

ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA DO MÚSCULO RETO DO ABDOME NOS EXERCÍCIOS DE PRANCHA SOLO E EM SUPERFÍCIES INSTÁVEIS

Fabricio Silva
Faculdade de Engenharia Elétrica
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil
ORCID: 0000-0001-8685-6122

Adriano Pereira
Faculdade de Engenharia Elétrica
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil
ORCID: 0000-0002-1522-9989

Frederico Lizardo
Faculdade de Engenharia Elétrica
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil
ORCID: 0000-0002-5118-7616

Phillipe Santos
Faculdade de Engenharia Elétrica
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil
ORCID: 0000-0001-9847-4172

Resumo—O treinamento de estabilidade se tornou um método muito utilizado em programas de fortalecimento dos músculos do tronco. A instabilidade pode ser obtida através de muitos dispositivos e/ou técnicas. O objetivo deste estudo foi analisar e comparar a atividade eletromiográfica do músculo Reto do Abdome em 4 variações de prancha ventral. A amostra foi composta por 10 voluntários do gênero masculino, fisicamente ativos, com idade média $24 \pm 3,29$ anos, massa corporal $75,31 \pm 4,36$ kg, estatura $178,38 \pm 4,22$ cm, percentual de gordura $11,9 \pm 1,93\%$. A coleta da atividade muscular foi realizada utilizando-se eletrodos de superfície diferenciais simples, com ganho de 20 vezes, e registrada por meio de um eletromiógrafo computadorizado (EMG System do Brasil 830C). O sinal eletromiográfico foi analisado no domínio temporal (Root Mean Square – RMS) e normalizado pela Contração Isométrica Voluntária Máxima (CIMV). Cada voluntário realizou 4 exercícios de prancha ventral (solo, balance board, twist e surf) com 45 segundos de duração cada. A atividade eletromiográfica do RA não apresentou diferenças significativas entre os diferentes exercícios analisados ($p > 0,05$; PV = $26,39 \pm 6,42$; PVB = $43,39 \pm 7,59$; PVT = $54,16 \pm 14,41$; PVS = $36,11 \pm 9,14$). Pode-se concluir que apesar de os resultados não apresentarem atividade significativa do RA entre os exercícios, outros fatores se mostram importantes para a utilização dos aparelhos propostos.

Palavras-chave — Eletromiografia, Core, Estabilidade, Superfícies Instáveis, Treinamento.

Abstract—Stability training has become a widely used method in trunk muscle strengthening programs. Instability can be achieved through many devices and/or techniques. The aim of this study was to analyze and compare the electromyographic activity of the rectus abdominis muscle in 4 variations of the ventral plank. The sample consisted of 10 physically active male volunteers, mean age 24 ± 3.29 years, body mass 75.31 ± 4.36 kg, height 178.38 ± 4.22 cm, fat percentage $11, 9 \pm 1.93\%$. Muscle activity was collected using simple differential surface electrodes, with a gain of 20 times, and recorded using a computerized electromyograph (EMG System do Brasil 830C). The electromyographic signal was analyzed in the temporal domain (Root Mean Square – RMS) and normalized by the Maximum Voluntary Isometric Contraction (MVIC). Each volunteer performed 4 exercises on the ventral board (ground, balance, twist and surf) lasting 45 seconds each. The electromyographic activity of the RA did not show significant differences between the different exercises analyzed ($p > 0.05$; PV = 26.39 ± 6.42 ; PVB = 43.39 ± 7.59 ; PVT = 54.16 ± 14.41 ; PVS = 36.11 ± 9.14). It can be concluded that although the results do not show significant AR activity between exercises, other factors are important for the use of the proposed devices.

Keywords — Electromyography, Core, Stabilization, Unstable Surfaces, Training

I. INTRODUÇÃO

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, controlam ou impedem os movimentos nessa região do corpo [1].

Os músculos abdominais podem ser fortalecidos realizando exercícios com aparelhos específicos em academia, no entanto, fatores como tempo e acessibilidade, desempenham um papel importante na adesão ao exercício físico. Portanto, são necessários exercícios abdominais eficientes que possam ser realizados fora da academia, por exemplo, no local de trabalho, em casa ou em clínicas de reabilitação [2]. Além disso, com a pandemia do coronavírus e a quarentena, a venda de itens para exercícios em casa cresceu até 10 vezes no Brasil [3]. Os exercícios de estabilização do tronco (ponte, prancha ventral e lateral) consistem na manutenção da posição "neutra" da coluna com aplicação de diferentes tipos de sobrecarga, como movimento dos membros, utilização de superfícies instáveis ou a combinação destas estratégias [4].

As decisões sobre quais exercícios e aparelhos são mais eficientes na estabilização dos músculos do Core são muitas vezes baseadas em artigos, experiência pessoal ou revisão bibliográfica que podem ou não ser embasada nas evidências científicas existentes. A tomada de decisões, levou a implementação de uma variedade de técnicas no treinamento dos músculos estabilizadores do tronco. Quais aparelhos/exercícios são mais adequados na ativação, melhora da força e estabilidade ainda é constantemente debatido [5].

Nesse contexto, diferentes aparelhos abdominais são lançados no mercado e muito difundidos na prática do treinamento para supostamente provocar maior ativação eletromiográfica (EMG) dos músculos abdominais em comparação ao exercício abdominal tradicional [6].

O uso da eletromiografia se faz importante para avaliar diferenças agudas na ativação muscular entre exercícios afim de proporcionar aplicações práticas direcionado a programas de treinamento de estabilização e fortalecimento da região do *core* [7]. Portanto, o objetivo deste estudo foi analisar e comparar a atividade eletromiográfica do Reto do Abdome (RA) no exercício de estabilização prancha ventral solo, e com utilização dos aparelhos *balance board*, *twist* e *surf*, durante 45 segundos de contração isométrica.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo constitui uma pesquisa de caráter experimental-quantitativo e foi desenvolvido no Laboratório de Eletromiografia Cinesiológica (LABEC), Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, MG. A amostra foi composta por 10 voluntários do gênero masculino, fisicamente ativos, com idade média $24 \pm 3,29$ anos, massa corporal $75,31 \pm 4,36$ kg, estatura $178,38 \pm 4,22$ cm, percentual de gordura $11,9 \pm 1,93\%$. Como critérios para inclusão, todos os participantes deveriam ser considerados fisicamente ativos, ou muito ativos, de acordo com a classificação do questionário internacional de atividade física (IPAQ versão curta), e ter experiência em treinamento resistido de no mínimo um ano anterior a este estudo, especialmente em exercícios específicos para os músculos da região abdominal e lombar. Foram selecionados apenas os sujeitos sem histórico de lombalgia.

A. Coleta de Dados:

Para o registro do sinal eletromiográfico, foi utilizado o eletromiógrafo da EMG System do Brasil 830 C com oito canais (EMG System do Brasil Ltda., São José dos Campos, SP, Brasil), projetado de acordo com normas da International Society of Electrophysiology and Kinesiology (ISEK), o qual possui conversor analógico/digital com resolução de 16 bits, ganho do amplificador de 1000 vezes, filtros Butterworth e bateria recarregável integrada.

O eletromiógrafo esteve conectado a um laptop/notebook alimentado apenas por bateria e os sinais eletromiográficos foram coletados e processados usando um aplicativo de Software EMGLab V1.1 - EMG System Brasil versão 2014. 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 passabaixa 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 Adulto 2223BRQ), com distância intereletrodos 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 para coleta consistiu na higienização da pele com álcool 70%. Posteriormente realizou-se a tricotomia, visando retirar a oleosidade e/ou qualquer elemento que pudesse interferir nos resultados e diminuição da impedância elétrica da pele. Os eletrodos de superfície foram colocados no músculo RA do antúmero direito [8]. Foi utilizado um eletrodo de referência (EMG System do Brasil, São José dos Campos, SP, Brasil), que foi fixado na pele sobre a espinha ilíaca ântero-superior do osso do quadril esquerdo [9]. Para garantir maior precisão na recolocação dos eletrodos entre os diferentes testes, foi utilizada uma técnica de mapas com transparência (papel acetato) em cada voluntário.

As coletas de dados foram realizadas em três dias distintos e os voluntários foram convocados a comparecer ao LABEC em dias e horários preestabelecidos. Inicialmente, os voluntários foram esclarecidos sobre os objetivos e a metodologia da pesquisa e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. A primeira visita foi direcionada para determinação das características antropométricas, aplicação de questionários. A segunda visita foi reservada para a coleta dos dados eletromiográficos

durante os testes de contração isométrica voluntária máxima (CIVM) como demonstrado na figura 1 do músculo do abdome e posteriormente foi realizado a familiarização com os exercícios de estabilização nas Quatro situações (prancha ventral solo, *balance*, *twist* e *surf*). Enquanto que na terceira visita foram coletados os sinais eletromiográficos nos exercícios de estabilização.

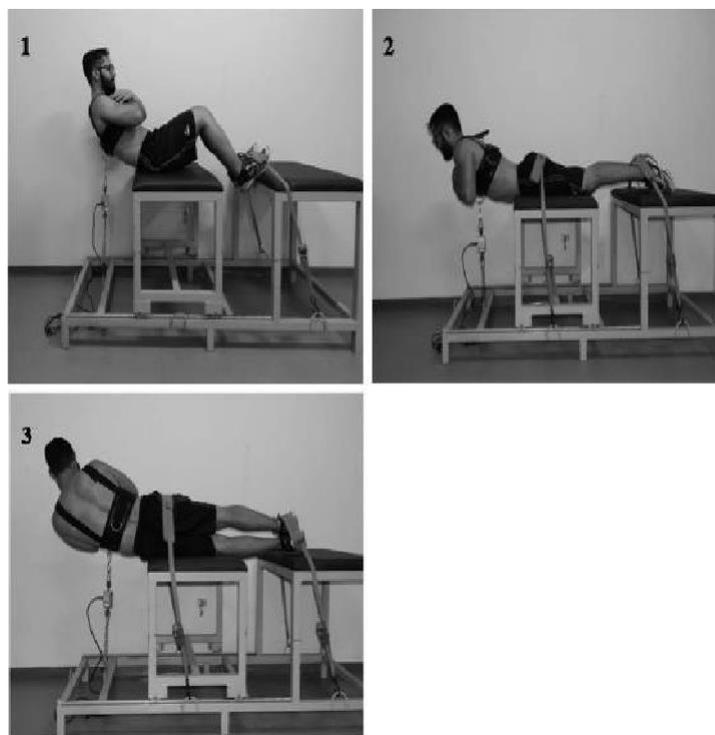


Figura 1: Teste de Contração Isométrica Voluntária Máxima (CIVM): (1) Flexão do tronco; (2) Extensão do tronco; (3) Flexão lateral do tronco.



Figura 2: Equipamentos instáveis: (1) Surf Board; (2) Balance Board; (3) Twist Board.

B. Análise dos Dados:

Os sinais eletromiográficos obtidos durante as CIVM e todos os exercícios de estabilização foram analisados e quantificados no domínio do tempo utilizando o parâmetro RMS. Para calcular o pico do RMS na CIVM, para posterior normalização, foi utilizada janela móvel de um segundo em todo o sinal. Nos exercícios de prancha ventral, o pico do RMS de cada músculo foi calculado utilizando janela móvel de um segundo durante 30 segundos centrais, correspondendo ao trecho médio de atividade eletromiográfica (7,5 segundos iniciais e 7,5 segundos finais foram excluídas). Os valores

máximos (pico) de RMS nos exercícios foram normalizados (RMSn) em termos de porcentagem do pico da CIVM (%CIVM). Para o processamento desses dados foi utilizado o aplicativo R.

C. Análise Estatística:

A análise estatística foi realizada utilizando-se o programa computadorizado GraphPad Prism (versão 8.4 – Graphpad Software, Inc) e os dados são apresentados na forma de média e erro padrão. Teste Kolmogorov–Smirnov foi utilizado para avaliar a normalidade dos dados e posteriormente o teste de análise de variância de medidas repetidas de um fator (ANOVA) foi utilizado para comparação dos valores 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 e o nível de significância foi estabelecido em 5%.

III. RESULTADOS

Os valores da atividade eletromiográfica (EMG) do músculo RA no exercício prancha ventral com e sem equipamentos instáveis está demonstrado na figura 3. Não houve diferenças significativas entre os diferentes exercícios analisados ($p>0.05$; PV= 26.39 ± 6.42 ; PVB= 43.39 ± 7.59 ; PVT= 54.16 ± 14.41 ; PVS= 36.11 ± 9.14).

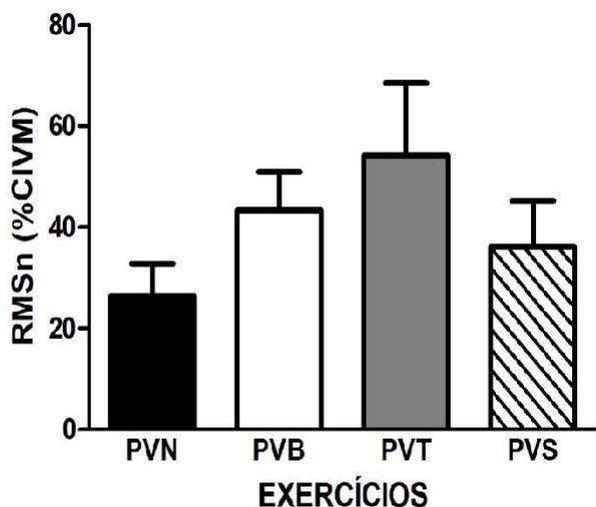


Figura 3: Comparação dos valores de RMSn (% CIVM) do músculo Reto do Abdome durante os exercícios de prancha ventral com e sem diferentes equipamentos instáveis (PVN= prancha ventral normal; PVB= prancha ventral *balance*; PVT= prancha ventral *twist*; PVS= prancha ventral *surf*).

IV. DISCUSSÃO

Diferentes aparelhos são desenvolvidos com o objetivo de proporcionar maior ativação EMG dos músculos estabilizadores do tronco. No entanto, neste estudo, os exercícios realizados nos aparelhos *balance board*, *twist* e *surf* não apresentaram atividade significativamente maior quando comparado ao exercício prancha ventral no solo. Segundo estudo de Escamilla et al. [11] relataram maior atividade eletromiográfica do músculo RA utilizando os dispositivos Ab Slide e Torso Track quando comparado ao

exercício de abdominal tradicional. Do mesmo modo, Dias [12] corrobora com os achados, onde apresentaram maior atividade do RA no TRX se comparado a prancha ventral solo.

Nos dispositivos instáveis, acredita-se que a maior ativação dos músculos do core esta relacionado ao tamanho da área de contato. E, se o contato é simples ou duplo, esses, por sua vez, podem aumentar a instabilidade e demandarem maior dificuldade de sustentação da posição neutra da coluna vertebral. [8]. A área de contato de ambos os dispositivos é de aproximadamente 15 centímetros de largura para o contato com o antebraço, enquanto que no solo o indivíduo tem total apoio. Segundo Santos et al quanto menor a área de contato com o dispositivo de instabilidade, e se o contato for duplo, maior será a ativação muscular do core. Porém mesmo com uma área de contato menor em todos os aparelhos não pudemos constatar de forma significativa a maior atividade do RA durante os exercícios propostos no presente estudo.

Uma hipótese alternativa aos achados, seria explicada pela instabilidade aplicada ao membro superior onde segundo Demura [10] este grupo muscular tem uma capacidade menor de fornecer estabilidade e força. Consequentemente, a instabilidade é aplicada sob o ombro apenas, a ativação sinergista dos músculos do abdome será necessária para manter todo o corpo estável e na posição orientada. Portanto, o esperado seria uma maior atividade do RA como sinergista no movimento, porém acredita-se que a atividade do RA na estabilização do tronco deve ser mínima segundo Marshall et al, porém tal abordagem deve ser tratada como hipótese.

As pranchas realizadas sobre uma superfície inclinada proporcionam um estímulo mais eficiente para os músculos abdominais, no entanto, ao se executar no solo os estímulos na região lombo-pélvica são maiores [7 8], Segundocatalayud et al [13] apenas com 25% das contrações isométricas voluntárias máximas são capazes para fornecer rigidez articular máxima, portanto os achados deste estudo demonstraram que em todos os exercícios executados o valor foi superior a 25% da CIVM sendo assim importante para produzir tal rigidez. Além disto as dificuldades na estabilização do tronco no momento da realização das pranchas, pode desafiar propriocepção, produzindo uma resposta dos músculos do tronco aumentando a estabilidade e equilíbrio [13].

V. APLICAÇÕES PRÁTICAS

Diversos estudos são realizados buscando os melhores exercícios e programas, visando a evolução de diferentes formas, na performance de atletas, reabilitação de indivíduos com dor lombar crônica ou apenas para fins estéticos. Com a evolução tecnológica e avanço ao acesso de informações, diversos equipamentos são desenvolvidos sob algumas promessas, e levando ao público alvo a ideia de que o tradicional se tornou ultrapassado e inválido. O presente estudo apresentou, com cautela, a importância de se ter mais estudos acerca dos equipamentos lançados no mercado. Demonstrando que devemos utilizar de forma crítica e entender os benefícios e riscos na utilização.

VI. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que apesar de os resultados não apresentarem atividade significativa do RA entre os exercícios, outros fatores se mostram importantes para a utilização dos aparelhos propostos. Mesmo sem valores significativos durante atividade nos dispositivos instáveis, os valores foram maiores

que a prancha ventral solo, levando a consideração que em um possível estudo futuro possa demonstrar valores significativos com um N maior.

CONCLUSÃO

À Fundação de Amparo a pesquisa de Minas Gerais pelo apoio financeiro (FAPEMIG), CAPES e CNPq. Silva foi bolsista CNPq durante a execução do projeto.

REFERÊNCIAS

- [1] Willardson, J. M. Desenvolvendo O Core. [s.l]: Phorte Editora, 2017. 264
- [2] Vinstrup, J et al. Core muscle activity, exercise preference, and perceived exertion during core exercise with elastic resistance versus machine. *Scientifica*, v. 2015, 2015p.
- [3] Larghi, N. (2020, 06 de abril). Com quarentena, venda de itens para exercícios em casa cresce até 10 vezes. Valor investe. Recuperado de <https://valorinveste.globo.com/mercados/rendavariavel/empresas/noticia/2020-04/06/comyuarentena-venda-de-itens-para-exercicios-em-casa-cresce-ate-10-vezes.ghtml>
- [4] Feldwieser, FM, Sheeran, L, Meana-Esteban, A, Sparkes, V. Electromyographic analysis of trunk-muscle activity during stable, unstable and unilateral bridging exercises in healthy individuals. *European Spine Journal*, v. 21, n. 2, p. 171-186, 2012.
- [5] LANDOW, Loren; HAFF, G. Gregory. Use of stability balls in strength and conditioning. *Strength & Conditioning Journal*, v. 34, n. 1, p. 48- 49, 2012.
- [6] Willardson, J.M et al.. A Comparison of Trunk Muscle Activation: Ab Circle Vs. Traditional Modalities. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 24, n. 12, 2010.
- [7] Czaprowski, Dariusz et al. Abdominal muscle EMG-activity during bridge exercises on stable and unstable surfaces. *Physical therapy in sport*, v. 15, n. 3, p. 162-168, 2014.
- [8] Gottschall, JS, 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. 590-6, 2013.
- [9] 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.
- [10] Demura, S, Miyaguchi, and Aoki, H. The difference in output properties between dominant and non-dominant limbs as measured by various muscle function tests. *J Strength Cond Res* 24: 2816–2820, 2010.
- [11] Escamilla, et al. An electromyographic analysis of commercial and common abdominal exercises: implications for rehabilitation and training. *Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, v. 36, n. 2, p. 45-57, 2006.
- [12] Dias, RFV. Avaliação eletromiográfica da ativação muscular dos músculos reto abdominal e eretores da coluna em diferentes exercícios de fortalecimento do core. [Trabalho de conclusão de curso]. Porto.
- [13] Universidade Fernando Pessoa, Curso de Fisioterapia. 2017
- [14] Calatayud, Joaquín et al. 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.

