

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E FISIOTERAPIA
LAYNNE RODRIGUES DE OLIVEIRA

**ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA DE GRUPOS MUSCULARES DO CORE EM
DIFERENTES EXERCÍCIOS DE ESTABILIZAÇÃO DO TRONCO**

UBERLÂNDIA-MG

2021

LAYNNE RODRIGUES DE OLIVEIRA

**ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA DE GRUPOS MUSCULARES DO CORE EM
DIFERENTES EXERCÍCIOS DE ESTABILIZAÇÃO DO TRONCO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Educação Física e Fisioterapia da Universidade de Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do diploma de graduação em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Frederico Balbino Lizardo.

UBERLÂNDIA - MG

2021

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	5
MÉTODO.....	6
Caracterização do estudo.....	6
População e Amostra	7
Coleta do sinal EMG	7
Procedimento experimental	9
Análise dos dados.....	10
Análise estatística.....	10
RESULTADOS	11
Grupo Abdominal (GA).....	11
Grupo Paravertebral (GP).....	11
DISCUSSÃO	12
CONCLUSÃO	14
REFERÊNCIAS.....	14

ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA DE GRUPOS MUSCULARES DO CORE EM DIFERENTES EXERCÍCIOS DE ESTABILIZAÇÃO DO TRONCO

Layne Rodrigues de Oliveira¹, Frederico Balbino Lizardo²

¹ Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Educação Física e Fisioterapia, Uberlândia, MG, Brasil; ² Laboratório de Eletromiografia Cinesiológica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil.

RESUMO

O *core* é a região do tronco e tem papel fundamental na estabilização da coluna, fornecendo suporte em diversas atividades. Os exercícios de estabilização têm sido amplamente utilizados para o treinamento do *core*, para qualidade de vida ou alto rendimento. Objetivou-se analisar a atividade eletromiográfica de grupos musculares do *core* (abdominal (GA) e paravertebral (GP)) durante cinco variações de exercícios isométricos de estabilização do tronco: prancha ventral (PV), prancha lateral (PL), balanço para trás (BA), ponte (PO) e prancha dorsal (PD). A amostra foi composta por 10 voluntários do gênero masculino adultos, saudáveis e praticantes de atividade física regular (20,9±1,62 anos, 65,5±11,0 kg, 1,71±0,10m e 22,24±2,50 kg/m²). Utilizou-se eletrodos de superfície diferenciais simples nos músculos reto do abdome, oblíquo externo e interno do abdome, multifídeo e eretor da espinha. O sinal foi registrado por um eletromiógrafo computadorizado e quantificados pelos valores máximos e normalizado (RMSn) pela Contração Isométrica Voluntária Máxima. A análise estatística foi realizada pelo programa GraphPadPrism (versão 8.4–Graphpad Software, Inc), foi utilizado Teste *Kolmogorov-Smirno* para análise da normalidade e análise de variância de medidas repetidas (ANOVA). Os resultados demonstraram que a atividade eletromiográfica do GA foi maior nos exercícios BA, PV e PL, enquanto GP apresentou maiores resultados no PD, seguidos de PL e PO. Conclui-se que a atividade eletromiográfica dos grupos musculares sofreu variações de acordo com a biomecânica postural do exercício, tornando importante a utilização dos dados em programas de treinamento do *core*, levando em consideração a individualidade e a variabilidade.

Palavras-chave: *Core; Prancha Ventral; Eletromiografia; Prancha Lateral.*

INTRODUÇÃO

O *core*, pode ser definido como a região do tronco, composta por estruturas osteoarticulares e musculares que produzem, controlam ou impedem movimentos nessa região do corpo. A sua estabilidade é fundamental como suporte para permitir a produção e transferência de força durante movimentos dos membros, além de auxiliar no suporte de cargas, prevenir disfunções, proteger a coluna e manter o controle postural (WILLARDSON, 2017).

O sistema ativo muscular, juntamente com os subsistemas passivo e neural, são responsáveis de forma integrada pela estabilidade intervertebral (MORITA et al., 2016), e são classificados como estabilizadores locais e globais. Os músculos locais possuem inserção nas vértebras e estão relacionados com a estabilidade segmentar da coluna durante movimentos do corpo e ajustes posturais (multífido [MU], transverso do abdome [TA] e oblíquo interno do abdome [OI]). Já o conjunto dos músculos globais possuem inserção em pontos anatômicos diferentes das vértebras, atuam na estabilização multissegmentar e na função de gerar movimentos de grande amplitude (reto do abdome [RA], oblíquo externo do abdome [OE] e eretor da espinha [EE]). (MARQUES, et al 2012).

A atuação de forma sinérgica dos grupos musculares do *core* é fundamental para proporcionar um equilíbrio que mantém a postura do tronco, mesmo quando ele está sob influência de fatores desestabilizadores (NEUMANN, 2018). Visto isso, a ocorrência de alterações no padrão de recrutamento dos músculos do tronco e disfunções musculares impõe consequências posturais desafiando a estabilidade da coluna, sendo, a fraqueza e a instabilidade muscular um fator causador de dor lombar (EBENBICHLER, 2020; GHAMKHAR; KAHLAEE, 2020).

A prevenção ou reabilitação de dor lombar (lombalgia), tem sido um, dentre os diversos motivos que levaram ao crescimento e aumento da prática do treinamento do *core* (FIDALE et al., 2018; YODAS et al., 2017). A dor lombar (LBP) é um problema de saúde extremamente comum e possui uma taxa de prevalência de 80% ao longo da vida para um adulto que sofre um episódio de dor lombar (ARAB, et al., 2017). É considerada como um dos mais difundidos problemas de saúde pública, por afetar uma grande parte da população e equivaler a grandes gastos para os sistemas nacionais de saúde e de previdência em termos de diagnóstico, tratamento, absenteísmo e aposentadoria prematura (GREGORIO et al., 2020; FURTADO et al., 2014).

Exercícios de estabilização do tronco são métodos comuns e muito utilizados em programas de treinamento em *fitness*, esportes e reabilitação, pois desafiam a capacidade de controle do sistema motor para manter ou retomar a posição do tronco sob cargas internas e / ou externas, sendo assim importantes para o controle neuromuscular e estabilização da coluna vertebral. São exercícios que consistem na manutenção da coluna em posição neutra (com movimento mínimo associado do tronco), enquanto mantém a pelve levantada contra a gravidade, em diferentes posturas pronada, supinada ou lateral (VERA-GARCIA et al., 2020).

A escolha dos exercícios de estabilização que devem ser realizados em um programa de treinamento são constantemente baseadas em opiniões, experiências pessoais e “artigos” que podem ou não serem embasados em evidências científicas (FIDALE et al., 2019). Porém, a escolha desses exercícios deve sempre ser fundamentada na eficácia e segurança, por isso a utilização da eletromiografia de

superfície representa uma ferramenta de avaliação inicial para estabelecer diferenças agudas na ativação muscular visto que permite avaliar a eficácia dos exercícios de estabilização analisando a intensidade da ativação muscular dos músculos do tronco (VERA-GARCIA et al., 2013).

Diferentes estudos analisaram a atividade eletromiográfica (EMG) dos músculos do *core* em exercícios de estabilização, com e sem o uso de instabilidade. Lark et al. (2018) investigaram a ativação muscular e fadiga muscular local durante um teste 12-minutos de prancha rotacional; nos resultados encontrados, a prancha ventral, gerou maior ativação dos músculos RA, OE, OI, enquanto a posição de prancha lateral dominante provoca maior ativação dos músculos OE, EE. Por sua vez, Santos et al. (2020) estudaram a atividade eletromiográfica de músculos do *core* no exercício prancha ventral com uso de instabilidade (bosu normal e invertido), e não constatou nenhuma diferença significativa entre os dois exercícios. Já Calatayud et al. (2017) avaliaram atividade eletromiográfica do RA, OE e EE, em oito exercícios isométricos de prancha (frontal, lateral, unilateral e roll-out), realizados normal e em suspensão, nos resultados a prancha *roll-out* suspensa forneceu maior atividade para parte superior do RA e para a parte inferior a prancha *roll-out*; e maior atividade do músculo EE foi na prancha lateral suspensa. Todavia, existem lacunas na literatura avaliando a atividade EMG dos grupos musculares (abdominal e paravertebral) em diferentes exercícios de estabilização, tais como prancha lateral, prancha ventral, ponte, balanço para trás e prancha dorsal.

Além disso, de acordo com Willardson (2017), do ponto de vista prático, os músculos estabilizados locais do *core* não podem ser treinados de forma independente dos estabilizadores globais, portanto, tanto os músculos locais como os globais são essenciais na formação de estabilidade vertebral suficiente para tarefas de movimentos complexos. Sendo assim, destaca-se a importância de analisar a ativação eletromiográfica dos músculos do *core* por grupos musculares, e não apenas isolados.

Desta forma, com a utilização da eletromiografia de superfície é possível proporcionar uma base teórica para direcionamento de programas de prevenção, reabilitação e treinamento esportivo que objetivam o desenvolvimento e fortalecimento do *core*. Pois segundo Martuscello et al. (2013), exercícios que maximizam a atividade eletromiográfica podem proporcionar maiores desafios para o sistema neuromuscular e, conseqüentemente, serem mais eficazes para a melhora da força muscular.

Portanto, objetivou-se analisar a atividade eletromiográfica de grupos musculares do *core* (abdominal e paravertebral) durante cinco variações de exercícios isométricos de estabilização do tronco. A hipótese deste estudo é que os diferentes exercícios de estabilização produzirão alterações diversas na atividade EMG dos grupos musculares abdominal e paravertebral.

MÉTODO

Caracterização do estudo

O presente trabalho constitui uma pesquisa básica de caráter experimental, quantitativa, laboratorial e transversal, que foi desenvolvida no Laboratório de Eletromiografia Cinesiológica (LABEC), do Instituto de Ciências Biomédicas (ICBIM), da

Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, MG. Submetido e aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da UFU, com o número do parecer: 174.012.

População e Amostra

A amostra deste estudo foi composta por 10 voluntários do gênero masculino adultos, jovens saudáveis e praticantes de atividade física regular. Com idade entre $20,9 \pm 1,62$ anos, massa corporal $65,5 \pm 11,0$ kg, estatura $1,71 \pm 0,10$ m e Índice de Massa Corpórea $22,24 \pm 2,50$ kg/m². Como critérios de inclusão, todos os indivíduos deveriam ser praticantes de atividade física regular pelo menos três vezes por semana nos últimos três meses, incluindo treinamento resistido (DESAI; MARSHALL, 2010), ser considerados fisicamente ativo ou muito ativo, de acordo com a classificação do questionário internacional de atividade física (IPAQ versão curta), e possuir IMC normal.

Foram excluídos indivíduos com histórico de lombalgias, avaliado pelo índice de incapacidade lombar Oswestry, e/ou qualquer outro tipo de disfunção musculoesquelética 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.

Coleta do sinal EMG

Para o registro eletromiográfico, foi utilizado o eletromiógrafo computadorizado da MyosystemBr1 P84/DATAHOMINIS Tecnologia® (Uberlândia, MG, Brasil), projetado de acordo com normas da *International Society of Electrophysiology and Kinesiology* (ISEK), o qual possui impedância de entrada de 1015 Ohms, conversor analógico/digital com resolução de 16 bits, filtros *Butterworth* e bateria recarregável integrada. O MyosystemBr1 P84 foi conectado a um laptop/notebook alimentado apenas por bateria. Os sinais eletromiográficos foram coletados e processados posteriormente usando um aplicativo de *software Myosystem Br1* (versão 3.5.6). A frequência de amostragem utilizada foi 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 diferenciais simples (DataHominis Tecnologia Ltda., Uberlândia, MG, Brasil) constituído por duas barras retangulares paralelas de prata pura de 10mm de comprimento, 1mm de largura e distância entre as barras de 10mm, com circuito pré-amplificador com ganho de 20 vezes, razão de rejeição em modo comum de 92 dB e razão sinal/ruído $<3\mu\text{V RMS}$.

Para a colocação dos eletrodos e uma melhor captura do sinal, os voluntários receberam uma preparação da pele, que consistia em tricotomia e limpeza da camada epitelial superficial com álcool 70%, a fim de retirar resíduos. Os eletrodos de superfície foram colocados nos músculos do antímero direito (GOTTSCHALL et al.,

2013), com sua orientação paralela e as barras de detecção do sinal perpendicular ao sentido das fibras musculares (DE LUCA, 1997).

Os sinais EMG foram registrados dos seguintes músculos: reto do abdome (RA), oblíquo externo do abdome (OE), oblíquo interno do abdome (OI), multífido (MU) e eretor da espinha (EE), seguindo recomendações da literatura (tabela 1).

Tabela 1 - Localização dos eletrodos de superfície

MÚSCULOS	LOCALIZAÇÃO DOS ELETRODOS
RA	Eletrodo alinhado verticalmente e fixado no centro do ventre muscular no ponto médio entre o processo xifóide do osso esterno e cicatriz umbilical, aproximadamente três centímetros lateral e cinco centímetros superior a cicatriz umbilical (ESCAMILLA et al., 2010).
OE	Eletrodo colocado superiormente a espinha ilíaca ântero superior (EIAS) do osso do quadril, aproximadamente a 15 centímetros laterais da cicatriz umbilical e posicionado de forma oblíqua estando alinhado paralelamente a uma linha que conecta o ponto inferior da margem costal das costelas ao tubérculo púbico contralateral (ESCAMILLA et al., 2010; GARCIA-VAQUERO et al., 2012).
OI	Eletrodo alinhado horizontalmente e colocado dois centímetros inferior e medial a EIAS do osso do quadril, localizado no interior de um triângulo delimitado pelo ligamento inguinal, borda lateral da bainha do reto e uma linha que conecta ambas EIAS, onde apenas a aponeurose do OE e não suas fibras musculares encobre o OI (ESCAMILLA et al., 2010; GARCIA-VAQUERO et al., 2012).
EE	Eletrodo fixado lateralmente ao processo espinhoso da terceira vértebra lombar numa distância de aproximadamente dois a três centímetros da linha mediana (GARCIA-VAQUERO et. al., 2012).
MU	Para o músculo MU, o eletrodo foi colocado no nível do processo espinhoso da quinta vértebra lombar cerca de dois a três centímetros da linha mediana do corpo utilizando às recomendações do SENIAM - Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles -(HERMENS; FRERIKS, 1999).

Após a colocação dos eletrodos, os voluntários realizaram movimentos específicos de acordo com as funções musculares, para verificar o posicionamento correto e examinar a qualidade do sinal EMG. O eletrodo de referência (*Bio-logic Systems* - SP Médica, Científica e Comercial Ltda., São Paulo, SP, Brasil), constituído por um disco de aço inoxidável (30 mm de diâmetro x 1,5 mm de espessura), foi fixado na pele sobre a espinha ilíaca ântero-superior do osso do quadril esquerdo (HIBBS et al., 2011; KANG et al., 2012).

As análises dos sinais eletromiográficos foram realizadas individualmente para averiguação do registro e rotina do sinal, sendo considerados somente os sinais que não apresentassem interferência de qualquer natureza. Para isso, após a coleta dos sinais eletromiográficos, foram verificadas as informações a respeito da normalidade destes sinais por meio do histograma de distribuição da amostra e espectro de frequência, os quais permitem observar eventuais interferências que possam estar presentes nas coletas (AGUIAR, 2006).

Procedimento experimental

O protocolo de coleta foi realizado em dois dias distintos. Na primeira sessão, os voluntários foram submetidos a uma avaliação física para determinação das características antropométricas e ao final realizaram a familiarização dos exercícios e da contração isométrica voluntária máxima (CIVM).

A coleta dos dados eletromiográficos ocorreu na segunda sessão, uma semana depois (ESCAMILLA et al., 2010), no qual foram realizadas duas CIVM de 5 segundos com resistência manual e período de descanso de três minutos (BROWN, 2008), para posterior normalização dos dados. Os testes de CIVM dos músculos do *core* foram realizados pelos voluntários de acordo com as respectivas funções musculares, conforme as recomendações da literatura específica (HERMENS E FRERIKS, 1999; GARCÍA-VAQUERO et al., 2012; KANG et al., 2012).

Após o término das CIVM, foram utilizados cinco minutos de intervalo e, posteriormente, os sujeitos realizaram todos os exercícios de estabilização: prancha lateral (PL), prancha ventral (PV), ponte (PO), balanço para trás (BA) e prancha dorsal (PD), (tabela 2; figura1). A ordem destes foi aleatória por meio de sorteio. Cada sujeito executou duas repetições de cada exercício com cinco segundos de contração isométrica, com intervalo de 60 segundos entre as repetições e dois minutos entre os diferentes exercícios.

Tabela 2 - Descrição dos exercícios de estabilização

EXERCÍCIOS	POSIÇÃO
PL	Os voluntários ficaram em decúbito lateral com braço direito abduzido a 90°, antebraço direito flexionado a 90° e cotovelo e antebraço direito apoiados no chão. Os voluntários foram instruídos a manter o corpo elevado e alinhado numa linha reta durante cinco segundos utilizando antebraço e pé direito como apoio.
PV	Os voluntários ficaram em decúbito ventral com braços e antebraços flexionados a 90° e cotovelos e antebraços apoiados no chão. Os voluntários foram instruídos a manter o corpo elevado e alinhado durante cinco segundos utilizando as pontas dos pés, cotovelos e antebraços como apoio.
PO	Os voluntários ficaram em decúbito dorsal, com braços estendidos sobre o solo, pernas flexionadas e com os pés apoiados no solo. Os voluntários foram instruídos a elevarem a quadril e o tronco, mantendo uma linha reta entre esses segmentos, e um ângulo de 90° nos joelhos. Utilizando somente pés, membros superiores, ombros e cabeça como apoio durante cinco segundos, mantendo a respiração normal durante o exercício.
BA	Os voluntários ficaram ajoelhados com o tronco ereto e com os joelhos alinhados com o quadril. Os braços ficaram dispostos ao longo do corpo. Em seguida, inclinou o tronco para trás, até formar um ângulo de 30°, mantendo alinhamento com o quadril. Na angulação pré-estabelecida, o voluntário manteve esta posição por cinco segundos, utilizando a respiração normal durante o exercício.
PD	Os voluntários ficaram sentados com os membros inferiores estendidos, tronco levemente inclinado para trás e com as duas mãos espalmadas no chão. Eles foram instruídos a elevarem o corpo (tronco, quadril e joelhos) formando uma linha reta entre estes segmentos, utilizando como apoio somente os calcanhares e as mãos durante cinco segundos, mantendo a respiração normal durante o exercício.

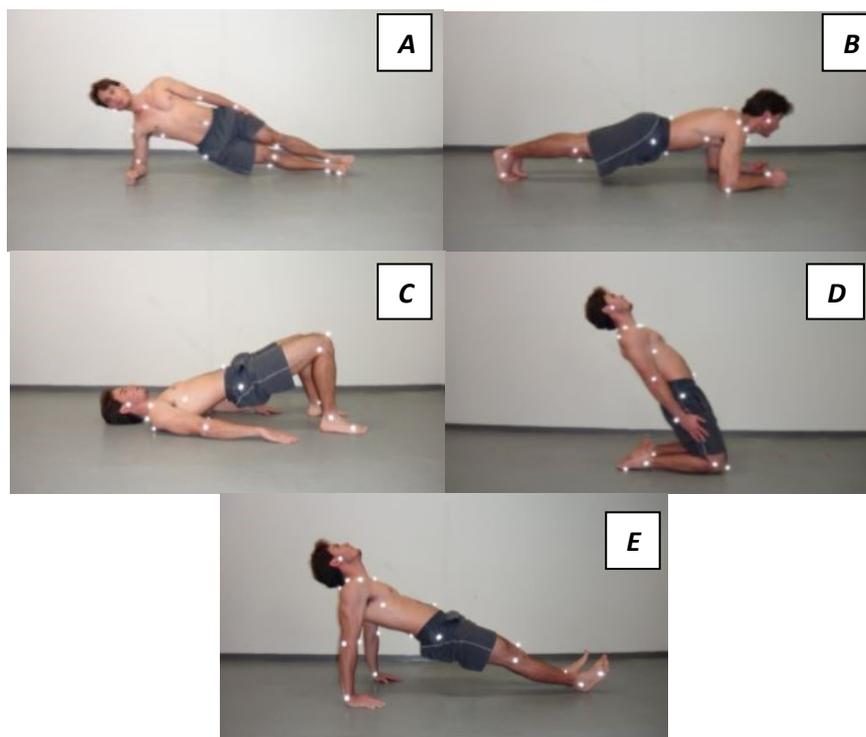


Figura 1: Exercícios de estabilização (A): PL; (B): PV; (C): PO; (D): BA; (E): PD.

Análise dos dados

Os valores brutos de RMS de cada músculo foram processados e analisados utilizando-se o software *Myosystem br1* (versão 3.5.6) a partir de uma janela de tempo de 3 segundos centrais, correspondendo ao trecho médio da atividade eletromiográfica. Os valores de RMS de cada músculo foram calculados a partir da média das duas repetições em cada exercício e normalizados em termos de porcentagem do valor máximo de RMS obtido das duas repetições de CIVM.

Posteriormente, para análise estatística, foram criados dois grupos musculares: grupo abdominal (GA: RA, OE e OI) e grupo paravertebral (GP: EE e MU). A média da atividade EMG (RMSn) de cada grupo foi calculado da seguinte forma: $(RA + OE + OI)/3 = GA$; $(EE + MU)/2 = GP$, seguindo as descrições da literatura específica (MUELLER et al., 2017).

Análise estatística

A análise estatística foi realizada pelo programa GraphPad Prism (versão 8.4 – Graphpad Software, Inc). Teste *Kolmogorov-Smirnov* foi utilizado para avaliar a normalidade dos dados e, posteriormente, análise de variância de medidas repetidas de um fator (ANOVA) foi utilizada para: 1) comparação dos valores médios de RMSn do grupo muscular abdominal (GA) entre os diferentes exercícios; 2- comparação dos

valores médios de RMSn do grupo muscular paravertebral (GP) entre os diferentes exercícios, sendo que em todas as análises foi realizado o teste de comparações múltiplas de Bonferroni para verificar onde havia diferença. O nível de significância foi estabelecido em 5% ($p < 0,05$).

RESULTADOS

Grupo Abdominal (GA)

A atividade EMG do grupo abdominal (GA) nos exercícios BA (19.95 ± 3.26), PV (16.43 ± 2.59) e PL (19.66 ± 2.32) foram significativamente maiores em comparação aos exercícios PO (2.32 ± 0.43 ; $p < 0.001$) e PD (4.40 ± 0.83 ; $p < 0.001$).

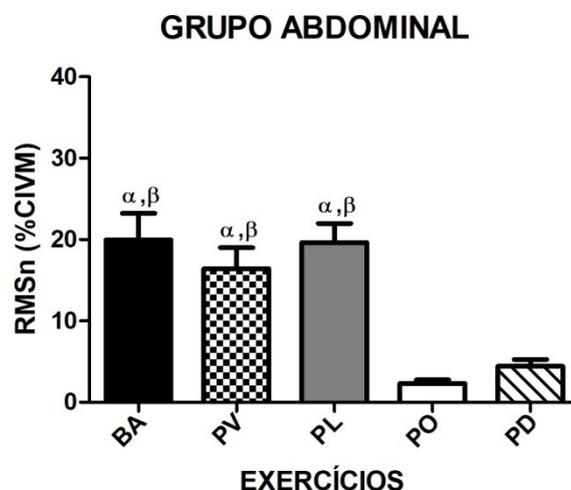


Figura 2: Comparação dos valores de RMSn (% CIVM) do Grupo Abdominal (RA, OE e OI) durante os exercícios de estabilização do tronco: Balanço para trás (BA), prancha ventral (PV), prancha lateral (PL), ponte (PO) e prancha dorsal (PD). α significativamente maior em comparação PO; β significativamente maior em comparação PD.

Grupo Paravertebral (GP)

A atividade EMG do grupo paravertebral (GP) no exercício PD (40.85 ± 4.92) foi significativamente maior em comparação aos outros exercícios (BA= 6.12 ± 1.62 , $p < 0.001$; PV= 3.41 ± 0.78 , $p < 0.001$; PL= 27.20 ± 3.27 , $p < 0.001$; PO= 26.19 ± 3.45 , $p < 0.001$).

A atividade EMG do GP nos exercícios PL e PO foram significativamente maiores em comparação aos exercícios BA ($p < 0.001$) e PV ($p < 0.001$).

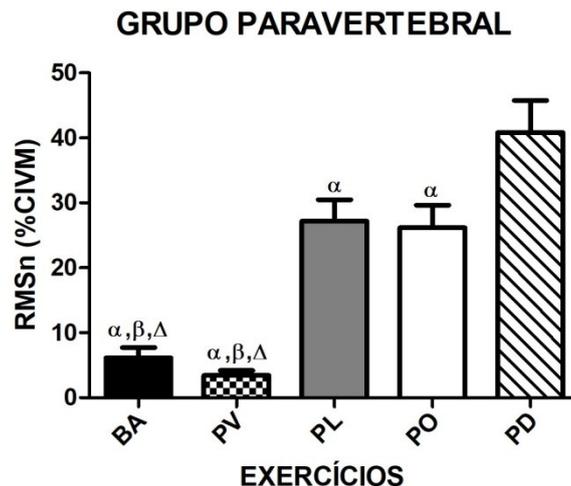


Figura 3: Comparação dos valores de RMSn (% CIVM) do Grupo Paravertebral (EE e MU) durante os exercícios de estabilização do tronco: Balanço para trás (BA), prancha ventral (PV), prancha lateral (PL), ponte (PO) e prancha dorsal (PD). α significativamente menor em comparação PD; β significativamente menor em comparação PL; Δ significativamente menor em comparação PO.

DISCUSSÃO

No presente estudo analisou-se a atividade eletromiográfica de grupos musculares do *core* (abdominal e paravertebral) durante cinco variações de exercícios isométricos de estabilização do tronco, e os resultados demonstraram que essas variações provocaram respostas diferentes nos grupos musculares. O grupo abdominal apresentou maior atividade eletromiográfica nos exercícios de BA, PV E PL, enquanto o grupo paravertebral demonstrou maior atividade eletromiográfica no exercício PD, seguido pelos exercícios PL e PO.

Pode se observar por meio dos resultados, que ocorreu uma ativação preferencial do grupo muscular de acordo com atuação da força da gravidade, sendo que os exercícios de prancha ventral, lateral e balanço para trás estão relacionados com o grupo abdominal, e os exercícios de prancha dorsal, ponte e prancha lateral, relacionados com o grupo paravertebral. Dessa forma a ativação muscular sofreu variações de acordo com a biomecânica postural do exercício de estabilização isométrico, para promover a manutenção da posição neutra da coluna vertebral contra forças desestabilizadoras. Esses achados corroboram com os estudos de García-Vaquero, et al., (2012) que demonstraram maior atividade eletromiográfica dos músculos RA, OE e OI durante os exercícios de prancha ventral e lateral, e também no exercício de prancha dorsal, os valores do sinal eletromiográfico dos eretores e multífido foram maiores. Vera- Garcia, et al., (2013), também encontrou resultados semelhantes, dessa forma fica evidente atuação dos grupos musculares para estabilizar o tronco em diferentes variações posturais (pronada, supinada e lateral). Entretanto, é importante ressaltar que a maior atividade de um grupo, não anula a ativação do outro, visto que eles atuam de forma sinérgica para a estabilização do tronco.

Apesar das diferenças biomecânica entre os exercícios prancha ventral, (decúbito ventral com apoio do antebraço e dos pés), prancha lateral (decúbito lateral, com apoio do antebraço direito e pé direito), e balanço para trás (ajoelhados, braços

ao lado do corpo e tronco inclinado para trás), não houve diferença de atividade EMG no grupo abdominal, visto que os três exercícios tiveram atividade similar. No exercício de estabilização BA, o grupo muscular abdominal atua de forma a “segurar o tronco”, evitando uma hiperextensão da coluna e a queda para trás do indivíduo, contra a força da gravidade e gera uma resistência, mantendo a isometria do exercício. O mesmo ocorre na prancha ventral, onde a atuação do GA, que na biomecânica do exercício fica posicionado na parte inferior, sustenta o tronco diante dos fatores desestabilizadores.

Na prancha lateral, pode-se perceber uma atividade eletromiográfica relativamente alta, tanto no grupo abdominal, quanto no grupo paravertebral, visto que analisando o grupo paravertebral a PL, obteve uma atividade muscular significativamente maior que o BA e PV. Pela posição do corpo, pode concluir que os grupos atuam como sinergistas para manter a estabilidade e a postura do tronco elevada durante o exercício. Vera- Garcia, et al., (2013), encontra resultados similares, ao obter uma ativação eletromiográfica alta nos músculos RA e EE, durante a realização da prancha lateral.

Escamilla et al., (2010), apresenta uma classificação do nível de atividade muscular onde de 0% a 20% da CIVM é uma atividade baixa, de 21% a 40% moderada, de 41% a 60% alta e acima de 60% muito alta. Sendo assim, é importante ressaltar que mesmo fazendo uma análise EMG por grupo muscular os valores obtidos estão em níveis de intensidade baixa ou moderada, o que indica que não é necessário gerar altos níveis de ativação para estabilizar a coluna diante das forças a que é submetida, como ocorre também na maioria das ações realizadas diariamente (VERA-GARCIA et al., 2013).

Essa variação na atividade eletromiográfica, conforme muda a posição do exercício de estabilização, é um importante fator na prescrição desses exercícios em programas de prevenção, treinamento ou esportivos, dessa forma pode-se direcionar o exercício conforme o objetivo de ativação muscular necessário, priorizando um treinamento individualizado. Pois, conforme afirma Santos (2020) o uso de diferentes exercícios é um fator importante para atender a dois princípios do treinamento desportivo, sendo um deles a individualidade biológica e o outro a variabilidade. Dessa forma, é possível elaborar programas individualizados que respeitem e atendam as características e limitações funcionais de cada indivíduo, além de manter uma variação de exercícios que podem melhorar a motivação, desempenho e bem estar psicológico.

Outros estudos também avaliaram por meio da eletromiografia, a atividade de grupos musculares do *core*, como o de Mueller et al., (2017), que fez a análise em exercícios sensório-motores, como: postura em pé com abdução do quadril (em superfície estável, instável, e com perturbação); e *bird dog* nas mesmas condições. No presente trabalho não foram avaliados os mesmos exercícios tornando difícil a comparação, mas ressaltando importância de avaliar grupos musculares, visto que, o trabalho do sistema ativo do *core*, é feito em conjunto por músculos locais e globais, o que facilita a compreensão da ativação conjunta dos estabilizadores do tronco. É imprescindível também que futuros estudos analisem o nível de co-contração global e local dos músculos flexores e extensores do tronco, para que se possa ter uma compreensão mais adequada do sistema ativo durante diferentes exercícios de estabilização.

Porém deve-se levar em consideração que os dados analisados foram com indivíduos saudáveis, o que deve ser levado em consideração ao aplicar os exercícios

em diferentes populações. Sendo assim conclusões reais para a aplicação das condições de exercício utilizadas a populações clínicas não podem ser tiradas pelo estudo apresentado e novos estudos analisando indivíduos com dores lombares torna-se necessário para novas conclusões.

O presente estudo apresenta algumas limitações, como por exemplo, o tempo de contração utilizado em cada exercício, que foi relativamente um tempo curto (5s). Visto que, os achados de Santos et al., (2020), apresenta que um maior tempo de exercício provoca o aumento significativo da atividade EMG, e permite maior recrutamento de unidades motoras necessário para manter a integridade da coluna. Outro fator limitante foi o uso da resistência manual nos testes de contração isométrica voluntária máxima, o que pode influenciar nos valores obtidos durante as CIVM.

CONCLUSÃO

O grupo muscular abdominal obteve um padrão de atividade eletromiográfica maior nos exercícios de balanço para trás, prancha ventral e prancha lateral, enquanto o grupo paravertebral apresentou maior ativação eletromiográfica nos exercícios de prancha dorsal, seguido pelos exercícios de ponte e prancha lateral. O padrão de atividade EMG dos grupos musculares sofreu variações de acordo com a biomecânica postural do exercício, tornando importante a utilização dos dados em programas de treinamento do *core* levando em consideração a individualidade e a variabilidade.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. P. **Análise eletromiográfica e do lactato sanguíneo em exercício resistido incremental**. Dissertação (Mestrado em Fisioterapia) - Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, 2006.

ARAB, A. M., et al. Automatic activity of deep and superficial abdominal muscles during stable and unstable sitting positions in individuals with chronic low back pain. **Journal of Bodywork & Movement Therapies**. v. 22, p. 1-5, 2017.

<https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2017.10.009>

BROWN, L. E. **Treinamento de força**: National Strength and Conditioning Association. São Paulo: Manole, 2008.

CALATAYUD, J.; CASAÑA, J.; MARTÍN, F.; JAKOBSEN, M. D.; COLADO, J.C.; ANDERSEN, L. L. Progression of Core Stability Exercises Based on the Extent of Muscle Activity.

American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, v.96, n.10, p.694-699, 2017.

<https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000713>

DE LUCA, C. J. The use of surface electromyography in biomechanics. **Journal of Applied Biomechanics** , v. 13, n. 2, p. 135-163, 1997.

DESAI, I.; MARSHALL, P. W. M. Acute effect of labile surfaces during core stability exercises in people with and without low back pain. **Journal Of Electromyography And Kinesiology**, [s.l.], v. 20, n. 6, p.1155-1162, dez. 2010.
<https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2010.08.003>

EBENBICHLER, G., et al. Age- and sex-specific effects in paravertebral surface electromyographic back extensor muscle fatigue in chronic low back pain. **GeroScience**. v.42, p.251–269, 2020 <https://doi.org/10.1007/s11357-019-00134-7>

ESCAMILLA, R. F. et al. Core muscle activation during Swiss ball and traditional abdominal exercises. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 40, n. 5, p. 265-276, 2010. <https://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2010.3073>

FIDALE, T. M., et al. Eletromyography of abdominal muscles in different physical exercises An update protocol for systematic review and meta-analysis. **Medicine**. v. 97, n. 17, 2018. <http://dx.doi.org/10.1097/MD.00000000000010395>

FIDALE, T. M. et al. Electromyographic Activity of the Rectus Abdominis Muscle during Physical Conditioning Exercises: A Systematic Review. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science**, v. 6,n.7, p. 495-506, 2019.
[10.22161/ijaers.6757](https://doi.org/10.22161/ijaers.6757)

FURTADO, R. N. V. et al. **Dor lombar inespecífica em adultos jovens**: fatores de risco associados. Revista Brasileira de Reumatologia, v. 54, n. 5, p. 371–377, 2014.

GARCÍA-VAQUERO; M.P.; MORESIDE, J. M.; BRONTONS-GIL, E.; PECO-GONZÁLEZ, N.; VERA-GARCIA, F. J. Trunk muscle 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>Get rights and content

GHAMKHAR, L., KAHLAEE, A. H. The effect of trunk muscle fatigue on postural control of upright stance: A systematic review. **Gait & Posture**. v. 72, p. 167-174, 2020.
<https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.06.010>

GOTTSCHALL, J. S.; MILLS, J.; HASTINGS, B. Integration core exercises elicit greater muscle activation than isolation exercises. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 3, p. 590-600, 2013. 10.1519/JSC.0b013e31825c2cc

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.
10.1519/JSC.00000000000003250

HERMENS, H. J.; FRERIKS, B. **The SENIAM cd-rom: European recommendations for surface electromyography**. Netherlands: Roessingh Research and Development, 1999. 1 CD.

HIBBS, A. E.; THOMPSON, K. G; FRENCH, D. N.; HODGSON, D.; SPEARS, I. R. Peak and average rectified EMG measures: Which method of data reduction should be used for

assessing core training exercises? **Journal of electromyography and kinesiology**, v. 21, p. 102-111, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2010.06.001>Get rights and content

KANG, H.; JUNG, J.; YU, J. Comparison of trunk muscle activity during bridging exercises using a sling in patients with low back pain. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 11, p. 510-515, 2012.

Lark, S. D., Dickie, J. A., Faulkner, J. A. & Barnes, M. J. Muscle activation and local muscular fatigue during a 12-minute rotational bridge. **Sport. Biomech.** v. 18, p. 402–413, 2018. <https://doi.org/10.1080/14763141.2018.1433870>

MARQUES, N. R., HALLAI, C. Z., GONÇALVES, M. Padrão de co-ativação dos músculos do trnco durante exercícios com haste oscilatória. **Motriz**, v. 18, n.2, p. 245-252, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1980-65742012000200004>

MARTUSCELLO, J. M. et al. Systematic review of core muscles activity during physical fitness exercises. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 6, p. 1684–1698, 2013. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318291b8da>

MORITA, A. K.; MARQUES, N. R.; NAVEGA, M. T. Neuromuscular control strategies of the trunk antagonist muscles during the Biering-Sorensen test in individuals with recurrent low back pain and healthy subjects. **Motriz**, v. 22, n.4, p. 266-271,2016. <https://doi.org/10.1590/s1980-6574201600040008>

Mueller, J., el al. Effect of high-intensity perturbations during core-specific sensorimotor exercises on trunk muscle activation. **Journal of Biomechanics**. V. 17, p. 212-218, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2017.12.013>

Neumann, D.A. **Cinesiologia do aparelho musculoesquelético: Fundamentos para Reabilitação.** (GEN Guanabara Koogan, 2018).

SANTOS, Phillipe Rodrigues Alves. **Análise eletromiográfica de músculos do tronco e percepção subjetiva de esforço no exercício prancha ventral até a exaustão com diferentes equipamentos instáveis.** 2020. 73 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020. Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2020.787>

Santos, F. R. A. et al. Comparação da atividade eletromiográfica de músculos do core no exercício prancha ventral com bosu. **Rev. Andaluza Med. del Deport.** v. 13, p. 60–64, 2020. <https://doi.org/10.33155/j.ramd.2019.12.001>

VERA-GARCÍA, F. J. et al. Trunk muscle activation in spine stabilization exercises: activación de los músculos del trnco 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, set. 2013. <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista52/artactivacion422.htm>

VERA-GARCÍA, F. J., et al. Progressions of core stabilization exercises based on postural control challenge assessment. **European Journal of Applied Physiology**. v. 120, p. 567-577, 2020. <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04313-9>

WILLARDSON, M. J. *Desenvolvendo O Core*. Phorte Editora, 2017. 264 p. WINTER, D. A. **Biomechanics and motor control of human movement**. New York: Wiley, 2005. p. 384.

YOUDAS, J. W. et al. Magnitudes of muscle activation of spine stabilizers in healthy adults during prone on elbow planking exercises with and without a fitness ball.

Physiotherapy Theory and Pratic, set. 2017.

<http://dx.doi.org/10.1080/09593985.2017.1377792>