

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA - FEELT  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
BIOMÉDICA - PPGEB/UFU

JOSÉ DUARTE NAVES JUNIOR

**ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA DE MÚSCULOS DO *CORE* E RETO  
FEMORAL NO EXERCÍCIO ABDOMINAL TRADICIONAL E COM  
EQUIPAMENTO *AB MAX GENIS*<sup>®</sup>**

UBERLÂNDIA - MG

2024

JOSÉ DUARTE NAVES JUNIOR

**ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA DE MÚSCULOS DO *CORE* E RETO  
FEMORAL NO EXERCÍCIO ABDOMINAL TRADICIONAL E COM  
EQUIPAMENTO *AB MAX GENIS*<sup>®</sup>**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica da Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Adriano Alves Pereira

UBERLÂNDIA-MG

2024

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU  
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

|              |   |
|--------------|---|
| N323<br>2024 | <p>Naves Júnior, José Duarte, 1989-<br/>ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA DE MÚSCULOS DO CORE E RETO FEMORAL NO EXERCÍCIO ABDOMINAL TRADICIONAL E COM EQUIPAMENTO AB MAX GENIS® [recurso eletrônico] / José Duarte Naves Júnior. - 2024.</p> <p>Orientador: Adriano Alves Pereira.<br/>Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Engenharia Biomédica.<br/>Modo de acesso: Internet.<br/>Disponível em: <a href="http://doi.org/10.14393/ufu.di.2024.409">http://doi.org/10.14393/ufu.di.2024.409</a><br/>Inclui bibliografia.<br/>Inclui ilustrações.</p> <p>1. Engenharia biomédica. I. Pereira, Adriano Alves, 1964-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em Engenharia Biomédica. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU: 62:61</p> |
|--------------|---|

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:

Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091  
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



## ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

|                                    |   |                 |       |                       |       |
|------------------------------------|---|-----------------|-------|-----------------------|-------|
| Programa de Pós-Graduação em:      | Engenharia Biomédica  |                 |       |                       |       |
| Defesa de:                         | Dissertação de Mestrado Acadêmico, 106, PPGEB   |                 |       |                       |       |
| Data:                              | vinte e oito de junho de dois mil e vinte e quatro  | Hora de início: | 14:00 | Hora de encerramento: | 15:45 |
| Matrícula do Discente:             | 12022EBI008   |                 |       |                       |       |
| Nome do Discente:                  | José Duarte Naves Junior  |                 |       |                       |       |
| Título do Trabalho:                | Atividade Eletromiográfica de Músculos do Core e Reto Femoral no Exercício Abdominal Tradicional e com Equipamento Ab Max Genis®                  |                 |       |                       |       |
| Área de concentração:              | Engenharia Biomédica  |                 |       |                       |       |
| Linha de pesquisa:                 | Engenharia Clínica, Desenvolvimento e Avaliação de Tecnologias em Saúde   |                 |       |                       |       |
| Projeto de Pesquisa de vinculação: | Comparação da atividade eletromiográfica de músculos abdominais e reto femoral no exercício abdominal tradicional e com equipamento AB MAX GENIS® |                 |       |                       |       |

Reuniu-se, por Vídeo conferência, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica, assim composta: Professores Doutores: Frederico Balbino Lizardo - ICBIM/UFU; Anselmo Alves de Oliveira - UNIARAXÁ; Adriano Alves Pereira - PPGEB/UFU orientador do candidato.

Iniciando os trabalhos o presidente da mesa, Dr. Adriano Alves Pereira, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato, agradeceu a presença do público, e concedeu ao discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir, o senhor presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos examinadores, que passaram a arguir o candidato. Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o candidato:

Aprovado.

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Adriano Alves Pereira, Professor(a) do Magistério Superior**, em 28/06/2024, às 15:51, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Frederico Balbino Lizardo, Professor(a) do Magistério Superior**, em 28/06/2024, às 15:51, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Anselmo Alves de Oliveira, Usuário Externo**, em 28/06/2024, às 15:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://www.sei.ufu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **5497893** e o código CRC **A8FFBD91**.

**Referência:** Processo nº 23117.041829/2024-36

SEI nº 5497893

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esse trabalho aos meus pais, minha namorada, minha família e amigos.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer meus pais, Magna e José, e minha namorada, Jéssica, por me apoiarem nesse período diferente da minha vida, foram muito importantes nesse momento.

Agradecer meu orientador, Prof. Dr. Adriano Alves Pereira, que me aceitou como orientando e me auxiliou muito nessa jornada. Ao longo de todo tempo que conheço o Prof. Adriano, ele sempre foi uma pessoa que me inspirou muito, tenho todo o respeito por ele.

Agradecer imensamente o Prof. Dr. Frederico Balbino Lizardo, aceitou me coorientar nesse processo, grande responsável pela realização deste trabalho.

Agradecer aos meus amigos Bárbara Gama, Fábio Clemente, Felipe Rodrigues, Franciel Arantes e Mário Eduardo que também estiveram presentes nesse momento, seja nos Laboratórios da FAEFI, ou nos encontros voltados ao estudo da Eletromiografia.

Agradecer imensamente a todos os voluntários que participaram da pesquisa, sem eles a mesma não seria possível.

E agradecer a Universidade Federal de Uberlândia, a Faculdade de Engenharia Elétrica, o Programa de Pós Graduação em Engenharia Biomédica e Instituto de Ciências Biomédicas, por ter me proporcionado a oportunidade de estudar, trabalhar e realizar esse importante estudo.

A todos, muito obrigado!

## RESUMO

Os equipamentos comerciais para exercícios abdominais são projetados para fornecer suporte e resistência adequados durante os movimentos de fortalecimento dos músculos abdominais. Alguns estudos têm mostrado resultados positivos em relação ao fortalecimento dos músculos abdominais com o uso desses equipamentos. Este estudo objetivou avaliar e comparar a atividade eletromiográfica dos músculos Reto do Abdome parte Superior (RAS) e Inferior (RAI), Oblíquo Externo do Abdome (OE), e Reto Femoral (RF) durante o exercício abdominal tradicional (ET) e no exercício com a utilização do equipamento *Ab Max Genis*<sup>®</sup>. Uma amostra de conveniência composta por 15 voluntários do gênero masculino, fisicamente ativos, com idade média  $22 \pm 3.36$  anos, massa corporal  $69.79 \pm 10.72$ kg, estatura  $177.80 \pm 8.46$ cm, percentual de gordura  $12,01 \pm 3.79\%$  e com o mínimo de um ano de prática de treinamento resistido. Os dados eletromiográficos foram coletados durante cinco repetições em cada exercício abdominal (ET e no *Ab Max Genis*<sup>®</sup> nos níveis AB1, AB2, AB3 e AB4). Foram utilizados eletrodos de superfície diferenciais simples para captação do sinal eletromiográfico, eletromiógrafo computadorizado (EMG System do Brasil EMG800RF), e o sinal obtido foi quantificado pela raiz quadrada da média (Root Mean Square – RMS) e normalizado (RMSn) pela contração isométrica voluntária máxima (CIVM). Foi realizado o teste de normalidade e o de esfericidade, caso a esfericidade não fosse confirmada, seria aplicado o ajuste de Greenhouse-Geisser. A análise de variância de medidas repetidas de um fator (ANOVA) foi utilizada para comparação dos valores médios de RMS normalizado (RMSn) do mesmo músculo em diferentes exercícios; em todas as análises foi realizado o teste de comparações múltiplas de *Bonferroni* para apontar eventuais diferenças. Os resultados demonstram que a atividade EMG no equipamento *Ab Max Genis*<sup>®</sup> foi menor no músculo RAS, similar no músculo RAI e maior no músculo OE (AB3 e AB4) em comparação ao ET, no entanto, foi constatado que a atividade do músculo RF no aparelho foi significativamente maior em relação ao ET. Dessa maneira, conclui-se que o exercício abdominal tradicional prioriza o recrutamento dos músculos abdominais minimizando a atividade dos músculos flexores de quadril, um fator de grande importância na sua escolha quando comparado ao equipamento *Ab Max Genis*<sup>®</sup>, principalmente para pessoas que têm uma musculatura abdominal fraca e problemas na região lombar da coluna vertebral.

**Palavras chave:** Eletromiografia; Treinamento Resistido; Reto do Abdome; Oblíquo Externo; Saúde; Lombalgia.

## ABSTRACT

Commercial abdominal exercise equipment is designed to provide adequate support and resistance during abdominal muscle strengthening movements. Some studies have shown positive results regarding abdominal muscle strengthening with the use of these equipments. This study aimed to evaluate and compare the electromyographic activity of the Upper Abdominal Rectus (UAR) and Lower Abdominal Rectus (LAR), External Oblique Abdominus (EOA), and Rectus Femoris (RF) muscles during traditional abdominal exercise (TE) and exercise using the *Ab Max Genis*<sup>®</sup> equipment. A convenience sample composed of 15 physically active male volunteers, with a mean age of  $22 \pm 3.36$  years, body mass of  $69.79 \pm 10.72$  kg, height of  $177.80 \pm 8.46$  cm, body fat percentage of  $12.01 \pm 3.79\%$ , and with a minimum of one year of resistance training practice, participated in the study. Electromyographic data were collected during five repetitions of each abdominal exercise (TE and *Ab Max Genis*<sup>®</sup> at levels AB1, AB2, AB3, and AB4). Simple differential surface electrodes were used to capture the electromyographic signal, a computerized electromyograph (EMG System do Brasil EMG800RF) was used, and the obtained signal was quantified by the root mean square (RMS) and normalized (RMSn) by the maximum voluntary isometric contraction (MVIC). The normality test and sphericity test were conducted; if sphericity were not confirmed, the Greenhouse-Geisser adjustment would be applied. One-way repeated measures analysis of variance (ANOVA) was used to compare the mean normalized RMS (RMSn) values of the same muscle in different exercises; in all analyses, the Bonferroni multiple comparisons test was performed to identify any differences. The results demonstrate that EMG activity in the *Ab Max Genis*<sup>®</sup> equipment was lower in the UAR muscle, similar in the LAR muscle, and higher in the EOA muscle (AB3 and AB4) compared to TE; however, it was found that RF muscle activity in the equipment was significantly higher compared to TE. Thus, it is concluded that traditional abdominal exercise prioritizes the recruitment of abdominal muscles while minimizing hip flexor muscle activity, a factor of great importance in its choice when compared to the *Ab Max Genis*<sup>®</sup> equipment, especially for individuals with weak abdominal musculature and lumbar spine problems.

Keywords: Electromyography; Resistance Training; Rectus Abdominis; External Oblique; Health; Low Back Pain.

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1</b> – Posicionamento dos eletrodos nos músculos RAS, RAI, OE e RF.....   | 29 |
| <b>Figura 2</b> – Posição do teste de CIVM de flexão de tronco.....  | 31 |
| <b>Figura 3</b> – Posição do teste de CIVM de flexão lateral de tronco.....  | 32 |
| <b>Figura 4</b> – Posição do teste de CIVM de extensão de perna.....   | 33 |
| <b>Figura 5</b> – Posição do teste de CIVM de flexão de coxa.....  | 34 |
| <b>Figura 6</b> – Sinal EMG e curva força-tempo durante o teste de CIVM.....   | 34 |
| <b>Figura 7</b> – Exercício abdominal tradicional.....   | 35 |
| <b>Figura 8</b> – Equipamento comercial <i>Ab Max Genis</i> <sup>®</sup> .....   | 36 |
| <b>Figura 9</b> – Exercício no equipamento <i>Ab Max Genis</i> <sup>®</sup> . A: Posição 1. B: Posição 2. C: Posição 3 e D: Posição 4.....             | 37 |
| <b>Figura 10</b> – Sinal EMG durante a coleta no exercício abdominal tradicional e os exercícios no equipamento <i>Ab Max Genis</i> <sup>®</sup> ..... | 37 |

## LISTA DE TABELAS

**TABELA 1** - Descrição dos valores de caracterização da amostra das variáveis: idade (anos), estatura (cm), massa corporal (kg), percentual de gordura corporal (%).Uberlândia-MG, 2023.....27

**TABELA 2** - Média e erro padrão da força máxima (Kgf) durante os testes de Contração Isométrica Voluntária Máxima (CIVM): Flexão do Tronco (FT), Flexão Lateral do Tronco (FL), Flexão da Coxa (FC) e Extensão da Perna (EP). Uberlândia-MG, 2023.....39

**TABELA 3** - Média (erro padrão) e intervalo de confiança (90% IC) do RMSn (% CIVM) nos diferentes exercícios abdominais: Exercício tradicional (ET); *Ab Max Genis*<sup>®</sup> níveis 1 (AB1), 2 (AB2), 3 (AB3) e 4 (AB4). Uberlândia-MG, 2023.....42

**TABELA 4** - Mediana e valores mínimos e máximos do RMSn (% CIVM) nos diferentes exercícios abdominais: Exercício tradicional (ET); *Ab Max Genis*<sup>®</sup> níveis 1 (AB1), 2 (AB2), 3 (AB3) e 4 (AB4). Uberlândia-MG, 2023.....43

## LISTA DE GRÁFICOS

**Gráfico 1** - Comparação dos valores de RMSn (% CIVM) do músculo Reto do Abdome - parte superior (RAS) durante os exercícios abdominais: tradicional (ET), *Ab Max Genis*<sup>®</sup> nos níveis 1 (AB1), 2 (AB2), 3 (AB3) e 4 (AB4).....40

**Gráfico 2** - Comparação dos valores de RMSn (% CIVM) do músculo Reto do Abdome – parte inferior (RAI) durante os exercícios abdominais: tradicional (ET), *Ab Max Genis*<sup>®</sup> nos níveis 1 (AB1), 2 (AB2), 3 (AB3) e 4 (AB4).....40

**Gráfico 3** - Comparação dos valores de RMSn (% CIVM) do músculo Oblíquo Externo Abdome (OE) durante os exercícios abdominais: tradicional (ET), *Ab Max Genis*<sup>®</sup> nos níveis 1 (AB1), 2 (AB2), 3 (AB3) e 4 (AB4).....41

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**%** = Porcentagem

**%GC** = Porcentagem de gordura corporal

**°C** = Graus Celsius

**AB1** = *Ab Max Genis*<sup>®</sup> nível 1

**AB2** = *Ab Max Genis*<sup>®</sup> nível 2

**AB3** = *Ab Max Genis*<sup>®</sup> nível 3

**AB4** = *Ab Max Genis*<sup>®</sup> nível 4

**Ag/AgCl** = Prata/Cloreto de prata

**BF** = Músculo Bíceps Femoral

**BIA** = Bioimpedância

**CIVM** = Contração Isométrica Voluntária Máxima

**cm** = Centímetro

**CNS** = Conselho Nacional de Saúde

**dB** = Decibel

**EE** = Músculo Ereter da Espinha

**EIAS** = Espinha ilíaca anterossuperior

**EMG** = Eletromiografia

**EP** = Extensão de perna

**ET** = Exercício Tradicional

**FAEFI** = Faculdade de Educação Física e Fisioterapia

**HZ** = Hertz

**ICC** = Índice de correlação intraclasse

**IPAQ** = Questionário de índice de capacidade física

**kg** = Quilograma

**kgf** = Quilograma força

**LABEP** = Laboratório de Eletromiografia e Posturografia

**LAS** = Transverso do Abdome + Oblíquo Interno

**LD** = Músculo Latíssimo do Dorso

**MG** = Minas Gerais

**n** = Número da amostra

**OE** = Músculo Oblíquo Externo

**OI** = Músculo Oblíquo Interno

**PM** = Músculo Peitoral Maior

**PV** = Músculo Paravertebral

**RA** = Músculo Reto do Abdome

**RAI** = Músculo Reto do Abdome Inferior

**RAS** = Músculo Reto do Abdome Superior

**RF** = Músculo Reto Femoral

**RF-EP** = Músculo Reto Femoral com normalização pela extensão de perna

**RF-FC** = Músculo Reto Femoral com normalização pela flexão de coxa

**RMS** = *Root Mean Square*

**RMSn** = *Root Mean Square* normalizado

**SENIAM** = *Surface EMG for Non-Invasive Assessment of Muscles*

**TA** = Músculo Transverso do Abdome

**TB** = Músculo Tríceps Braquial

**TCLE** = Termos de Consentimento Livre e Esclarecido

**TRX** = *Suspension Training*

**UFU** = Universidade Federal de Uberlândia

**VL** = Músculo Vasto Lateral

**VM** = Músculo Vasto Medial

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| <b>1 – INTRODUÇÃO</b> .....   | 15 |
| <b>2 – OBJETIVOS</b> .....  | 17 |
| 2.1 – Objetivo geral.....   | 17 |
| 2.2 – Objetivos específicos.....  | 17 |
| <b>3 – REVISÃO DE LITERATURA</b> .....                                    | 18 |
| 3.1 – Aspectos morfológicos dos músculos RA, OE, e RF.....                | 18 |
| 3.2 – Estudos de EMG em exercícios abdominais .....                       | 19 |
| <b>4 – MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....                                      | 26 |
| 4.1 – Caracterização do estudo.....                                       | 26 |
| 4.2 – População e Amostra.....  | 26 |
| 4.3 – Avaliação antropométrica.....                                       | 27 |
| 4.4 – Avaliação do índice de atividade física e incapacidade lombar ..... | 28 |
| 4.5 – Eletromiografia.....  | 28 |
| 4.6 – Procedimento experimental.....                                      | 30 |
| 4.7 – Análise dos dados.....  | 38 |
| 4.8 – Análise Estatística .....   | 38 |
| <b>5 – RESULTADOS</b> .....   | 39 |
| 5.1 – Coeficiente de correlação interclasse .....                         | 39 |
| 5.2 – Exercícios Abdominais .....   | 39 |
| 5.3 – Normalização do RF.....   | 43 |
| <b>6 – DISCUSSÃO</b> .....  | 44 |
| <b>7 – CONCLUSÃO</b> .....  | 49 |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....                                   | 50 |

## 1. INTRODUÇÃO

Os equipamentos comerciais para exercícios abdominais são projetados para fornecer suporte e resistência adequados durante os movimentos de fortalecimento dos músculos abdominais. Eles oferecem uma variedade de opções e exercícios que visam trabalhar diferentes músculos abdominais, como os músculos mais superficiais, Reto do Abdome (RA), o Oblíquo Externo do Abdome (OE) e Oblíquo Interno do Abdome (OI) e os músculos profundos do *core* (ESCAMILLA et al., 2010).

O *core* (núcleo) é definido como a região do tronco que inclui partes do sistema esquelético (caixa torácica, coluna vertebral, cingulos do membro superior e inferior), tecidos passivos associados (cartilagens e ligamentos) e os músculos que produzem e controlam os movimentos nessa região do corpo (WILLARDSON, 2017).

Os músculos abdominais que compõem o *core* são de extrema importância para as funções de sustentação e contenção do conteúdo abdominal, além de auxiliarem na expiração, defecação, micção, vômito e parto (MOORE et al., 2014). Além disso, o músculo RA possui papel importante na postura normal da pelve, sendo responsável indiretamente pela curvatura da coluna lombar e de grande importância na postura corporal (WEINECK, 2013).

Sendo assim esses equipamentos comerciais voltados para o treinamento da musculatura abdominal podem ser úteis para pessoas que desejam diversificar seus treinos abdominais, aumentar a intensidade dos exercícios e aprimorar a técnica de execução (WILLARDSON, 2017). Eles também podem ser benéficos para aqueles que necessitam de apoio adicional, como pessoas com lesões nas costas ou iniciantes que ainda não possuem força suficiente para realizar exercícios abdominais no solo (KIM; OH, 2015; AZUMA et al., 2017).

A eficácia dos equipamentos comerciais para exercícios abdominais pode variar de acordo com o tipo de equipamento e a forma como ele é utilizado. Alguns estudos têm mostrado resultados contraditórios em relação ao fortalecimento dos músculos abdominais com o uso desses equipamentos.

Equipamentos como *Ab Lounge* (NELSON, BENT-FORSYTHE E ROOPCHAND-MARTIN, 2012), *Ab Swing* (LIZARDO; SOUSA; FACURY NETO, 2009), *Ab Twister*, *Ab Rocker* e *Ab Doer* (ESCAMILLA et al., 2006b) e *Perfect Abs Roller*, *Ab Scissor* e *6-Second Abs* (STERNLICHT et al., 2005), Plataforma Vibratória (GOMES et al., 2021), *5 minutes shaper*<sup>®</sup> (SILVA et al., 2020), *Rock Gym*<sup>®</sup> (GREGORIO et al., 2020), produziram ativação EMG dos músculos abdominais semelhantes ou significativamente menor do que o abdominal tradicional. Por outro lado, os equipamentos *Ab Slide* (ESCAMILLA et al., 2006b, YODAS

et al., 2008), *Torso Track* (ESCAMILLA et al., 2006b), *Ab One* (STERNLICHT et al., 2005), *TRX*<sup>®</sup> (MACEDO, 2021) produziram ativação EMG dos músculos abdominais significativamente maior do que o abdominal tradicional.

Um novo equipamento lançado no mercado, o *Ab Max Genis*<sup>®</sup>, possui quatro níveis de intensidade (AB1, AB2, AB3 e AB4), cada nível corresponde à uma intensidade diferente no exercício. O equipamento possui um sistema de molas que produzem uma resistência na fase excêntrica do movimento abdominal, fazendo com que quem está executando o movimento tenha que aplicar uma força para vencer a resistência. Durante a prática do exercício, o sujeito ficará sentado no equipamento com o tronco apoiado em uma parte móvel, o que possibilita realizar movimentos de extensão e flexão do tronco, simulando assim o movimento do exercício abdominal tradicional (ET).

O ET, realizado com flexão parcial do tronco até que as escápulas sejam elevadas do solo, na posição de decúbito dorsal com quadril e joelhos flexionados e os pés apoiados no solo (exercício supra-abdominal), é um exercício que trabalha os músculos abdominais, em especial o RA, reduz atividade dos músculos flexores da coxa (SILVA et al., 2020) e minimiza a compressão e o estresse nas vértebras lombares, além de ser um exercício popular no treinamento resistido (ESCAMILLA et al., 2010).

Dessa forma, existe a necessidade de estudos científicos que avaliem a ativação muscular no exercício abdominal com o equipamento *Ab Max Genis*<sup>®</sup> em comparação com o ET. Nesse contexto, a eletromiografia de superfície representa uma ferramenta de avaliação inicial para estabelecer diferenças agudas na ativação muscular entre esses exercícios, demonstrando a magnitude e o padrão de ativação muscular em diferentes exercícios e variações de movimento, proporcionando uma base teórica para consumidores e para o direcionamento de programas de prevenção, reabilitação e treinamento esportivo que objetivam o desenvolvimento e fortalecimento da região abdominal (VERA-GARCIA et al., 2013; GREGORIO, 2020).

A hipótese deste estudo é de que o exercício abdominal no equipamento *Ab Max Genis*<sup>®</sup> produzirá maior ativação muscular dos músculos abdominais quando comparado ao exercício tradicional, devido ao aumento da amplitude da articulação do quadril e pelos diferentes níveis de intensidade.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar e comparar a atividade eletromiográfica dos músculos Reto do Abdome parte Superior (RAS) e Reto do Abdome parte parte Inferior (RAI), Oblíquo Externo do Abdome (OE), e Reto Femoral (RF) durante o exercício abdominal tradicional e com a utilização do equipamento *Ab Max Genis*<sup>®</sup>.

### **2.2 Objetivos específicos**

- a) Verificar o nível de atividade EMG do grupo muscular flexor do tronco (RAS, RAI e OE) e RF no exercício abdominal tradicional.
- b) Analisar o nível de atividade EMG do grupo muscular flexor do tronco (RAS, RAI e OE) e RF durante as quatro intensidades do equipamento *Ab Max Genis*<sup>®</sup>.
- c) Comparar os nível de atividade EMG do grupo muscular flexor do tronco (RAS, RAI e OE) e RF no exercício abdominal tradicional e no equipamento *Ab Max Genis*<sup>®</sup>.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Aspectos morfológicos dos músculos RA, OE, e RF

A parede abdominal é composta de cinco pares bilaterais de músculos: três desses músculos têm uma conformidade plana, e os outros dois estão dispostos verticalmente. Os músculos planos são os Oblíquos Externo (OE) e Interno (OI) e Transverso do Abdome (TA), enquanto os músculos verticais são Reto do Abdome (RA) e o músculo Piramidal (MOORE; DALLEY, 2014).

O músculo RA é o principal músculo da parede anterior do abdome, caracterizado por ser longo e largo, semelhante a uma faixa. Essa faixa muscular se origina no osso Púbis (sínfise púbica), estendendo-se até as cartilagens da quinta, sexta e sétima costelas e o processo Xifoide do osso Esterno, separado de seu homônimo pela linha Alba (MOORE; DALLEY, 2014).

Esse músculo atua principalmente flexionando o tronco para frente quando a pelve está fixa, como ocorre na flexão do tronco em decúbito dorsal com as pernas fixas. Uma variação dessa ação é o levantamento da pelve quando a caixa torácica está fixa, como na elevação do tronco em barra fixa. Deve-se levar em consideração que essa ação depende do sinergismo de outros músculos (WEINECK, 2013).

Em razão da inserção desse músculo no osso púbis, nota-se um papel importante para a postura da pelve; portanto, é responsável indiretamente pela curvatura da coluna lombar. Quando esse músculo está fraco, a pelve se inclina para frente (anteversão), resultando no aumento patológico da curvatura da região lombar da coluna vertebral (lordose). O músculo RA atua na expiração, comprimindo o diafragma para cima, protegendo também as vísceras abdominais de lesões por algum impacto (WEINECK, 2013).

Dentre os outros músculos que compõem a parede abdominal, temos o OE, que é o maior e mais superficial. Ele se origina na face externa da quinta até a décima segunda costela e insere-se na linha alba, no tubérculo púbico e na crista ilíaca (MOORE; DALLEY, 2014). A contração bilateral desse músculo atua em sinergismo com o músculo RA nos movimentos de flexão do tronco. A contração unilateral resulta na inclinação do tronco ipsilateral ou na rotação do tronco para o lado oposto, ou seja, a contração do músculo OE direito ocasiona uma rotação para o lado esquerdo (WEINECK, 2013).

O músculo RF situa-se no membro inferior e faz parte do músculo quadríceps femoral. Ele tem duas cabeças que se originam no osso do quadril, uma cabeça retilínea na espinha ilíaca anteroinferior e uma cabeça reflexa na margem do acetábulo, inserindo-se na tuberosidade da tíbia por meio do ligamento da patela (MOORE; DALLEY, 2014).

Em vista de suas fixações, o músculo RF é um músculo biarticular, ou seja, atua nas articulações do quadril e do joelho. Com isso, este músculo participa da flexão da coxa e, se a coxa está fixa, na rotação da pelve para frente (anteversão) e na sua estabilização, além disso, este músculo realiza a extensão vigorosa da perna, como acontece na corrida e no salto. Um aspecto importante do músculo RF é que este apresenta predomínio de fibras musculares de contração rápida, as quais se inserem em ângulo agudo no respectivo tendão, ou seja, este é um músculo de ação rápida (WEINECK, 2013).

### 3.2 Estudos de EMG em exercícios abdominais

Gomes et al. (2021) analisaram os efeitos da utilização da plataforma vibratória (vibração de corpo inteiro) na atividade eletromiográfica dos músculos do *core*. A amostra foi composta por 30 homens praticantes de atividade física e a amplitude da ativação eletromiográfica (RMS) dos músculos RA, OE, Longuíssimo Torácico e Multifido foram avaliados durante os exercícios prancha ventral, prancha lateral e ponte, realizados com e sem plataforma vibratória (frequência: 50 Hz e amplitude: 4mm). Os principais resultados demonstraram que a plataforma vibratória não alterou a amplitude da atividade eletromiográfica para qualquer um dos grupos musculares avaliados, não mostrando diferença entre as condições com e sem vibração durante a execução dos exercícios propostos.

Os autores supracitados concluíram que, nas condições analisadas, a plataforma vibratória não altera a amplitude de ativação dos músculos do *core*, sugerindo que o uso da vibração corporal total não é necessária como um método adicional para aumentar a atividade muscular durante exercícios de estabilização em homens saudáveis.

Macedo (2021) analisou e comparou a atividade eletromiográfica dos músculos do *core*, durante 45 segundos de contração isométrica, no exercício prancha ventral com equipamento comercial TRX<sup>®</sup> no membro superior em diferentes alturas do solo: a) 10 cm; b) 35 cm; c) 60 cm e d) 85 cm. A amostra foi composta por doze voluntários ( $23,58 \pm 2,58$  anos;  $75,29 \pm 4,23$  kg;  $177,04 \pm 4,96$  cm;  $11,57 \pm 2,63\%$  de gordura) do gênero masculino, fisicamente ativos, sem distúrbio neuromuscular e foram utilizados eletrodos de superfície diferenciais simples nos músculos RA, OE e OI, Ereter da Espinha (EE) e Multifido (MU). O sinal foi registrado por um eletromiógrafo computadorizado e foram quantificado pelos valores máximos e normalizado (RMSn) pela Contração Isométrica Voluntária Máxima.

Os resultados demonstraram que atividade eletromiográfica dos músculos RA, OE, OI e EE foi significativamente maior no exercício PV-TRX10 em comparação PV-TRX85, além

disso, a atividade EMG do músculo EE no exercício PV-TRX10 foi significativamente maior em relação PV-TRX60. O autor supracitado concluiu que quanto mais próximo do solo (PV-TRX10) maior é a atividade eletromiográfica da maioria dos músculos do *core* (RA, OE, OI e EE), portanto, deve-se atentar para a progressão das alturas, sendo que a utilização do PV-TRX10 seria em momentos mais avançados de um programa de treinamento do *core*, ou seja, a progressão deve ser do mais alto (PV-TRX85) para o mais baixo (PV-TRX10).

Gregorio et al. (2020) compararam a atividade EMG dos músculos RA, OE e RF durante o exercício abdominal tradicional *Crunch* e com aparelho *Rock Gym*<sup>®</sup>. Uma amostra de conveniência composta por 15 homens, saudáveis e praticantes de atividade física regular foi selecionada e os dados EMG foram coletados durante cinco repetições em cada exercício abdominal (tradicional e *Rock Gym*<sup>®</sup> nos níveis RG1, RG2, RG3, e RG4) e foi demonstrado que atividade EMG dos músculos abdominais foi significativamente maior ou similar no exercício tradicional em comparação ao aparelho *Rock Gym*<sup>®</sup>, entretanto, a atividade do músculo RF no aparelho foi significativamente maior em relação ao exercício tradicional.

Santos et al. (2020) compararam a atividade eletromiográfica (domínio temporal e espectral) dos músculos RA, OE, OI, EE, e MU no exercício prancha ventral em superfície instável: *bosu* normal (PV-BS) e invertido (PV-BI), durante 45 segundos de contração isométrica. A amostra foi composta por 15 voluntários, adultos jovens, saudáveis, fisicamente ativos e sem histórico de lombalgia. O sinal eletromiográfico (EMG) foi analisado no domínio temporal (RMS) e espectral em três etapas distintas em cada exercício: Início (ETAPA A: 5 a 10 segundos), meio (ETAPA B: 20 a 25 segundos) e fim (ETAPA C: 40 a 45 segundos) e normalizado pela CIVM.

Os autores demonstraram similaridade na atividade EMG (RMS) de todos os músculos comparando PV-BS e PV-BI. Além disso, os resultados exibiram aumento da atividade EMG e redução da frequência mediana (slope negativo) durante as diferentes etapas em ambos os exercícios. Então concluíram que, devido à similaridade de atividade EMG, a escolha da utilização da PV-BS ou PV-BI não se difere para indivíduos treinados, entretanto, a escolha do tempo de 45 segundos é uma estratégia interessante para aumentar a atividade EMG dos músculos do *core* e trabalhar a resistência à fadiga muscular, fatores imprescindíveis para prevenção de lombalgia.

Santos et al. (2020) analisou atividade eletromiográfica, o tempo de duração, a percepção subjetiva de esforço dos músculos do *core* no exercício prancha ventral no solo (PV-SO) e com diferentes equipamentos instáveis comerciais [Bosu (PV-BS), bola de ginástica (PV-BG), Peannut Ball (PV-PB) e TRX<sup>®</sup> (PV-TX)] até a exaustão. A amostra foi composta por 15

voluntários do gênero masculino, fisicamente ativos, com idade média  $23 \pm 2,00$  anos, massa corporal  $74,13 \pm 4,05$  kg, estatura  $176,06 \pm 4,22$  cm, percentual de gordura  $12,06 \pm 3,04\%$  e sem distúrbio neuromuscular.

O sinal eletromiográfico foi analisado no domínio temporal (Root Mean Square – RMS) e no domínio espectral por meio da frequência mediana em diferentes etapas: Início (ETAPA A: cinco e 10 segundos), meio (ETAPA B: 50% sinal) e fim (ETAPA C: 100% sinal). A atividade eletromiográfica de músculos do *core* no exercício PV-TX foi significativamente maior (RMS) e menor (Fmed) em comparação com os outros exercícios de estabilização até a exaustão. Além disso, a atividade EMG do grupo flexor e extensor foram maior no exercício PV-TX. O padrão de atividade EMG de músculos do *core*, demonstrou semelhança para todos os exercícios analisados, no qual foi observado predominantemente aumento (RMS) e redução linear (Fmed). O tempo de duração e as Unidades Arbitrárias do exercício PV-TX, foram menores comparados as outras condições, entretanto a PSE não apontou diferenças significativas. Esses resultados suportam que existe diferença na escolha da progressão dos exercícios de estabilização do *core* até a exaustão, sendo assim, a seleção deve ser na seguinte ordem, do mais simples para o mais complexo: PV-SO, PV-BS, PV-BG, PV-PB e PV-TX.

Silva et al. (2020) compararam a atividade EMG dos músculos RA, OE e RF durante o exercício tradicional crunch e aparelho *5 minutes shaper*<sup>®</sup>. Uma amostra de conveniência composta por 15 homens, saudáveis e praticantes de atividade física regular foi selecionada. Os dados eletromiográficos foram coletados durante cinco repetições em cada exercício abdominal (tradicional; *5 minutes shaper*<sup>®</sup> nível iniciante, intermediário, avançado e extreme) de forma randomizada e contrabalaneada. Os resultados demonstraram que o exercício tradicional produziu atividade eletromiográfica maior ou similar nos músculos abdominais e minimizou a atividade do RF em comparação ao aparelho *5 minutes shaper*<sup>®</sup>, tornando-se um fator importante para sua escolha no treinamento, principalmente para pessoas com musculatura abdominal fraca e/ou problemas na região lombar.

Os autores supracitados concluíram que a utilização do aparelho *5 minutes shaper*<sup>®</sup> pode ser questionada quando objetiva-se intensificar o trabalho dos músculos abdominais, todavia, alternativamente, esse aparelho pode ser incluído se for desejado uma maior variação no treinamento, dependendo das preferências individuais.

Baritello et al. (2019) compararam a atividade eletromiográfica dos músculos do *core* (RA, EO, IO, Ereter da Espinha Torácica (T9; UES) / lombar (L3; LES) e Latíssimo do Dorso (LD)) durante a execução de pranchas laterais adicionando elementos instabilizadores e uma tarefa motora adicional, com o propósito de analisar os efeitos de uma perturbação de tarefa

motora adicional no padrão de ativação neuromuscular do tronco durante a prancha lateral. A amostra foi composta por um grupo de dez indivíduos treinados, sendo cinco homens e cinco mulheres, com idade média  $29 \pm 2$  anos, estatura  $177 \pm 7$ cm, massa corporal  $74 \pm 12$ kg.

Cada indivíduo realizou a prancha lateral em quatro condições diferentes por 30 segundos. A primeira condição foi à prancha lateral do lado direito do corpo sobre uma superfície estável (SP). As outras três condições foram ordenadas aleatoriamente e consistiram em: adicionar uma almofada de espuma sob o cotovelo direito (SPP = instável), realizando uma tarefa de perturbação motora que consistia em deixar rolar uma bola de tênis da mão esquerda para o pé esquerdo, parar a bola e depois rolar de volta para a mão esquerda (SP + P = tarefa de perturbação) e uma combinação deles (SPP + P = instável + tarefa de perturbação).

Os autores demonstraram que no geral as condições com estabilidade alterada (SPP, SP + P, SPP + P), mostraram uma amplitude média EMG aumentada em comparação com o SP estável, e em particular a SPP + P apresentou os valores mais elevados para todos os grupos musculares, demonstrando assim que o uso de uma tarefa de perturbação motora adicional em combinação com uma superfície instável é capaz de aumentar a ativação neuromuscular do tronco durante o exercício de prancha lateral representando uma eficiência de treinamento aprimorada.

Calatayud et al. (2017) avaliaram atividade EMG dos músculos RA, OE e EE em 8 exercícios de pranchas com e sem fitas de suspensão. A amostra foi composta por 20 voluntários sendo 13 homens e 7 mulheres, fisicamente ativos, com idade média 20 anos, massa corporal média 73,9 kg, estatura média 173,4 cm, percentual médio de gordura 14,1% e sem distúrbio neuromuscular.

Os principais resultados exibiram que a prancha ventral com suspensão e a prancha ventral “rolinho” com suspensão produziram maior atividade EMG dos músculos abdominais e as pranchas laterais (suspensão e estável) otimizaram atividade EMG do EE, ressaltando importância da avaliação EMG para melhor tomada de decisão na concepção de programas de prevenção/reabilitação de lombalgia.

Outra forma de treinar os músculos abdominais é a utilização de dispositivos de instabilidade para aumentar a intensidade dos exercícios. O estudo de Snarr e colaboradores (2016) avaliou o recrutamento dos músculos RA, OE, EE e RF durante o exercício *pike* tradicional e com a utilização da bola de ginástica, TRX®, bosu e *Core Coaster*® como elementos estabilizadores. Os resultados demonstraram que, no exercício *pike* tradicional, o recrutamento dos músculos RA e EE foi significativamente menor quando comparado com todos os outros exercícios. No músculo OE, o exercício tradicional foi significativamente menor

quando comparado aos exercícios instáveis. No entanto, no mesmo músculo, o exercício no bosu foi significativamente menor quando comparado aos exercícios no TRX<sup>®</sup>, no *Core Coaster*<sup>®</sup> e na bola de ginástica. A ativação do músculo RF no exercício tradicional foi significativamente menor quando comparada aos exercícios de instabilidade. Dentre os exercícios instáveis, o RF foi significativamente menor no bosu quando comparado ao exercício no TRX<sup>®</sup>.

Os autores concluíram que os dispositivos de instabilidade são apropriados para promover o aumento da atividade muscular quando comparados ao *pike* tradicional, visto que oferecem um maior desafio muscular para a execução do exercício.

Saeterbakken e colaboradores (2014) compararam a atividade dos músculos RAS, RAI e OE no exercício tradicional e com a utilização do bosu nas configurações bosu invertido nos pés, bosu normal na coluna lombar e bosu na lombar e nos pés (dupla instabilidade), e também avaliaram a utilização de elásticos nas mesmas configurações anteriores. Os resultados demonstraram que a atividade do músculo OE reduziu significativamente, enquanto no músculo RA ela não foi alterada pela instabilidade. Com a utilização dos elásticos, a ativação dos músculos RAS e RAI aumentou na condição de dupla instabilidade. Os autores concluíram que a utilização do bosu na região lombar pode aumentar ou reduzir a ativação dos músculos abdominais conforme adiciona-se carga. Contudo, este trabalho não avaliou o recrutamento do músculo RF.

Nelson, Bent-Forsythe e Roopchand-Martin (2012) analisaram o grau de ativação do RAS e do RAI no exercício supra-abdominal em comparação com aparelho *Ab Lounge*. Os resultados demonstraram que o sinal eletromiográfico do RAS foi significativamente maior no exercício tradicional e que a atividade do RAI foi similar em ambos os exercícios. Os autores supracitados afirmaram que o exercício supra-abdominal é mais eficaz que o *Ab Lounge* em relação ao recrutamento do músculo RA, todavia, também destacaram que o referido aparelho pode ser uma alternativa viável para indivíduos com patologias na região cervical da coluna vertebral, por fornecer um bom suporte para essa região durante a realização do exercício abdominal. Esse trabalho apresenta lacunas por não analisar a atividade eletromiográfica de outros músculos abdominais, como o OE.

Escamilla e colaboradores (2010) avaliaram o recrutamento dos músculos RAS, RAI, OE, OI, EE, RF e latíssimo do dorso em oito exercícios com bola. Os resultados demonstraram que os exercícios *Roll-out* e *Pike* foram os que promoveram a maior ativação dos músculos RAS, RAI, OE, OI e latíssimo do dorso, ao passo que produziram uma atividade menor dos músculos EE e RF. Os autores concluíram que a utilização da bola para ativação dos músculos do tronco

é igualmente eficaz quando comparada ao exercício tradicional.

O estudo de Schoffstall, Titcomb e Kilbourne (2010) avaliou a atividade dos músculos RAS, RAI, OI, OE e RF durante a realização do exercício tradicional, abdominal “canivete”, “canivete” invertido na bola, “canivete” invertido no *slide*, “canivete” invertido no TRX®. Os resultados demonstraram que, no músculo OI, o exercício “canivete” promoveu atividade muscular maior quando comparado ao “canivete” no *slide*. A atividade do músculo RF durante o exercício tradicional foi significativamente menor quando comparada aos outros exercícios. Quanto aos músculos RAS, RAI e OE, não foram encontradas diferenças significativas em todos os exercícios. Os autores concluíram que o uso de dispositivos enfatiza a ativação dos mesmos músculos estimulados no exercício tradicional, dessa maneira, segundo os autores, a utilização dos mesmos podem ser questionadas.

Lizardo e colaboradores (2009) analisaram a atividade eletromiográfica dos músculos RAS, RAI e RF durante a prática do exercício abdominal tradicional e com a utilização do aparelho *Ab Swing* (níveis principiante e intermediário). Os resultados demonstraram que não houve diferenças significativas na atividade elétrica do músculo RA durante o exercício tradicional e com o *Ab Swing* - nível intermediário, que foram significativamente maiores que o *Ab Swing* - nível principiante. Em relação ao músculo RF, o exercício com *Ab Swing* - nível intermediário proporcionou maior atividade em relação ao *Ab Swing* - nível principiante e ao exercício tradicional. Os autores supracitados concluíram que os exercícios com *Ab Swing* - níveis principiante e intermediário podem ser escolhidos para treinamento dos músculos abdominais, entretanto, devem ser utilizados com precaução para pessoas que têm musculatura abdominal fraca e/ou problemas na região lombar, em razão da grande ativação do músculo RF quando comparado com exercício tradicional. Esse trabalho apresenta lacunas por não analisar a atividade EMG de outros músculos abdominais, como o OE.

Youdas e colaboradores (2008) monitoraram os músculos RA, OE, OI e RF no exercício tradicional, na ponte lateral, no abdominal invertido (elevação dos membros inferiores a partir da posição supina) e no aparelho *Ab Slide*. Os resultados demonstraram que, no músculo RA, o *Ab Slide* promoveu maior ativação muscular quando comparado à ponte lateral; o abdominal invertido produziu maior ativação quando comparado à ponte lateral; e o exercício tradicional gerou maior atividade muscular quando comparado à ponte lateral. Quanto ao músculo OI, o *Ab Slide* promoveu maior ativação quando comparado à prancha lateral. O músculo RF foi mais ativado no exercício abdominal invertido quando comparado aos exercícios *Ab Slide* e ponte lateral. Os autores chegaram à conclusão de que o aparelho *Ab Slide* promoveu uma atividade menor nos músculos abdominal e RF. Contudo, o exercício abdominal invertido promoveu

aumento do recrutamento dos músculos flexores de quadril, o que não é indicado para pessoas com lombalgia.

Escamilla e colaboradores (2006b) analisaram e compararam o sinal eletromiográfico dos músculos RA, OE, OI, RF, paravertebrais da região lombar (PV), peitoral maior (PM), tríceps braquial (TB) e latíssimo do dorso (LD) durante dois exercícios abdominais tradicionais (supra-abdominal e abdominal completo) e em sete aparelhos abdominais (*Ab Slide*, *Ab Twister*, *Ab Rocker*, *Ab Roller*, *Ab Doer*, *Torso Tracke* e *SAM*). Concluiu-se que os aparelhos *Ab Slide* e *Torso Track* proporcionaram uma ativação significativamente maior dos músculos abdominais e da extremidade superior, minimizando a atividade dos músculos PV e RF. O exercício tradicional abdominal completo e os exercícios com os aparelhos *Ab Doer*, *Ab Twister*, *Ab Rocker* e *SAM* podem ser problemáticos para indivíduos com lombalgia, em virtude da alta atividade do músculo RF.

No estudo de Sternlicht e colaboradores (2005), o recrutamento dos músculos RAS, RAI e OE foi avaliado durante o exercício tradicional e com os dispositivos *Ab One*, *Ab Roller*, *Ab Scissor*, *Ab Swing*, *6SecondAbs* e *Torso Track*. Os resultados demonstraram que, no músculo RAS, o exercício tradicional produziu uma atividade significativamente maior quando comparado aos aparelhos *Ab Scissor*, *Ab Swing*, *6SecondAbs* e *Torso Track*. A musculatura RAI foi recrutada com maior intensidade no exercício tradicional quando comparado aos dispositivos *Ab Scissor*, *Ab Swing*, *6SecondAbs* e *Torso Track*. Ao avaliar a musculatura OE, observou-se que o dispositivo *Ab Roller* promoveu a menor ativação quando comparado a todos os outros exercícios.

Dessa maneira, esses autores chegaram à conclusão de que os dispositivos abdominais serão eficazes quando simularem a biomecânica do exercício tradicional, associando-a com a possibilidade de aumento da resistência, o que resultaria em uma atividade muscular maior. Contudo, esse estudo não avaliou o recrutamento da musculatura flexora de quadril.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Caracterização do estudo

Este estudo sobre a comparação de exercícios abdominais, pela perspectiva da análise da atividade eletromiográfica dos músculos RA, OE, e RF, constitui uma pesquisa básica de caráter experimental, quantitativa, laboratorial e transversal, que foi desenvolvido no Laboratório de Eletromiografia e Posturografia (LABEP), no Instituto de Ciências Biomédicas (ICBIM) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

### 4.2 População e amostra

A amostra não-probabilística ou de conveniência deste estudo foi composta por 15 voluntários, onde o tamanho da amostra ( $n$ ) foi determinado por meio do cálculo amostral com base no parâmetro eletromiográfico RMS do músculo RA, obtido em um estudo piloto com três voluntários. O cálculo amostral foi realizado utilizando o aplicativo *BioEstat 4.0*, *power* de 80% e  $\alpha = 0,05$ . Este cálculo forneceu uma amostra de tamanho mínimo ( $n=15$ ) para este estudo.

Fizeram parte da amostra somente os voluntários que aceitaram o convite e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), conforme as Normas de Realização de Pesquisa em Seres Humanos (resolução nº 466/12 do CNS).

O estudo foi conduzido de acordo com a Declaração de Helsínque. O Comitê de Ética aprovou todos os protocolos.

Para a pesquisa foram escolhidos voluntários do gênero masculino, adultos jovens, saudáveis e muito ativos fisicamente (Questionário IPAQ), com experiência no treinamento de força de no mínimo um ano anterior a este estudo (MEDRANO et al., 2010), especialmente em exercícios específicos para os músculos da região abdominal (LIZARDO et al., 2009), e com baixo nível de gordura, uma vez que a quantidade de tecido entre a superfície do músculo e o eletrodo pode afetar o sinal eletromiográfico (DE LUCA, 1997).

Seriam excluídos do estudo os participantes que apresentassem contraindicações para a realização dos exercícios propostos no presente trabalho, tais como doenças cardíacas, disfunções neurológicas, alcoolismo, tabagismo, diabetes, miopatias ou neuromiopatias, dores na região abdominal, lombalgia ou qualquer outro tipo de problema clínico que pudesse interferir na execução dos exercícios. Também foram considerados como fatores de exclusão o uso de anti-inflamatórios, de analgésicos ou de mio-relaxantes e, também, enfermidades osteomioarticulares que poderiam influenciar a atividade muscular.

### 4.3 Avaliação Antropométrica

Para a avaliação antropométrica, foram medidos a estatura, em centímetros (cm), a massa corporal, em quilogramas (kg) e o percentual de gordura (%GC), a fim de caracterizar a amostra.

A estatura foi avaliada utilizando um estadiômetro de parede *Standard Sanny* com graduação em milímetros.

Para determinar a massa corporal e o percentual de gordura, foi utilizada uma balança de bioimpedância (BIA) (*InBody 230 - Biospace Co., Ltd.*, Seoul, Korea) com sistema de eletrodos tetrapolar (oito eletrodos táteis), visto que esse método é válido na literatura para estimar os percentuais de músculo e gordura, e outros compartimentos corporais em indivíduos saudáveis com massa corporal normal (BARBOSA, 2006; RODRIGUES, 2019). A fim de padronizar o estado de hidratação para a realização da BIA, cada voluntário foi orientado a fazer um jejum noturno absoluto de 12 horas, não realizar exercícios físicos intensos nas últimas 12 horas, não ingerir álcool nas últimas 48 horas, não utilizar medicamentos diuréticos nos últimos sete dias e esvaziar a bexiga 30 minutos antes do exame, conforme as recomendações do fabricante (MULASI et al., 2015; BIOSPACE, 1996), os testes de BIA foram realizados na parte da manhã.

As variáveis de caracterização da amostra: idade, estatura, massa corporal e percentual de gordura estão descritas na Tabela 1.

**Tabela 1** - Descrição dos valores de caracterização da amostra das variáveis: idade (anos), estatura (cm), massa corporal (kg), percentual de gordura corporal (%). Uberlândia-MG, 2024.

| Variáveis                          | Valores       |
|------------------------------------|---------------|
| Idade (anos)                       | 22,00 ± 3,36  |
| Estatura (cm)                      | 177,80 ± 8,46 |
| Massa corporal (kg)                | 69,79 ± 10,72 |
| Percentual de Gordura Corporal (%) | 12,01 ± 3,79  |

Fonte: Autoria própria

### 4.4 Avaliação do índice de atividade física e incapacidade lombar

Os voluntários foram submetidos ao questionário IPAQ (versão curta) para avaliar o nível de atividade física (GUEDES; LOPES; GUEDES, 2005), em que informaram quantos dias na semana e por quanto tempo realizaram alguma atividade física moderada e vigorosa (CLAUMANN et al., 2017). Esse questionário é utilizado por um grande número de

pesquisadores, visto que é considerado um instrumento com medidas estáveis e precisão aceitável quando administrado em indivíduos jovens e adultos (BERTOLDO-BENEDETTI et al., 2007). O questionário de avaliação funcional (incapacidade lombar de *Oswestry*) foi utilizado para determinar o nível de dor lombar ou prováveis limitações causadas por lombalgia (SILVA; FERRETTI; LUTINSKI, 2017), entretanto, todos voluntários analisados não apresentaram lombalgia.

#### 4.5 Eletromiografia

Para o registro do sinal eletromiográfico, foi utilizado o eletromiógrafo EMG800RF com oito canais via wireless para eletromiografia, e dois canais com fio auxiliares (EMG System do Brasil Ltda., São José dos Campos, SP, Brasil), projetado de acordo com normas da *Internacional Society of Electrophysiology and Kinesiology*, o qual possui conversor analógico/digital com resolução de 16 bits, ganho do amplificador de 1000 vezes, filtros *Butterworth*. O eletromiógrafo foi conectado a um laptop/notebook e os sinais eletromiográficos foram coletados e processados posteriormente usando um aplicativo de *Software EMGLab - EMG System*. Foi utilizada a frequência de amostragem de 2000 Hz por canal durante toda a coleta, e os sinais eletromiográficos foram submetidos a um filtro passa-alta de 20 Hz e passa-baixa de 500 Hz.

Para a captação dos sinais eletromiográficos, foram utilizados eletrodos de superfície constituídos por dois discos de Ag/AgCl com 10 milímetros de diâmetro (EMG System do Brasil, São José dos Campos, SP, Brasil), no qual foram fixados eletrodos descartáveis (3M - Espuma 2223BRQ) com distância inter-eletrodos de 20 milímetros (centro a centro). O sistema é composto por eletrodos bipolares ativos que apresentam ganho de pré-amplificação de 20 vezes e razão de rejeição de modo comum  $> 120$  dB.

A preparação dos voluntários consistiu em tricotomia (raspagem dos pelos) utilizando barbeador/depilador elétrico, marcação dos pontos anatômicos com uma caneta dermatográfica para o posicionamento dos eletrodos, e limpeza da pele com álcool 70%, visando retirar a oleosidade e sujeira com a finalidade de diminuir a sua impedância elétrica (SANTOS et al., 2020; CHOI; KIM; CYNN, 2021; SILVA et al., 2022).

Os eletrodos autoadesivos foram fixados sobre o ventre dos músculos RAS e RAI; OE e RF do antímero direito (TAN et al., 2013).

A colocação do eletrodo no músculo RAS foi alinhada verticalmente e fixada no centro do ventre muscular, no ponto médio entre o processo xifoide do osso esterno e a cicatriz

umbilical, mas não na intersecção tendínea, três centímetros lateral da linha mediana do corpo (ESCAMILA et al., 2010; GARCIA-VAQUEIRO et al., 2012).

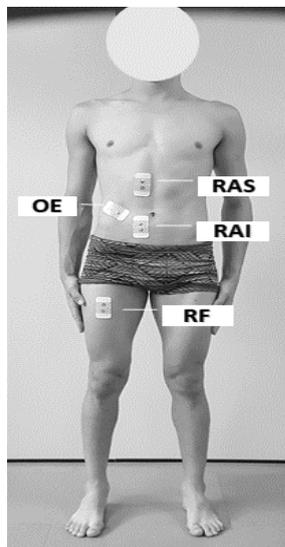
Para o RAI, o eletrodo foi colocado no centro do ventre muscular e no ponto médio entre a cicatriz umbilical e a sínfise púbica, três centímetros lateral da linha mediana (ESCAMILA et al., 2010).

O eletrodo do músculo OE foi colocado superiormente a espinha íliaca anterossuperior (EIAS) do osso do quadril, aproximadamente quinze centímetros lateral a cicatriz umbilical (GARCIA-VAQUEIRO et al., 2012) e posicionado de forma oblíqua, paralelamente a uma linha que conecta o ponto inferior da margem costal das costelas ao tubérculo púbico contralateral (ESCAMILA et al., 2010).

Para o músculo RF, foram seguidas as recomendações do SENIAM (*Surface EMG for Non-Invasive Assessment of Muscles*), e o eletrodo foi colocado no ponto médio da distância entre a EIAS e a borda superior da patela (HERMES; FRERIKS, 2000).

Após a colocação dos eletrodos, os participantes realizaram movimentos específicos, de acordo com a função muscular, para verificar o posicionamento correto e analisar a qualidade do sinal elétrico (KONRAD, 2005).

Todos os eletrodos e seus devidos posicionamentos estão indicados pela Figura 1.



**Figura 1** – Posicionamento dos eletrodos nos músculos RAS, RAI, OE e RF.

Fonte: Autoria própria

Para garantir maior precisão na recolocação dos eletrodos entre os diferentes dias de testes, para cada voluntário foi utilizada uma técnica de mapeamento dos eletrodos com pincel marcador permanente e folha transparente (papel acetato). Os mapas apresentam uma

quantidade maior de pontos de referência como cicatrizes, varizes, protruções ósseas e manchas na pele, que permitem o posicionamento adequado dos eletrodos sobre a pele em diferentes dias (GREGORIO, 2020).

#### **4.6 Procedimento experimental**

Os procedimentos desenvolvidos na pesquisa foram divididos em três dias, com um intervalo de 48 a 72 horas entre cada visita. Nas três visitas a temperatura do ar-condicionado foi mantida a 21°C, com o intuito de promover conforto térmico e minimizar a transpiração do voluntário, evitando, dessa maneira, o descolamento dos eletrodos.

Na primeira visita, os voluntários leram e assinaram o TCLE, responderam aos questionários IPAQ, o de índice de incapacidade lombar de Oswestry, tiveram as características antropométricas determinadas. Todas as medidas foram realizadas nas mesmas condições para todos os voluntários, utilizando-se o mínimo de roupa possível, sem calçados e sem adornos metálicos para não influenciar a corrente elétrica da BIA, todos os procedimentos foram realizados pelo mesmo avaliador.

Na segunda visita, foi realizada a coleta dos sinais eletromiográficos e de força nos testes de CIVM. Para estabelecer comparações adequadas da atividade eletromiográfica entre diferentes músculos durante a realização dos exercícios abdominais, os valores brutos do sinal eletromiográfico foram normalizados em termos de porcentagem do valor máximo da CIVM (ESCAMILA et al., 2010; GARCIA-VAQUERO et al., 2012).

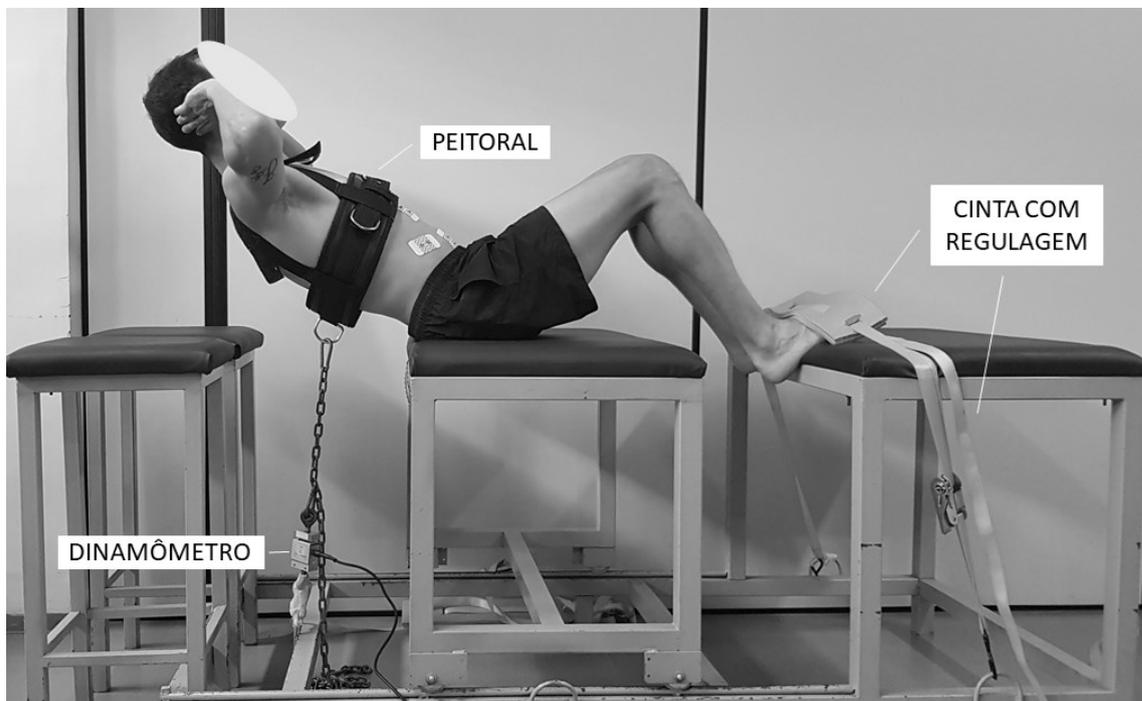
Para determinar a força produzida durante a CIVM, foi utilizado um Dinamômetro de tração e compressão (modelo 5000 N, EMG System do Brasil, São José dos Campos, SP, Brasil) com capacidade de 0 a 500 kgf, que estava conectado a um dos canais auxiliares do eletromiógrafo. Os sinais de força foram processados utilizando o software para coleta eletromiográfica, o qual fornece valores numéricos expressos em kgf.

Os sinais eletromiográficos de cada músculo foram coletados durante duas CIVM de cinco segundos cada, com período de descanso de três minutos (SANTOS et al., 2020; VERA-GARCIA et al., 2010), para evitar a o efeito da fadiga muscular. Os testes de CIVM dos músculos RA, OE, e RF foram realizados pelos voluntários de acordo com as respectivas funções musculares e seguindo as recomendações da literatura específica (MAEO et al., 2013; GREGORIO et al. 2020).

O LABEP possui um equipamento que foi desenvolvido com a finalidade de padronizar o posicionamento dos voluntários para a realização de testes de CIVM nas posições de flexão

de tronco (CIVM do músculo RAS e RAI), flexão lateral de tronco (CIVM do músculo OE), extensão de perna e flexão de coxa (CIVM do músculo RF), seguindo as descrições de Maeo et al. (2013). A ordem de execução dos testes de CIVM foi randomizada e contrabalanceada.

No teste de flexão do tronco, os voluntários ficaram em posição de decúbito dorsal apoiados nos assentos almofadados do aparelho, com quadris e joelhos flexionados, pés apoiados e fixados com uma cinta regulada por catraca. Foi utilizado um colete peitoral que cobria a parte superior do tronco e estava conectado a uma corrente fixada no dinamômetro. Os participantes foram mantidos firmemente na posição do teste e instruídos na tentativa de realizar uma flexão isométrica máxima do tronco no plano sagital durante cinco segundos (VERA-GARCIA; MORESIDE; MCGILL, 2010; MAEO et al., 2013).

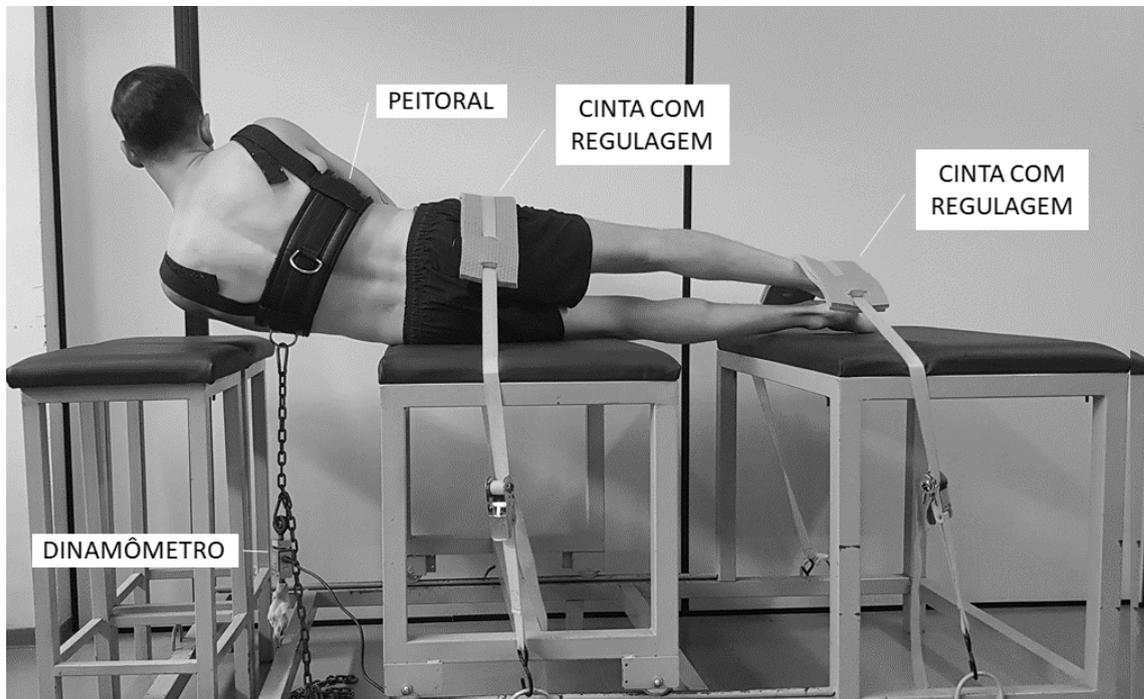


**Figura 2** - Posição do teste de CIVM de flexão do tronco.

Fonte: Autoria própria

No teste de flexão lateral do tronco, os voluntários ficaram deitados em decúbito lateral, com o lado esquerdo do corpo em contato com os assentos almofadados do aparelho, com as pernas estendidas e com os quadris e os pés fixados no assento por meio da cinta com regulagem. Foi utilizado o colete peitoral que cobria a parte superior do tronco e estava conectado a uma corrente na qual estava fixada o dinamômetro. Os participantes foram mantidos firmemente na posição do teste e instruídos para tentarem realizar uma flexão lateral

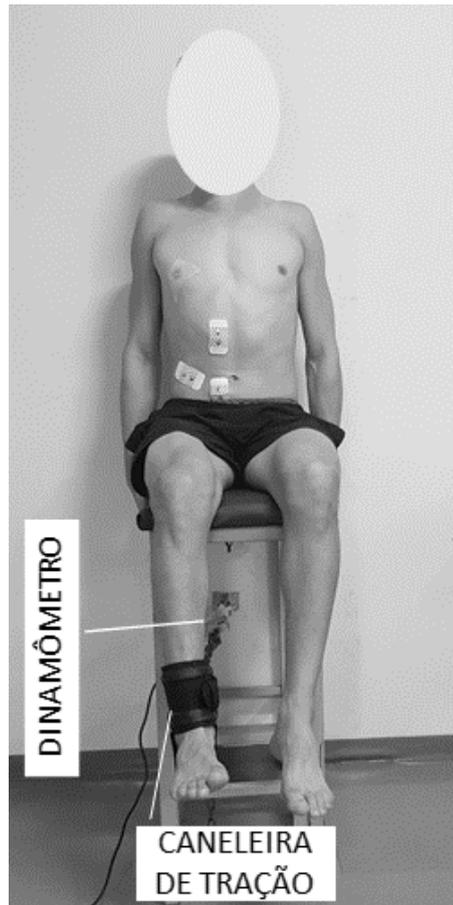
direita isométrica máxima do tronco no plano frontal durante cinco segundos (VERA-GARCIA; MORESIDE; MCGILL, 2010; MAEO et al., 2013).



**Figura 3** - Posição do teste de CIVM de flexão lateral do tronco.

Fonte: Autoria própria

No teste de extensão de perna, os voluntários ficaram sentados no assento almofadado do banco do aparelho, com os joelhos e coxa flexionados a 90°. Os voluntários foram instruídos a se segurarem no assento do banco. Foi utilizado uma caneleira de tração na perna direita, posicionada na sua porção distal, que estava conectada a uma corrente, a qual estava fixada no dinamômetro. Os participantes foram instruídos para tentarem realizar uma extensão de perna isométrica máxima durante cinco segundos (ESCAMILLA et al., 2010).



**Figura 4** - Posição do teste de CIVM de extensão de perna.

Fonte: Autoria própria

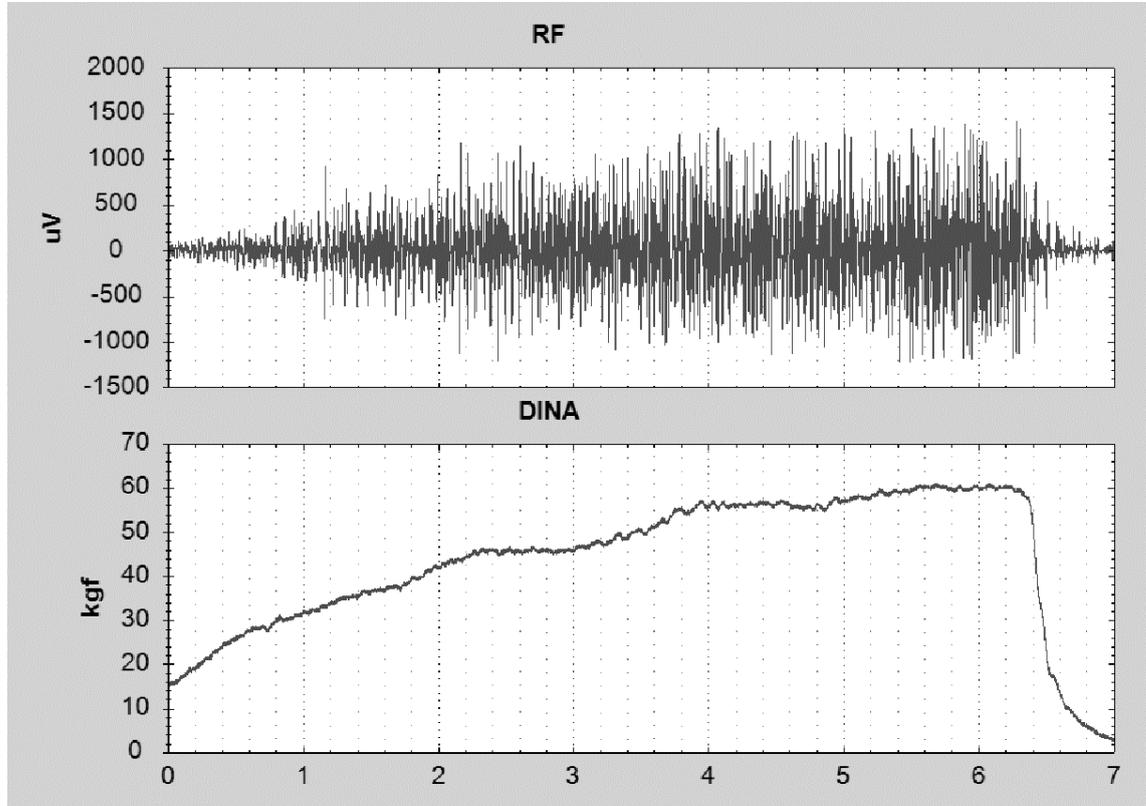
No teste de flexão de coxa, os voluntários ficaram deitados em decúbito dorsal no solo, com os glúteos apoiados no assento almofadado do banco, com os joelhos e coxa flexionados a 90°. Os voluntários foram instruídos a se segurarem no assento do banco. Foi utilizado uma cinta de tração posicionada na porção distal da coxa direita, que estava conectada a uma corrente, a qual estava fixada no dinamômetro. Os participantes foram instruídos para tentarem realizar uma flexão de coxa isométrica máxima durante cinco segundos.



**Figura 5** - Posição do teste de CIVM de flexão de coxa.

Fonte: Autoria própria

A Figura 6 mostra a evolução do sinal EMG, e a evolução da curva força-tempo durante o teste de CIVM.

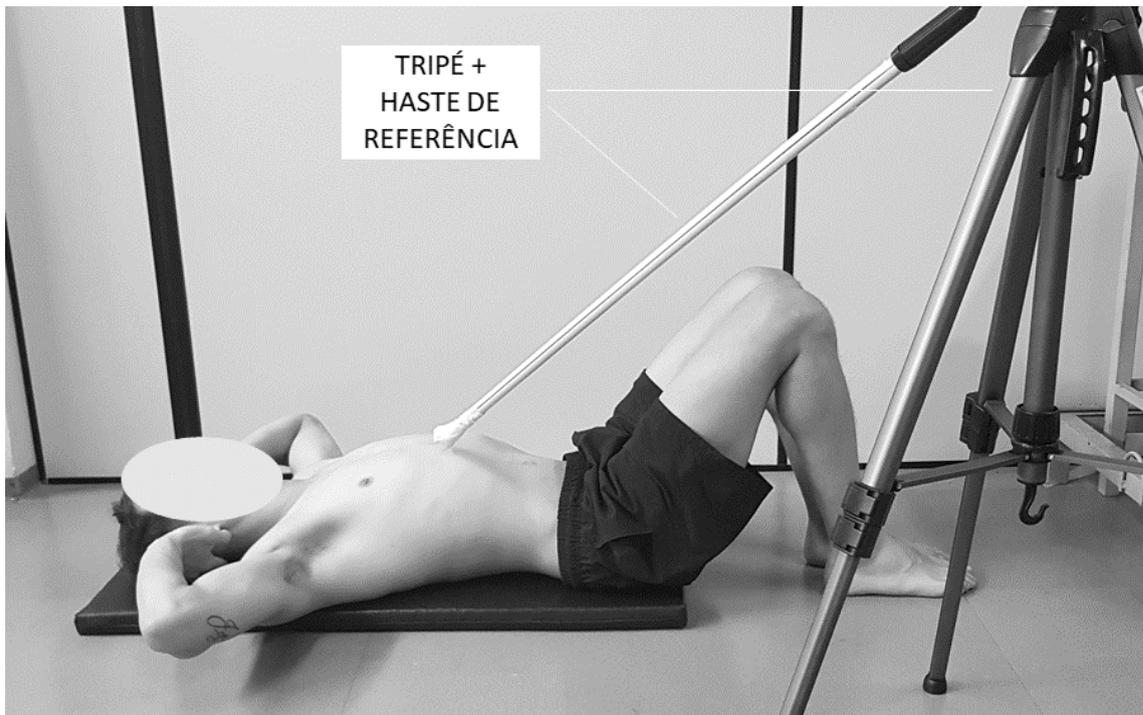


**Figura 6** – Sinal EMG e curva força-tempo durante o teste de CIVM.

Fonte: Autoria própria

Na terceira visita, que ocorreu entre 48 e 72 horas depois da segunda, coletaram-se os sinais eletromiográficos no ET e no equipamento *Ab Max Genis*<sup>®</sup>.

Para realizar o ET, foi utilizado um tripé com uma haste destinada a limitar a fase concêntrica do movimento, adaptado de acordo com Hildenbran e Noble (2004). O voluntário realizou o exercício saindo da posição onde todo o tronco e escapúlas estavam apoiados ao solo, até a posição em que seu peito toque na ponta da haste, que foi regulada em um ponto no qual era possível realizar uma flexão parcial do tronco, em que as escapúlas eram retiradas do solo.



**Figura 7** – Exercício abdominal tradicional.

Fonte: Autoria própria

O equipamento *Ab Max Genis*<sup>®</sup>, possui quatro níveis de inclinação, cada nível corresponde à uma intensidade diferente no exercício, de acordo com recomendações do fabricante. O equipamento possui um sistema de molas que produzem uma resistência na fase excêntrica do movimento abdominal, fazendo com que quem está executando o movimento tenha que aplicar uma força para vencer a mesma. A resistência é maior na primeira posição do equipamento, posição em que seus encostos estão mais altos, e menor na quarta posição do equipamento, posição em que seus encostos estão mais próximos ao solo.

O sistema de molas do equipamento por sua vez auxiliam na fase concêntrica do movimento abdominal, fazendo com que quem está o executando tenha um auxílio nessa fase,

o auxílio nessa fase é maior na primeira posição do equipamento, e menor na quarta posição do equipamento. Também foi colocada a haste presa ao tripé para delimitar a posição inicial de todos exercícios, essa posição se dá no momento em que o indivíduo que está realizando o exercício se encontra com as costas apoiadas no equipamento, o mesmo estando na primeira posição.

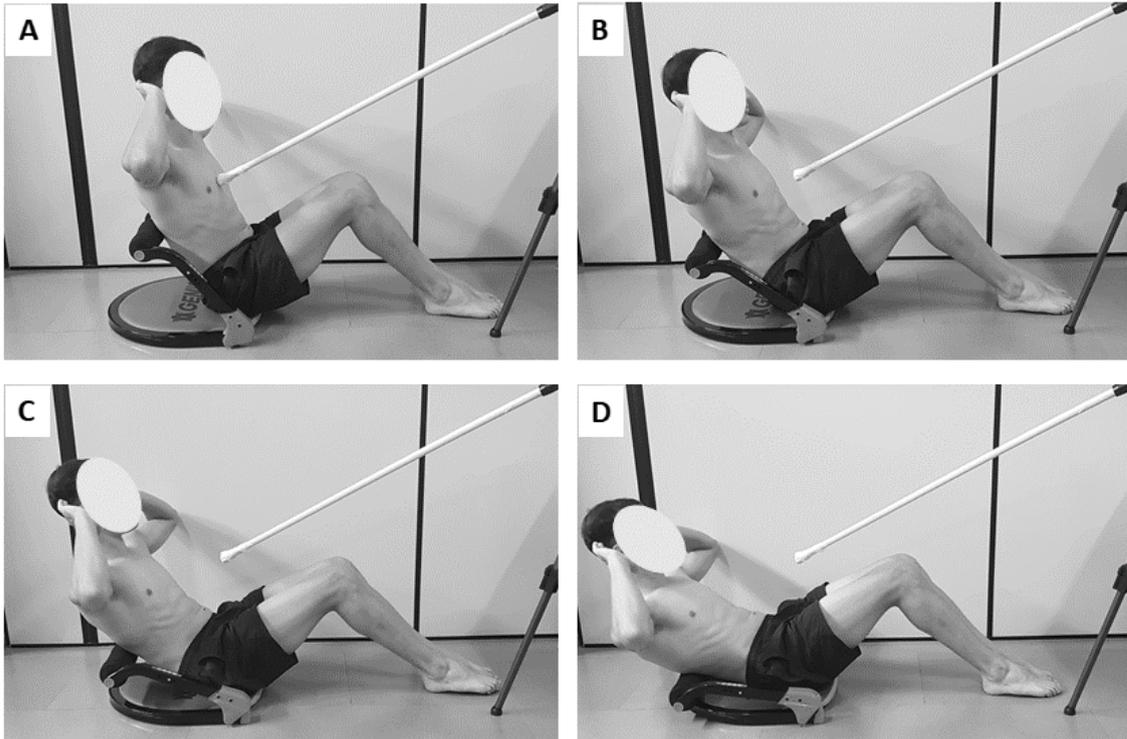
Em todos exercícios (ET e equipamento *Ab Max Genis*<sup>®</sup>) os voluntários executaram cinco repetições completas, com uma padronização de tempo de dois segundos para a fase concêntrica e dois segundos para a fase excêntrica, conforme literatura específica (ESCAMILLA et al., 2006b; GREGORIO et. al., 2020; SILVA et. al., 2020).

Para isso, utilizou-se o aplicativo de metrônomo digital, Metrônomo Beats, de uso livre fixado uma batida por segundo para auxiliar e garantir a cadência adequada durante os exercícios abdominais (SNARR et al., 2016). Para evitar o efeito da fadiga muscular como fator limitante, definiu-se um intervalo de três minutos de descanso entre cada exercício (SNARR et al., 2016). A ordem de execução dos exercícios foi randomizada e contrabalanceada.



**Figura 8** – Equipamento comercial *Ab Max Genis*<sup>®</sup>.

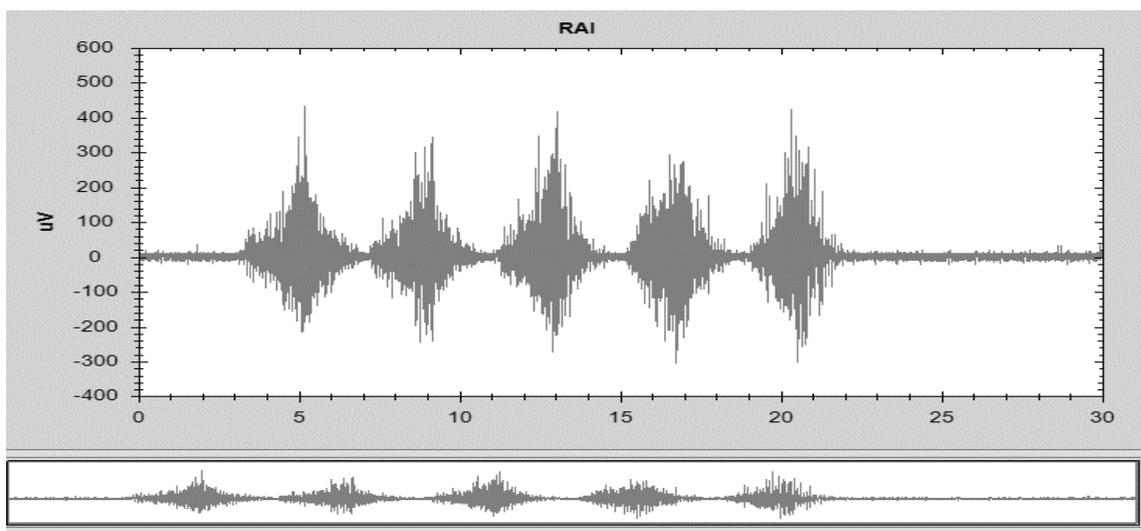
Fonte: Autoria própria



**Figura 9** – Exercício no equipamento *Ab Max Genis*®. (A) Posição 1; (B) Posição 2; (C) Posição 3 e (D) Posição 4.

Fonte: Autoria própria

A Figura 10 mostra a exemplificação da evolução do sinal EMG durante a coleta de cinco repetições no equipamento *Ab Max Genis*®.



**Figura 10** – Sinal EMG durante a coleta no equipamento *Ab Max Genis*®.

Fonte: Autoria própria

#### 4.7 Análise de dados

Os sinais EMG obtidos durante as CIVM e todos os exercícios abdominais foram analisados e quantificados no domínio do tempo utilizando o parâmetro *Root Mean Square* (RMS) (ESCAMILLA et al., 2010; GREGORIO, 2020; SILVA, 2020). Para calcular o pico do RMS na CIVM, para posterior normalização, foi utilizado janela móvel de um segundo em todo o sinal. Nos exercícios abdominais, o valor médio de RMS foi calculado a partir de uma janela móvel de um segundo durante três repetições de cinco realizadas, sendo que a primeira e última contrações foram excluídas.

#### 4.8 Análise estatística

A análise estatística foi realizada pelo programa *Statistical Package for the Social Sciences* 26.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) e os dados são apresentados na forma de média e erro padrão. Foi realizado o teste de normalidade e o de esfericidade, caso a esfericidade não fosse confirmada, seria aplicado o ajuste de *Greenhouse-Geisser*. A análise de variância de medidas repetidas de um fator (ANOVA) foi utilizada para comparação dos valores médios de RMS normalizado (RMSn) do mesmo músculo em diferentes exercícios; em todas as análises foi realizado o teste de comparações múltiplas de Bonferroni para apontar eventuais diferenças.

Para a normalização do sinal com extensão de perna (RF-EP) e normalização do sinal com flexão da coxa (RF-FC), os dados foram tratados por estatística não paramétrica, *Friedman*, sendo os valores de significância de *post hoc*, ajustados pela correção de *Bonferroni* para múltiplos testes.

Além disso, o teste de *Wilcoxon* foi utilizado para comparação dos valores de RMSn do músculo RF nos dois processos de normalização do sinal (RF-EP e RF-FC).

O nível de significância foi estabelecido em 5% e o tamanho do efeito foi calculado a partir da fórmula de *Cohen's* baseado nos seguintes critérios:  $< 0,35$  trivial;  $0,35 - 0,80$  pequeno;  $0,80 - 1,50$  moderado; e  $> 1,5$  grande, para sujeitos recreacionalmente treinados, de acordo com Rhea (2004).

Os valores de coeficiente de correlação intraclasse (ICC) foram calculados para verificar a reprodutibilidade entre as repetições nos testes de CIVM e nos exercícios abdominais, seguindo os critérios de Fleiss (1986):  $ICC > 0,75$  = excelente,  $ICC$  entre  $0,40$  e  $0,75$  = moderado e  $ICC < 0,40$  = baixo.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Coeficiente de correlação interclasse (ICC)

Os valores de ICC obtidos entre a primeira e a segunda repetição em cada teste específico de CIVM (flexão do tronco: 0,97; flexão lateral do tronco: 0,92; flexão da coxa: 0,94 e extensão da perna: 0,91) demonstram Replicabilidade Excelente (FLEISS, 1986), refletindo forte confiabilidade entre as duas repetições. Na Tabela 2 está demonstrado os valores médios de força máxima (Kgf) nos testes de CIVM.

**TABELA 2:** Média e erro padrão da força máxima (Kgf) durante os testes de Contração Isométrica Voluntária Máxima (CIVM): Flexão do Tronco (FT), Flexão Lateral do Tronco (FL), Flexão da Coxa (FC) e Extensão da Perna (EP). Uberlândia-MG,2024.

| TESTE DE CIVM |              |              |              |
|---------------|--------------|--------------|--------------|
| FT            | FL           | FC           | EP           |
| 40,25 ± 2,53  | 21,10 ± 1,87 | 35,02 ± 1,45 | 67,52 ± 2,41 |

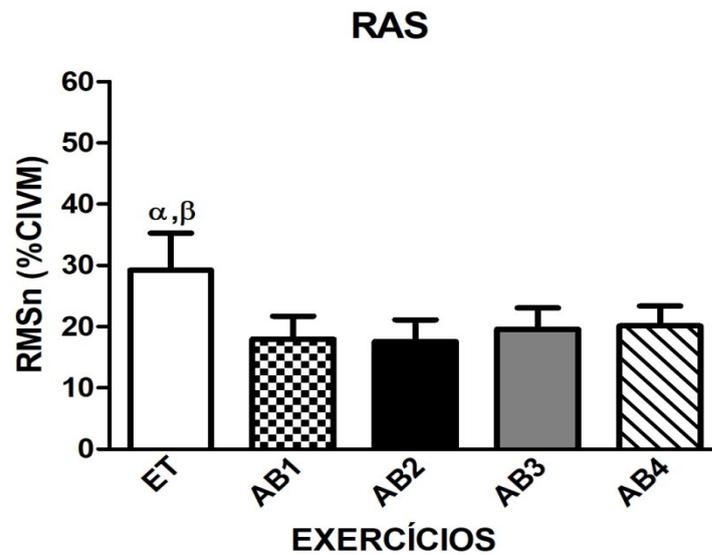
Fonte: Autoria própria

Os valores de ICC obtidos entre as três repetições nos exercícios abdominais para os músculos RAS (0,96), RAI (0,95), OE (0,95) e RF (0,91), demonstram Replicabilidade Excelente (FLEISS, 1986), refletindo forte confiabilidade entre as três repetições.

### 5.2 Exercícios abdominais

#### *Reto do Abdome – parte superior (RAS)*

Para a atividade EMG do músculo RAS (Gráfico 1), houve diferenças significativas entre os exercícios ( $F [1,457; 20,397] = 6,590; p = 0,01$ ). Após análises post hoc, a atividade EMG do RAS no exercício tradicional (ET) foi significativamente maior em comparação ao exercício com aparelho *Ab Max Genis*<sup>®</sup> nos níveis 1 (AB1:  $p = 0,048$ ,  $ES = 0,57$ ) e 2 (AB2:  $p = 0,048$ ,  $ES = 0,60$ ).



**Gráfico 1:** Comparação dos valores de RMSn (% CIVM) do músculo RAS durante os exercícios abdominais: tradicional (ET), *Ab Max Genis*<sup>®</sup> nos níveis 1 (AB1), 2 (AB2), 3 (AB3) e 4 (AB4). As barras representam média e erro padrão.

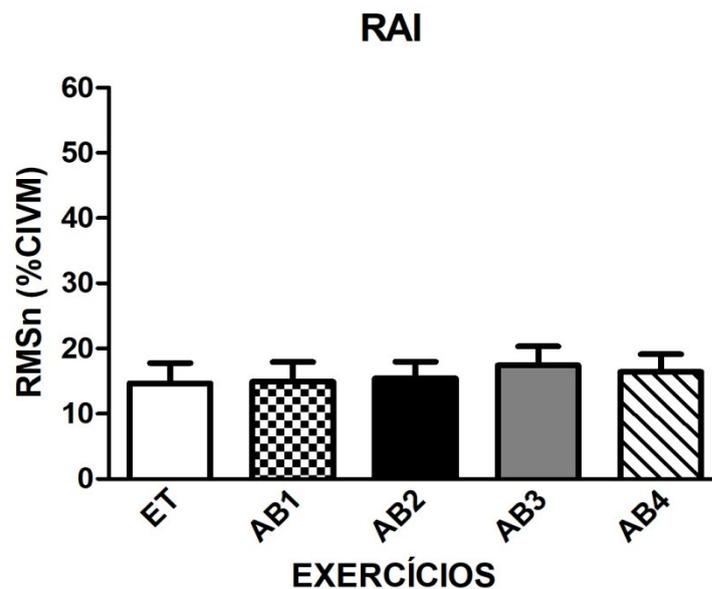
$\alpha$  Significativamente maior em comparação ao exercício AB1.

$\beta$  Significativamente maior em comparação ao exercício AB2.

Fonte: Autoria própria

### *Reto do Abdome – parte inferior (RAI)*

Em relação ao músculo RAI (Gráfico 2), não houve diferenças significativas na atividade EMG entre os diferentes exercícios abdominais ( $F [1,454; 20,354] = 0,311; p = 0,66$ ).

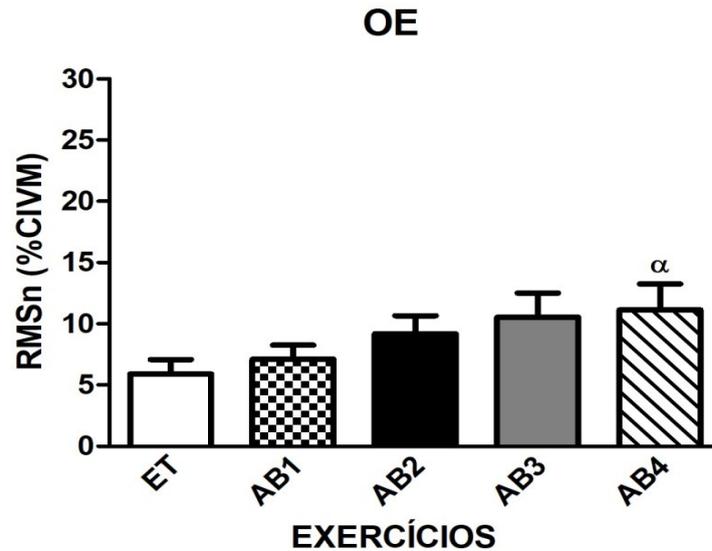


**Gráfico 2:** Comparação dos valores de RMSn (% CIVM) do músculo RAI durante os exercícios abdominais: tradicional (ET), *Ab Max Genis*<sup>®</sup> nos níveis 1 (AB1), 2 (AB2), 3 (AB3) e 4 (AB4). As barras representam média e erro padrão.

Fonte: Autoria própria

### ***Oblíquo Externo do Abdome (OE)***

Para a atividade EMG do músculo OE (Gráfico 3), houve diferenças significativas entre os exercícios ( $F [1,432; 20,046] = 5,297; p = 0,02$ ). Após análises post hoc, a atividade EMG do OE no exercício com aparelho *Ab Max Genis*® nível 4 (AB4) foi significativamente maior em comparação nível 1 (AB1:  $p = 0,041, ES = 0,61$ ).



**Gráfico 3:** Comparação dos valores de RMSn (% CIVM) do músculo OE durante os exercícios abdominais: tradicional (ET), *Ab Max Genis*® nos níveis 1 (AB1), 2 (AB2), 3 (AB3) e 4 (AB4). As barras representam média e erro padrão.

α Significativamente maior em comparação ao exercício AB1.

Fonte: Autoria própria

Os valores médios e intervalos de confiança do sinal EMG nos diferentes exercícios abdominais estão demonstrados na Tabela 3.

**TABELA 3:** Média (erro padrão) e intervalo de confiança (90% IC) do RMSn (% CIVM) nos diferentes exercícios abdominais: Exercício tradicional (ET); *Ab Max Genis*<sup>®</sup> níveis 1 (AB1), 2 (AB2), 3 (AB3) e 4 (AB4). Uberlândia-MG,2024.

| EXERCÍCIOS | MÚSCULOS                        |                                 |                                |
|------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
|            | RAS                             | RAI                             | OE                             |
| ET         | 29,22 ± 6,05<br>(18,56 / 39,88) | 14,65 ± 3,12<br>(9,15 / 20,15)  | 5,90 ± 1,18<br>(3,81 / 7,99)   |
| AB1        | 17,96 ± 3,78<br>(11,28 / 24,63) | 14,93 ± 2,99<br>(9,65 / 20,20)  | 7,11 ± 1,14<br>(5,10 / 9,12)   |
| AB2        | 17,56 ± 3,58<br>(11,24 / 23,88) | 15,40 ± 2,59<br>(10,83 / 19,97) | 9,17 ± 1,48<br>(6,57 / 11,78)  |
| AB3        | 19,57 ± 3,48<br>(13,43 / 25,71) | 17,42 ± 2,89<br>(12,33 / 22,52) | 10,53 ± 1,97<br>(7,05 / 14,00) |
| AB4        | 20,12 ± 3,25<br>(14,40 / 25,85) | 16,44 ± 2,70<br>(11,69 / 21,20) | 11,14 ± 2,11<br>(7,42 / 14,87) |

Reto do Abdome - parte superior (RAS) e inferior (RAI); Oblíquo externo do abdome (OE).

Fonte: Autoria própria

#### ***Reto Femoral (RF) - normalização pela extensão de perna***

Para a atividade EMG do músculo RF (normalização pela extensão de perna) houve diferenças significativas entre os exercícios ( $[X^2 (4) = 38,293; p < 0,001]$ ). Após análises post hoc (tabela 4), a atividade EMG do RF no ET foi significativamente menor em comparação aos exercícios AB2 ( $p = 0,001$ , ES = 1,58), AB3 ( $p = 0,000$ , ES = 1,46) e AB4 ( $p = 0,000$ , ES=1,57). O sinal EMG do RF no exercício AB4 foi significativamente maior em relação AB1 ( $p = 0,002$ , ES = 0,76).

#### ***Reto Femoral (RF) - normalização pela flexão de coxa***

Para a atividade EMG do músculo RF (normalização pela flexão de coxa) houve diferenças significativas entre os exercícios ( $[X^2 (4) = 38,087; p < 0,001]$ ). Após análises post hoc, a atividade EMG do RF no ET foi significativamente menor em comparação aos exercícios AB2 ( $p = 0,000$ , ES = 1,42), AB3 ( $p = 0,000$ , ES = 1,33) e AB4 ( $p = 0,000$ , ES = 1,04). O sinal EMG do RF no exercício AB4 foi significativamente maior em relação AB1 ( $p = 0,003$ , ES = 0,51).

**TABELA 4:** Mediana e valores mínimos e máximos do RMSn (% CIVM) nos diferentes exercícios abdominais: Exercício tradicional (ET); *Ab Max Genis*<sup>®</sup> níveis 1 (AB1), 2 (AB2), 3 (AB3) e 4 (AB4).

| EXERCÍCIOS | MÚSCULOS                           |                                    |
|------------|------------------------------------|------------------------------------|
|            | RF-EP                              | RF-FC                              |
| <b>ET</b>  | 0,67 (0,29 / 5,62)                 | 0,61 (0,29 / 5,84)                 |
| <b>AB1</b> | 3,35 (1,30 / 9,90)                 | 3,32 (1,06 / 14,42)                |
| <b>AB2</b> | 4,69 (2,03 / 12,83) <sup>Δ</sup>   | 4,60 (1,70 / 18,70) <sup>Δ</sup>   |
| <b>AB3</b> | 4,71 (1,95 / 15,82) <sup>Δ</sup>   | 4,43 (1,59 / 21,68) <sup>Δ</sup>   |
| <b>AB4</b> | 5,45 (2,13 / 18,46) <sup>Δ,α</sup> | 4,93 (1,74 / 44,13) <sup>Δ,α</sup> |

Reto femoral – normalização extensão de perna (RF-EP) e flexão de coxa (RF-FC).

Δ Significativamente maior em comparação ao exercício ET.

α Significativamente maior em comparação ao exercício AB1.

Fonte: A autoria própria

### 5.3 Normalização do RF

Comparando os dois processos de normalização do músculo RF (extensão de perna [RF-EP] e flexão de coxa [RF-FC]), foi demonstrada atividade EMG similar em todos os exercícios analisados (ET:  $p = 0,674$ ; AB1:  $p = 0,153$ ; AB2:  $p = 0,172$ ; AB3:  $p = 0,172$ ; AB4:  $p = 0,187$ ).

## 6. DISCUSSÃO

No presente estudo obteve-se comparar a atividade eletromiográfica dos músculos do *core* e o RF no ET e no exercício utilizando o equipamento *Ab Max Genis*<sup>®</sup>. A partir dos resultados obtidos, foi demonstrado que o equipamento comercial *Ab Max Genis*<sup>®</sup> produziu atividade EMG similar ou menor na maioria dos músculos abdominais em comparação com exercício tradicional (supra-abdominal), não confirmando a hipótese inicial do estudo.

O músculo RA, que é localizado na região anterior do tronco, é um dos principais músculos abdominais responsáveis pela estabilização e movimento do tronco. Anatômica e funcionalmente, é um músculo longo e estreito que se estende verticalmente desde a sínfise púbica até a caixa torácica, o RA é inervado pelos nervos intercostais (nervos Tóraco-abdominais) T7 a T12, e pelo fato de ser um músculo longo, o RA é ativado como um todo ou por partes dependendo da necessidade do recrutamento muscular.

Sua inserção na cartilagem xifoide e nas costelas inferiores confere-lhe uma importante função na flexão da coluna vertebral e na compressão do abdome. Além disso, o RA é essencial para manter a postura ereta, especialmente durante atividades que exigem suporte do tronco, como levantamento de peso e movimentos de flexão e rotação do tronco (SULLIVAN et al., 2023).

Foi identificado que a ativação muscular do músculo RAS no ET foi significativamente maior em comparação aos exercícios com o equipamento *Ab Max Genis*<sup>®</sup> nos níveis AB1 e AB2. (Gráfico 1, e Tabela 3).

Segundo o estudo de Anzai e Liberali (2011) o RAS tem maior ênfase em flexionar o tronco e o RAI em inclinar posteriormente a pelve (retroversão). Quando comparada a mecânica do movimento entre o ET e o equipamento *Ab Max Genis*<sup>®</sup> nota-se a diferença. Enquanto no ET é realizada uma flexão parcial do tronco, quando apenas as escápulas são elevadas do solo (exercício supra-abdominal), no *Ab Max Genis*<sup>®</sup> é realizada a flexão do tronco partindo da articulação do quadril, ocasionando assim maior ativação do RAS no ET.

Kim et al., (2016), em seu estudo com homens saudáveis, ativos fisicamente e sem histórico de lombalgia, aonde compara os exercícios “*Curl up*”, “*Dead bug*”, “*Superman*” e “*Bird dog*”, que são voltados para a estabilização lombar, também evidencia a maior ativação EMG na parte superior do músculo RA no exercício *Curl up*, exercício similar ao ET.

Na análise o RAI, identificou-se que não houve diferenças significativas na atividade EMG entre os diferentes exercícios abdominais (Gráfico 2, e Tabela 3), podendo ser explicada também pela mecânica do exercícios, aonde no ET temos maior ativação do RAS por ser o

principal responsável pela flexão do tronco, e no exercício com o *Ab Max Genis*<sup>®</sup> temos a flexão do tronco partindo da articulação do quadril, onde varios músculos flexores de quadril também participam desta ação (ESCAMILLA et al., 2006b), como por exemplo o músculo iliopsoas, onde a sua função principal é a de flexionar o quadril, com ligeira adução, e o músculo RF que por ser biarticular também participa da flexão do quadril, fazendo assim com que haja uma diminuição no sinal EMG do RAI.

Monfort-Pañego et. al. (2009) em seu trabalho de revisão, aonde sintetiza estudos que investigam atividade EMG dos músculos abdominais durante a realização de exercícios abdominais, identificou diversos estudos aonde na fase inicial do exercício abdominal completo, durante a flexão da coluna dorsolombar, há uma maior ativação do músculo RA, posteriormente, sua ativação cai drasticamente quando a região lombar é levantada do chão (a partir de 30° a 45° de flexão do tronco) com a ativação dos músculos flexores do quadril, situação similar ao exercício com equipamento *Ab Max Genis*<sup>®</sup>.

O estudo de Nelson, Bent-Forsythe e Roopchand-Martin (2012), que demonstrou maior atividade eletromiográfica do RAS no ET em comparação com o exercício abdominal “canivete” com aparelho *Ab Loung* e atividade similar no RAI em ambos exercícios, também estão de acordo com os achados do presente estudo, visto que a mecânica de execução dos dois aparelhos é semelhante, ou seja, flexão de tronco, espera-se resultados semelhantes para o músculo RA.

O músculo OE é uma importante estrutura da parede abdominal, com uma anatomia complexa e função fundamental na estabilização e movimento do tronco. Anatômica e funcionalmente, o OE origina-se nas últimas oito costelas, na fáscia toracolombar e na crista ilíaca, convergindo em direção à linha alba e à sínfise púbica (NEUMANN, 2013).

No caso do músculo OE, no presente estudo, vemos que a atividade EMG no equipamento *Ab Max Genis*<sup>®</sup>, na posição AB4 foi significamente maior em comparação ao ET (Gráfico 3, e Tabela 3), e os valores de RMSn do músculo OE no exercício AB4 foi significativamente maior em relação AB1.

Analisando a função muscular, os músculos oblíquos são responsáveis pela rotação do tronco, sendo que os oblíquos externos rotacionam o tronco para o lado oposto e os oblíquos internos rotacionam o tronco para o mesmo lado, flexão lateral do tronco, que se dá quando os músculos de um lado se contraem, eles inclinam o tronco para o mesmo lado, e a estabilização do tronco (ANZAI; LIBERALI, 2011), além de ser um sinergista na flexão do tronco (VERA-GARCIA et al., 2013).

Com isso nota-se que no ET, o indivíduo se encontra em uma posição onde todo o tronco

e escapúlas estão apoiados ao solo, migrando para a posição em que seu peito tocasse na ponta da haste de referência, que foi regulada em um ponto no qual era possível realizar uma flexão parcial do tronco, em que as escapúlas eram retiradas do solo, fica evidenciado que a ação do OE fica restrita ao sinergismo na flexão do tronco.

Já no exercício executado no *Ab Max Genis*<sup>®</sup>, identifica-se que ao se elevar todo o tronco do solo, mesmo com o apoio dos encostos do equipamento, é necessário uma maior ativação EMG do OE para que o tronco fique estável no exercício abdominal, e a diferença significativa entre AB4 e AB1 nos indica que os encostos do equipamento promovem uma sustentação do tronco no exercício, visto que na posição AB1 o indivíduo inicia o exercícios com as costas apoiadas nos encostos do equipamento, e na posição AB4, o indivíduo executa praticamente todo o exercício sem nenhum apoio, aumentando assim a necessidade da ativação EMG de músculos responsáveis pela estabilização do *core*.

O músculo RF é uma estrutura anatômica localizada na parte anterior da coxa, que desempenha um papel fundamental na movimentação do quadril e do joelho. O RF se origina na espinha íliaca ântero-inferior e se estende ao longo da coxa até inserir-se no Tendão do Quadríceps. Sua principal função é realizar a flexão do quadril, a extensão do joelho e a anteversão da pelve.

Observa-se nesse estudo que a atividade EMG do músculo RF (normalização pela extensão de perna – RF-EP) no ET foi significativamente menor em comparação ao exercício AB2, AB3 e AB4 (Tabela 4). Esses resultados estão de acordo com diferentes estudos que avaliaram a atividade do RF no exercício abdominal com os aparelhos *Rock Gym*<sup>®</sup> (GREGORIO, 2020), *Isotonic Abdominal Machine* (SUNDSTRUP et al., 2012), *Ab Swing* (LIZARDO et al., 2009), *Ab Twister e Ab Rocker* (ESCAMILA et al., 2006b) em comparação com o ET. Nota-se que nos equipamentos comerciais estudados, a realização do exercício é na posição sentada e têm mecânica de movimento similar ao *Ab Max Genis*<sup>®</sup>, flexão do tronco partindo da articulação do quadril, situação que explica essa atividade maior do RF.

Na maioria dos estudos (LÓPEZ-VALENCIANO et al., 2013; SAETERBAKKEN et al., 2014; SILVA et al., 2015), o foco da avaliação eletromiográfica é restrito aos músculos abdominais. Embora no primeiro momento o aumento da ativação desses músculos seja benéfico e desejável, é imprescindível verificar a atividade elétrica dos músculos flexores da coxa, como o RF, para saber a “relação de custo-benefício” do exercício (GREGORIO et al., 2020), pois, quanto maior a atividade desse músculo, maior a tração e a força de cisalhamento na região lombar da coluna vertebral, em virtude da intensificação da lordose lombar (SUNDSTRUP et al., 2012), situação indesejável e prejudicial para pessoas com musculatura

abdominal fraca ou com lombalgia (PARFREY et al., 2008).

Outro fator observado no presente estudo é o fato da atividade EMG do músculo RF (normalização pela flexão de coxa – RF-FC) no ET foi significativamente menor em comparação aos exercícios AB2, AB3 e AB4 (Tabela 4). Este achado tem a mesma relação com o sinal EMG do músculo RF normalizado pela extensão de perna (RF-EP).

No presente estudo foi avaliado a normalização do sinal do RF em duas formas, devido sua ação bi-articular de flexão de coxa e extensão de perna. Como no exercício abdominal o RF tem uma ação principalmente na articulação do quadril, acreditava-se que a normalização pela ação nessa articulação produziria resultados diferentes em relação a normalização pela extensão de perna. No entanto, comparando os dois processos de normalização do músculo RF (extensão de perna [RF-EP] e flexão de coxa [RF-FC]), foi demonstrada atividade EMG similar em todos os exercícios analisados.

Escamilla e colaboradores (2010) e Silva e colaboradores (2015) classificaram o nível de atividade muscular em baixa (0% a 20% CIVM), moderada (21% a 40% CIVM), alta (41% a 60% CIVM) e muito alta (acima de 60% CIVM). Os exercícios que produzem ativação muscular maior que 60% da CIVM podem ser direcionados para o treinamento de força muscular, enquanto os exercícios que proporcionam uma ativação muscular menor que 20% trabalham o desenvolvimento da resistência muscular.

No presente estudo, uma moderada ativação (21% a 40% CIVM) foi verificada no músculo RAS no ET, e uma baixa ativação (0% a 20% CIVM) dos músculos RAI, OE e RF foi observada no ET e no aparelho *Ab Max Genis*<sup>®</sup>, indicando que eles são recomendados para o treinamento de resistência muscular.

Conforme descrito por Basmajian e De Luca (1985), os sinais eletromiográficos têm comportamento diferenciado em função da faixa etária, gênero, da treinabilidade e também da metodologia aplicada. Nessa linha de raciocínio, De Luca (1997) relata que o diâmetro da fibra muscular, o local de colocação dos eletrodos, a impedância do conjunto pele/eletrodos, o recrutamento e a frequência de disparo das unidades motoras, os artefatos de movimentos, entre outros interferem no sinal eletromiográfico.

Também podemos identificar como limitação do presente estudo, a falta de uma Análise Cinemática, a mesma poderia fornecer dados de posição e ângulos dos membros inferiores, da pelve, do tronco e da cabeça na execução dos exercícios.

Visto a relevância e importância da musculatura abdominal, vários aparelhos são desenvolvidos e comercializados sem uma análise sistemática. Sendo assim, baseado neste e em outros resultados publicados, é necessário e de suma importância a realização de mais testes

para verificação do efeito de diferentes aparelhos abdominais, fazendo com que os consumidores e/ou treinadores possam selecionar equipamentos e exercícios abdominais variados que isolam e trabalham melhor a musculatura abdominal com base em dados científicos.

## 7. CONCLUSÃO

Conclui-se que o equipamento *Ab Max Genis*<sup>®</sup> produziu atividade EMG menor no músculo RAS, similar no músculo RAI e maior no músculo OE (AB4) em comparação ao ET, enquanto que a atividade EMG do músculo RF foi significativamente maior no aparelho *Ab Max Genis*<sup>®</sup> em relação ao ET.

Também é evidenciado que não houve diferença na atividade EMG do RF em relação aos dois processos de normalização (RF-FC e RF-EP), portanto, é possível escolher qualquer um dos dois processo de normalização para estudos de EMG com o RF.

O fato de o equipamento *Ab Max Genis*<sup>®</sup> apresentar uma maior ativação EMG para o músculo RF, que é um músculo responsável pela flexão do quadril, nos indica que este equipamento não se torna recomendado para pessoas com musculatura abdominal fraca ou problemas na região lombar da coluna vertebral, diferente do ET que prioriza o recrutamento dos músculos abdominais e minimiza a atividade dos flexores de quadril.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANZAI, M. C.; LIBERALI, R. Análises eletromiográficas na ativação da musculatura abdominal nos exercícios tradicionais e não tradicionais. **RBPFEEX- Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 5, n. 28, 2011.

AVEDISIAN, L.; KOWALSKY, D. S.; ALBRO, R. C.; GOLDNER, D.; GILL, R. C. Abdominal strengthening using the Ab Vice machine as measured by surface electromyographic activation levels. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 19, n. 3, p. 709–712, 2005. <https://doi.org/10.1519/00124278-200508000-00036>

AZUMA, K.; SERA, Y.; SHINJO, T.; TAKAYAMA, M.; SHIOMI, E.; MOMOSHIMA, S.; IWAO, Y.; ISHIDA, H.; MATSUMOTO, H. Maintenance of the paraspinal muscles may protect against radiographic knee osteoarthritis. **Rheumatology: Research and Review**, v. 9, p. 151–158, 2017. <https://doi.org/10.2147/OARRR.S130688>

BARBOSA, K. B. F. **Consumo alimentar e marcadores de risco para a síndrome metabólica em adolescentes do sexo feminino: comparação entre instrumentos de inquérito dietético**. 2006. Universidade Federal de Viçosa, 2006.

BASMAJIAN, J. V.; De LUCA, C. J. **Muscles Alive: Their functions revealed by electromyography**. 5 ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1985. 555p.

BERTOLDO-BENEDETTI, T. R.; ANTUNES, P. D. C.; RODRIGUEZ-AÑEZ, C. R.; MAZO, G. Z.; PETROSKI, É. L. Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) em homens idosos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 13, n. 1, p. 11–16, 2007. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922007000100004>.

Biospace Co. InBody230 User's manual. 1–65, 1996.

BIRD, M.; FLETCHER, K. M.; KOCH, A. J. Electromyographic comparison of the Ab Slide and Crunch exercises. **Journal of strength and conditioning Research**, v. 20, n. 2, p. 436–440, 2006. <https://doi.org/10.1519/00124278-200605000-00033>

CHAN, M. K.; CHOW, K. W.; LAI, A. Y.; MAK, N. K.; SZE, J. C.; TSANG, S. M. The effects of therapeutic hip exercise with abdominal *Core* activation on recruitment of the hip muscles. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 18, n. 1, p. 313–324, 2017. <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1674-2>.

CHOI, Jung-Hoon; KIM, Da-Eun; CYNN, Heon-Seock. Comparison of trunk muscle activity between traditional plank exercise and plank exercise with isometric contraction of ankle muscles in subjects with chronic low back pain. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 35, n. 9, p. 2407-2413, 2021. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003188>

CLAUMANN, G. S.; MACCARI, F. E.; RIBOVSKI, M.; PINTO, A. DE A.; FELDEN, É. P. G.; PELEGRINI, A. Qualidade De Vida Em Acadêmicos Ingressantes Em Cursos De Educação Física. **Journal of Physical Education**, v. 28, n. 1, p. 1–11, 2017. <https://doi.org/10.4025/jphyseduc.v28i1.2824>.

CORREA, C. S.; COSTA, R.; PINTO, R. S. Utilização de diferentes técnicas para o controle do posicionamento dos eletrodos de superfície na coleta do sinal eletromiográfico. **ACTA Brasileira do movimento humano**, v. 2, n. 2, p. 5–13, 2012.

DE LUCA, C. J. The use of surface electromyography in biomechanics. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 13, n. 2, p. 135–163, maio 1997. <https://doi.org/10.1123/jab.13.2.135>.

DUNCAN, M. Muscle activity of the upper and lower rectus abdominis during exercises performed on and off a Swiss ball. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 13, n. 4, p. 364–367, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2008.11.008>.

ESCAMILLA, R. F.; BABB, E.; DEWITT, R.; JEW, P.; KELLEHER, P.; BURNHAM, T.; BUSCH, J.; D'ANNA, K.; MOWBRAY, R.; IMAMURA, R. T. Electromyographic analysis of traditional and nontraditional abdominal exercises: implications for rehabilitation and training. **Physical therapy**, v. 86, n. 5, p. 656–671, 2006a. [https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2006.00572\\_3.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2006.00572_3.x).

ESCAMILLA, R. F.; LEWIS, C.; BELL, D.; BRAMBLET, G.; DAFFRON, J.; LAMBERT, S.; PECSON, A.; IMAMURA, R.; PAULO, L.; ANDREWS, J. R. Core muscles activation during Swiss ball and traditional abdominal exercises. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 40, n. 5, p. 265–276, 2010. <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3073>.

ESCAMILLA, R. F.; MCTAGGART, M. S. C.; FRICKLAS, E. J.; DEWITT, R.; KELLEHER, P.; TAYLOR, M. K.; HRELJAC, A.; MOORMAN, C. T. An electromyographic analysis of commercial and common abdominal exercises: implications for rehabilitation and training. **The Journal of orthopaedic and sports physical therapy**, v. 36, n. 2, p. 45–57, 2006b. <https://doi.org/10.2519/jospt.2006.36.2.45>.

FIELD A. Descobrimos a estatística usando o SPSS. 2a. ARTMED, editor. Porto Alegre; 2009. 688 p.

FLEISS, J. L. **The design and analysis of clinical experiments**. Nova Iorque: John Wiley and Sons, 1986.

GARCIA, F. J. Estudio electromiográfico de ejercicios de flexión del tronco sobre banco inclinado. **Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte**, v. 13, n. 52, p. 657–671, 2013.

GARCIA-VAQUEIRO, M. P.; MORESIDE, J. M.; BRANTONS-GIL, E.; PECO-GARDNER, E.; GRAY, D. J.; O'RAHILLY, R. **Anatomia**, 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. 815 p.

GOMES, S. R. A.; MACEDO, L. B.; BORGES, D. T.; COSTA, K. S. A.; MELO, S. A.; BRASILEIRO, J. S. Effect of whole body vibration on the electromyographic activity of Core stabilizer muscles: WBV ON CORE STABILIZER MUSCLES. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 25, p.1-5, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2020.05.004>.

GONZÁLEZ, F. J. Trunk muscles activation during stabilization exercises with single and

double leg support. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 22, p. 398–406, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2012.02.017>

GREGORIO, F. C. et al. Comparison of the electromyographic activity of the abdominal and rectus femoris muscles during traditional crunch and Rock Gym® device. **Research on Biomedical Engineering**, v. 36, n. 1, p. 39-48, 2020. <https://doi.org/10.1007/s42600-019-00039-6>

GUEDES, D. P.; LOPES, C. C.; GUEDES, J. E. R. P. Reprodutibilidade e validade do questionário internacional de atividade física em adolescentes. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 11, n. 2, p. 151–158, 2005. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922005000200011>.

HALL, S. J. Cinética angular do movimento. In: **Biomecânica Básica**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013. p. 375.

HAMILL, J.; KNUTZEN, K. M. Bases Biomecânicas do Movimento Humano, 1ª ed., São Paulo: Manole, 1999. 532 p.

HERMES, H. J.; FRERIKS, B. **The Seniam cd-rom: European recommendations for surface electromyography** Netherlands: Roessingh Research and Development, 2000.

HILDENBRAND, K.; NOBLE, L. Abdominal muscle activity while performing trunk-flexion exercises using the Ab Roller, ABslide, FitBall, and conventionally performed trunk curls. **Journal of Athletic Training**, v. 39, n. 1, p. 37–43, 2004.

HODGES, P. W.; BUI, B. H. A comparison of computer-based methods for the determination of onset of muscle contraction using electromyography. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/Electromyography and Motor Control*, 101, 1996. [https://doi.org/10.1016/S0921-884X\(96\)95190-5](https://doi.org/10.1016/S0921-884X(96)95190-5)

HUXEL BLIVEN, K. C.; ANDERSON, B. E. *Core stability training for injury prevention*. *Sports Health*, 5(6), 514-522, 2013. <https://doi.org/10.1177/1941738113481200>

KIBLER, W. B., PRESS, J.; SCIASCIA, A. The role of *Core* stability in athletic function. *Sports Medicine*, 36(3), 189-198, 2006. <https://doi.org/10.2165/00007256-200636030-00001>

KIM, M. H.; OH, J. S. Effects of performing an abdominal hollowing exercise on trunk muscle activity during curl-up exercise on an unstable surface. **Journal of Physical Therapy Science**, v. 27, n. 2, p. 501–503, 2015. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.501>

KIM, et al., Electromyographic changes in trunk muscles during graded lumbar stabilization exercises, *PM&R* 2016, 8,979- 89. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2016.05.017>

KONRAD, P. **The ABC of EMG: a practical introduction to kinesiological electromyography** Boston Noraxon EMG and Sensor Systems, 2005.

LIZARDO, F. B.; SOUSA, G. C.; FACURY NETO, M. A.; MARQUES, K. V.; BERNARDINO JUNIOR, R.; SILVA, D. C. O.; OLIVEIRA, D. C. S. Comparative electromyographic analysis of the rectus abdominis and rectus femoris muscles in

abdominal exercises with or without the Ab Swing device. **Biocience Journal**, v. 25, n. 3, p. 92–103, 2009.

LÓPEZ-VALENCIANO, A.; BIVIÁ-ROIG, G.; LISÓN-PÁRRAGA, J. F.; VERA-MAEO, S.; TAKAHASHI, T.; TAKAI, Y.; KANEHISA, H. Trunk muscle activities during abdominal bracing: comparison among muscles and exercises. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 12, p. 467–474, 2013.

MACEDO, A. S. Análise eletromiográfica de músculos do tronco no exercício de estabilização prancha ventral com sistema trx®. 2020. 20 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Educação Física) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021. <https://doi.org/10.47573/XIIIISEB.42>

MCGILL, S. M. (2009). *Core training: Evidence translating to better performance and injury prevention*. *Strength and Conditioning Journal*, 31(6), 42-46. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3181df4521>

MEDRANO, I. C.; MASSÓ, X. G.; COLADO, J. C.; PABLOS, C.; MORAES, J. A.; FUSTER, M. A. Deadlift muscle force and activation under stable and unstable conditions. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 10, p. 2723–2730, 2010. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181f0a8b9>.

MERLETTI, R.; FARINA, D. *Surface electromyography: Physiology, engineering, and applications*. **John Wiley & Sons**, 2016. <https://doi.org/10.1002/9781119082934>

MONFORT-PAÑEGO, M. et. al. Electromyographic studies in abdominal exercises: a literature synthesis. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, v. 32, n. 3, p. 232-244, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2009.02.007>

MOORE, K. L.; Dalley, A. F.; Agur, A. M. R. *Anatomia Orientada Para a Clínica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2014.

MORAES, A. C.; PINTO, R. S.; VALAMATOS, M. J.; VALAMATOS, M. J.; PEZARAT-CORREIA, P. L.; OKANO, A. H.; SANTOS, P. M.; CABRI, J. M. EMG activation of abdominal muscles in the crunch exercise performed with different external loads. **Physical Therapy in Sport**, v. 10, n. 2, p. 57–62, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2009.01.001>.

MULASI, U., KUCHNIA, A. J., COLE, A. J., EARTHMAN, C. P. Bioimpedance at the Bedside. *Nutr. Clin. Pract.* **30**, 180–193 (2015). <https://doi.org/10.1177/0884533614568155>.

NELSON, G. A.; BENT-FORSYTHE, D. A.; ROOPCHAND-MARTIN, S. C. Electromyographic activity of the rectus abdominis during a traditional crunch and the basic jackknife exercise with the Ab Lounge™. **The journal of strength and conditioning research**, v. 26, n. 6, p. 1584–1588, 2012. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318234e886>

NEUMANN, D. A. (2013). *Kinesiology of the musculoskeletal system: foundations for physical rehabilitation*. Elsevier Health Sciences.

NORRIS, C.M. Abdominal muscle training in sport. *Br.J. Sp. Med.*, Loughborough, v. 27, n.1. p.19-27,1993. <https://doi.org/10.1136/bjism.27.1.19>

OLIVER, G. D.; STONE, A. J.; PLUMMER, H. Electromyographic examination of selected muscle activation during isometric *Core* exercises. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v. 20, n. 6, p. 452–457, 2010. <https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e3181f7b0ef>.

PARFREY, K. C.; DOCHERTY, D.; WORKMAN, R. C.; BEHM, D. G. The effects of different sit-and curl-up positions on activation of abdominal and hip flexor musculature. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, v. 33, p. 888–895, 2008. <https://doi.org/10.1139/H08-061>

RASCH, P. J.; BURKE, R. **Cinesiologia e Anatomia Aplicada**. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1977, 571 p.

RHEA, M. R. Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of effect size. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 18, n. 4, p. 918–920, 2004. <https://doi.org/10.1519/00124278-200411000-00040>

RUTKOWSKA-KUCHARSKA, A.; SZPALA, A. Electromyographic muscle activity in curl-up exercises with different positions of upper and lower extremities. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 11, p. 3133–3139, 2010. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181ddb308>.

SAETERBAKKEN, A. H.; ANDERSEN, V.; JANSSON, J.; KVELLESTAD, A. C.; FIMLAND, M. S. Effects of bosu ball(s) during sit-ups with body weight and added resistance on *Core* muscle activation. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 12, p. 3515–3522, 2014. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000565>.

SANTOS, F. R. A. et al. **Análise eletromiográfica de músculos do tronco e percepção subjetiva de esforço no exercício prancha ventral até a exaustão com diferentes equipamentos instáveis**. 2020.

SCHOFFSTALL, J. E.; TITCOMB, D. A.; KILBOURNE, B. F. Electromyographic response of the abdominal musculature to varying abdominal exercises. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 12, p. 3422–3426, 2010. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e74315>.

SILVA, F. H. O. et al. Comparison of the electromyographic activity of the trunk and rectus femoris muscles during traditional crunch and exercise using the 5-minute shaper device. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 34, n. 1, p. 1-10, 2020. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003250>

SILVA, G. B.; MORGAN, M. M.; CARVALHO, W. R. G. D.; SILVA, E.; FREITAS, W. Z. De; SILVA, F. F. D.; SOUZA, R. A. De. Electromyographic activity of rectus abdominis muscles during dynamic Pilates abdominal exercises. **Journal of Bodywork & Movement Therapies**, v. 19, n. 4, p. 629–635, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2014.11.010>

SILVA, M. R. DA; FERRETTI, F.; LUTINSKI, J. A. Dor lombar, flexibilidade muscular e

relação com o nível de atividade física de trabalhadores rurais. **Saúde em Debate**, v. 41, n. 112, p. 183–194, 2017. <https://doi.org/10.1590/0103-1104201711215>.

SILVA, P. K. et al. Análise do sinal eletromiográfico, força e variabilidade da frequência cardíaca em cuidadores do SAD-HC/UFU, antes a após uma jornada de trabalho. 2022.

SIMÕES, E. C. **Comportamento da Ativação dos Músculos: Reto Femoral, Vasto Lateral e Vasto Medial, Durante a Realização do Movimento de Extensão do Joelho**. 2004. Tese de Doutorado. [sn].

SNARR, R. L.; HALLMARK, A. V.; NICKERSON, B. S.; ESCO, M. R. Electromyographical comparison of pike variations performed with and without instability devices. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 12, p. 3436–3442, 2016. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001436>

STERNLICHT, E.; RUGG, S. G.; BERNSTEIN, M. D.; ARMSTRONG, S. D. Electromyographic analysis and comparison of selected abdominal training devices with a traditional crunch. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 19, n. 1, p. 157–162, 2005. <https://doi.org/10.1519/00124278-200502000-00027>

STERNLICHT, E.; RUGG, S.; FUJII, L. L.; TOMOMITSU, K. F.; SEKI, M. M. Electromyographic comparison of a stability ball crunch with a traditional crunch. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 21, n. 2, p. 506–509, 2007.

SULLIVAN, et al. Muscle Thickness, Echo-Intensity, Peak Force, Time Under Tension, Total Load Lifted, and Perception of Effort Comparisons Between Two Abdominal Crunch Resistance Training Protocols in Recreationally-Trained Participants. *International Journal of Exercise Science*, v. 16, n. 6, p. 538, 2023.

SULLIVAN, W.; GARDIN, F. A.; BELLON, C. R.; LEIGH, S. The effect of the traditional versus a modified bent-knee sit-up on abdominal and hip flexor muscle EMG activity. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 12, p. 3472–3479, 2015. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001006>.

SUNDSTRUP, E.; JAKOBSEN, M. D.; ANDERSEN, C. H.; JAY, K.; ANDERSEN, L. L. Swiss ball abdominal crunch with added elastic resistance is an effective alternative. **The International Journal of Sports Physical Therapy**, v. 7, n. 4, p. 372–380, 2012.

SURFACE ELECTROMYOGRAPHY FOR THE NON-INVASIVE ASSESSMENT OF MUSCLES (SENIAM). Disponível em: < <https://www.seniam.org> >.

TAN, S.; CAO, L.; SCHOENFISCH, W.; WANG, J. Investigation of *Core* muscle function through electromyography activities in healthy young men. **Journal of Exercise Physiology**, v. 16, n. 1, p. 45–52, 2013.

VERA-GARCIA, F. J.; MORESIDE, J. M.; MCGILL, S. M. MVC Techniques to normalize trunk muscle EMG in healthy women. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 20, p. 10–16, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2009.03.010>.

VERA-GARCIA, F. J.; BARBADO, D.; FLORES-PARODI, B.; ALONSO-ROQUE, J. I.; ELVIRA, J. L. L. Activación de los músculos del tronco en ejercicios de estabilización raquídea. **Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte**, v. 13, n. 52, p. 673–685, 2013.

WARWICH, R.; WILLIAMS, P. L. **Gray: Anatomia**, 35 ed., Rio de Janeiro: GuanabaraKoogan, 1979, 535 p.

WEINECK, J. **Anatomia aplicada ao esporte**. 18. ed. São Paulo: Manole, 2013.

WILLARDSON, J. M. (2007). *Core stability training: Applications to sports conditioning programs*. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 979-985. <https://doi.org/10.1519/00124278-200708000-00054>

WILLARDSON, J. M.; BEHM, D. G.; HUANG, S. Y.; REHG, M. D.; KATTENBRAKER, M. S.; FONTANA, F. E. A comparison of trunk muscle activation: ab circle vs. traditional modalities. **Journal of strength and conditioning research**, v. 24, n. 12, p. 3415–3421, 2010. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181f639af>

WILLARDSON, J. M. *Desenvolvendo O Core*. [s.l]: Phorte Editora, 2017. 264 p.

WORKMAN, J. C.; DOCHERTY, D.; PARFREY, K. C.; BEHM, D. G. Influence of Pelvis Position on the Activation of Abdominal and Hip Flexor Muscles. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 22, n. 5, p. 1563–1569, set. 2008. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181739981>

YODAS, J. W.; GUCK, B. R.; HEBRINK, R. C.; RUGOTZKE, J. D.; MADSON, T. J.; HOLLMAN, J. H. An electromyographic analysis of Ab Slide exercise abdominal crunch supine double leg thrust and side bridge in healthy young adults: implications for rehabilitation professionals. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 22, n. 6, p. 1939–1946, 2008. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31818745bf>.