players. **PLoS ONE**, v.5, n. 12, e15858, 2010.

SANDS, W. A.; MCNEAL, J. R. A kinematic comparison of four abdominal training devices and a traditional abdominal crunch. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 16, n. 1, p. 135-141, 2002.

SARTI, M.A.; MONFORT M.; FUSTER M.A.; VILLAPLANA L.A. Muscle activity in upper and lower rectus abdominus during abdominal exercises. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.77, p.1293-7, 1996.

SCHOENFELD, B. J. The Mechanisms of Muscle Hypertrophy and Their Application to Resistance Training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 10, p. 2857–2872, 2010.

SCHOENFELD, B. J.; OGBORN, D.; KRIEGER, J. W. Effects of Resistance Training Frequency on Measures of Muscle Hypertrophy: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 46, n. 11, p. 1689–1697, 2016.

SCHOENFELD, B. J. et al. Loading Recommendations for Muscle Strength, Hypertrophy, and Local Endurance: A Re-Examination of the Repetition Continuum. **Sports Medicine**, v. 51, n. 8, p. 1651–1672, 2021.

VIGOTSKY, A. D. et al. Interpreting Signal Amplitudes in Surface Electromyography Studies in Sport and Rehabilitation Sciences. **Frontiers in Physiology**, v. 9, p. 1–15, 2018.

WACKERHAGE, H. et al. Stimuli and sensors that initiate skeletal muscle hypertrophy following resistance exercise. **Sports Medicine**, v. 49, n. 6, p. 1–12, 2019.

WILLETT, G. M.; HYDE, J. E.; UHRLAUB, M. B.; WENDEL, C. L.; KARST, G. M. Relative activity of abdominal muscles during commonly prescribed strengthening exercises. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.15, n. 4, p.480-485, 2001.

ZABALETA-KORTA, A. et al. Regional Hypertrophy: The Effect of Exercises at Long and Short Muscle Lengths in Recreationally Trained Women. **Journal of Human Kinetics**, v. 88, 5 jun. 2023.

ZABALETA-KORTA, A. et al. The role of exercise selection in regional Muscle Hypertrophy: A randomized controlled trial. **Journal of Sports Sciences**, v. 39, n. 20, p. 2298–2304, out. 2021.