

COMPARAÇÃO DA ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA DE MÚSCULOS DO TRONCO E RETO FEMORAL DURANTE EXERCÍCIOS ABDOMINAIS TRADICIONAIS E COM DIFERENTES APARELHOS COMERCIAIS: Uma revisão de literatura.

José Duarte Naves Junior
Pós Graduação Engenharia Biomédica
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil
ORCID: 0000-0003-3516-7604

Frederico Balbino Lizardo
Instituto de Ciências Biomédicas
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil
ORCID: 0000-0002-5118-7616

Roberto Bernardino Júnior
Instituto de Ciências Biomédicas
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil
ORCID: 0000-0001-9250-5214

Daniela Cristina de Oliveira Silva
Instituto de Ciências Biomédicas
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil
ORCID: 0000-0001-6931-5746

Lázaro Antonio dos Santos
Instituto de Ciências Biomédicas
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil
ORCID: 0000-0002-8750-3211

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

Resumo: O *core* (núcleo) é definido como a região do tronco que inclui partes do sistema esquelético, tecidos passivos associados e os músculos que produzem e controlam os movimentos nessa região do corpo, e músculos abdominais que compõem o *core* são de extrema importância para as funções de sustentação e contenção do conteúdo abdominal. Desta forma, a prática de exercícios abdominais tem aumentado por diversas razões, como prevenção ou reabilitação de dor lombar (lombalgia), melhorias para o rendimento esportivo e aumento da força e resistência durante a realização das atividades de vida diária. Nesse contexto, novos aparelhos abdominais são desenvolvidos e comercializados para o público em geral sem uma análise sistemática dos mesmos. Decisões sobre quais exercícios devem ser realizados em um programa de treinamento são frequentemente baseados em opiniões, experiências pessoais e “artigos” que podem ou não serem baseados em evidências científicas. A eletromiografia de superfície nos permite avaliar a eficácia dos exercícios de estabilização analisando a intensidade da ativação muscular e a contração dos músculos do tronco, sabendo que a atividade eletromiográfica dos músculos abdominais em determinados exercícios compõe base teórica para o direcionamento de programas de prevenção, reabilitação e treinamento esportivo. Este estudo objetiva-se analisar as publicações existentes na literatura científica sobre atividade eletromiográfica dos músculos do abdome e RF em exercícios abdominais com e sem a utilização de diferentes aparelhos, com o intuito de verificar quais aparelhos proporcionam maior atividade eletromiográfica dos músculos abdominais em relação aos exercícios tradicionais.

Palavras-chave — *Biomecânica, Eletromiografia, Prancha ventral, Reto do abdome, Core.*

I. INTRODUÇÃO

O *core* (núcleo) é definido como a região do tronco que inclui partes do sistema esquelético (caixa torácica, coluna vertebral, cíngulos do membro superior e inferior), tecidos passivos associados (cartilagens e ligamentos) e os músculos que produzem e controlam os movimentos nessa região do corpo [1].

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 [2]. Além disso, o músculo reto do abdome possui papel importante na postura normal da pelve, sendo responsável indiretamente pela curvatura da coluna lombar e de grande importância na postura corporal [3].

Desta forma, a prática de exercícios abdominais tem aumentado por diversas razões, como prevenção ou reabilitação de dor lombar (lombalgia), melhorias para o rendimento esportivo e aumento da força e resistência durante a realização das atividades de vida diárias [4], [5].

Atualmente, a lombalgia é um dos mais difundidos problemas de saúde pública enfrentados pelo mundo industrializado, por afetar uma grande parte da população e por constituir pesado ônus para os sistemas nacionais de saúde e de previdência em termos de diagnóstico, tratamento, absenteísmo e aposentadoria prematura [6], [7]. Nos dias atuais, calcula-se que 70 a 80% da população mundial têm ou terão algum problema relacionado à lombalgia [8].

Nos exercícios abdominais deve priorizar o recrutamento dos músculos abdominais (reto do abdome [RA], oblíquo externo do abdome [OE], oblíquo interno do abdome [OI] e transversos do abdome [TA]) de forma a minimizar a atividade dos músculos flexores da coxa, como o reto femoral (RF) [9], que com o aumento da sua atividade provoca maior tração e

força de cisalhamento na região lombar da coluna vertebral [10].

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 desses exercícios. Portanto, são necessários exercícios abdominais eficientes que possam ser realizados fora da academia, por exemplo, no local de trabalho ou em casa [11]. Além disso, com a pandemia do coronavírus e a quarentena, a venda de itens para exercícios em casa cresceu até 10 vezes no Brasil [12].

Nesse contexto, novos aparelhos abdominais são desenvolvidos e comercializados para o público em geral sem uma análise sistemática dos mesmos [6], [9]. Decisões sobre quais exercícios devem ser realizados em um programa de treinamento são frequentemente baseados em opiniões, experiências pessoais e “artigos” que podem ou não serem baseados em evidências científicas [13].

Na área da Biomecânica, a seleção dos exercícios de estabilização mais apropriados para cada programa de treinamento é baseada fundamentalmente em critérios de eficácia e segurança. A eletromiografia de superfície nos permite avaliar a eficácia dos exercícios de estabilização analisando a intensidade da ativação muscular e a contração dos músculos do tronco [14].

Sabendo que a atividade eletromiográfica dos músculos abdominais em determinados exercícios compõe base teórica para o direcionamento de programas de prevenção, reabilitação e treinamento esportivo, espera-se que esta revisão possa proporcionar contribuições relevantes e fornecer dados importantes em relação à atividade eletromiográfica dos músculos RA, OE e RF, durante exercícios abdominais com e sem a utilização de diferentes aparelhos.

Portanto, objetiva-se analisar as publicações existentes na literatura científica sobre atividade eletromiográfica dos músculos do abdome e RF em exercícios abdominais com e sem a utilização de diferentes aparelhos, com intuito de verificar quais aparelhos proporcionam maior atividade eletromiográfica dos músculos abdominais em relação aos exercícios tradicionais (supra abdominal, prancha ventral e prancha lateral).

II. MATERIAIS E MÉTODOS

O delineamento metodológico deste estudo caracterizou-se por uma revisão de literatura narrativa ou tradicional que abrangeu livros textos clássicos de Anatomia Humana, monografias, dissertações e artigos nacionais / internacionais que continham textos referentes ao tema em questão.

Os livros selecionados foram pesquisados na Biblioteca da Universidade Federal de Uberlândia, enquanto que a identificação dos artigos foi feita através de busca bibliográfica na base de dados PubMed/MEDLINE (Literatura Internacional em Ciências da Saúde) e BVS – BIREME, referente aos anos de 2017 a 2021.

As palavras-chave utilizadas foram: “*electromyography*” (eletromiografia), “*surface electromyography*” (eletromiografia de superfície), “*abdominal exercises*” (exercícios abdominais) e “*abdominal muscles*” (músculos abdominais), as palavras foram usadas separadamente e de maneira associada.

Aspectos Morfológicos dos Músculos Abdominais e Reto Femoral

A parede abdominal é composta de cinco (pares bilaterais) 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 o reto do abdome (RA) e o músculo piramidal [15].

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 xifóide do osso esterno, separado de seu homônimo pela linha Alba [15].

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. Deve-se levar em consideração que essa ação depende do sinergismo de outros músculos [3].

Em razão da inserção desse músculo no osso púbis, o primeiro desempenha 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 [3].

Dos três músculos planos da parede ântero-lateral do abdome, o músculo OE é o maior e mais superficial, originando-se nas faces externas das 5^a-12^a costelas e inserindo na linha alba, tubérculo púbico e crista ilíaca [15]. A contração bilateral desse músculo atua em sinergismo com o músculo RA nos movimentos de flexão do tronco, enquanto que 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 [3].

O músculo RF situa-se no membro inferior e faz parte do músculo quadríceps femoral. Este músculo possui duas cabeças de origem no osso do quadril, uma cabeça retilínea na espinha ilíaca ântero-inferior e uma cabeça reflexa na margem superior do acetábulo, e se insere na tuberosidade da tíbia por meio do ligamento patelar [15].

Em vista de suas fixações, o músculo RF é um músculo bi-articular, 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 no qual o grau de encurtamento é importante no seu caso [3].

Eletromiografia de Superfície

A estimulação elétrica e a captação de potenciais elétricos produzidos pelos músculos durante contração voluntária são consideradas como fundamentais para estudos anatômicos, cinesiológicos e clínicos da atividade muscular, já que fornecem mais informações sobre a fisiologia de um músculo ou grupo muscular, e também possibilitam conclusões mais claras da sua Anatomia [16].

Segundo Basmajian e De Luca (1985), que reúnem os mais importantes estudos eletromiográficos realizados com os principais músculos do corpo humano, a eletromiografia (EMG) é o estudo da função muscular por meio da averiguação do sinal elétrico que emana de um músculo em atividade, enquanto Portney e Watkins (1993) consideram a eletromiografia como o estudo da atividade da unidade motora.

Unidades Motoras se compõem de uma célula situada na coluna anterior da medula espinal, um axônio, suas junções neuromusculares e todas as fibras musculares inervadas por este axônio. O axônio simples conduz um impulso para todas as suas fibras musculares, fazendo com que sofram despolarização de modo relativamente simultâneo. A despolarização produz atividade elétrica, que se manifesta como Potencial de Ação da Unidade Motora (PAUM), sendo graficamente registrada como Eletromiograma. Atualmente a EMG é empregada na avaliação do alcance da doença neuromuscular ou traumatismo, e como instrumento cinesiológico para o estudo da função muscular [17].

O sinal eletromiográfico registrado por meio dos eletrodos de superfície pode ser processado nos domínios do tempo (comportamento temporal) e da frequência (comportamento espectral). A informação representada no domínio temporal descreve quando algo ocorre e qual amplitude de sua ocorrência, sendo que a amplitude é um indicador da magnitude da atividade muscular, produzida predominantemente por aumento na atividade nas unidades motoras e em sua taxa de disparo [18].

Uma das técnicas que avalia o nível de atividade do sinal EMG é chamado de *root mean square* - RMS - (raiz quadrada da média). O valor de RMS é o parâmetro mais utilizado para análise no domínio temporal e que melhor representa amplitude do sinal eletromiográfico em contrações musculares voluntárias [19].

O comportamento espectral, conhecido também como análise no domínio da frequência, permite avaliar a frequência de disparo das unidades motoras e pode ser monitorada e quantificada seguindo alguns indicadores característicos do espectro de frequência, como a frequência média, mediana e moda [19].

O domínio da frequência pode ser afetado pela forma, velocidade de condução e taxa de disparo das unidades motoras. A frequência mediana é mais utilizada porque é menos sensível ao ruído e as alterações do sinal, além de ser considerado o parâmetro que melhor reflete as alterações fisiológicas que ocorrem no músculo durante contrações sustentadas, tais como a velocidade de condução das fibras musculares [19].

III. RESULTADO

Estudos Eletromiográficos durante a realização de exercícios abdominais com e sem a utilização de equipamentos comerciais

Serão apresentados aqui a síntese dos estudos obtidos através da pesquisa já descrita acima.

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 multifídeo 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.



Fig. 1. Exercícios de estabilização na plataforma vibratória.

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® 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 ± 2,58 anos; 75,29 ± 4,23 kg; 177,04 ± 4,96 cm; 11,57 ± 2,63% de gordura) do gênero masculino, fisicamente ativos, sem distúrbio neuromuscular e foram utilizados eletrodos de superfície diferenciais simples nos músculos reto do abdome, oblíquo externo e interno do abdome, eretor da espinha e multifídeo. O sinal foi registrado por um eletromiógrafo computadorizado e foram quantificados 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-TX10) 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).

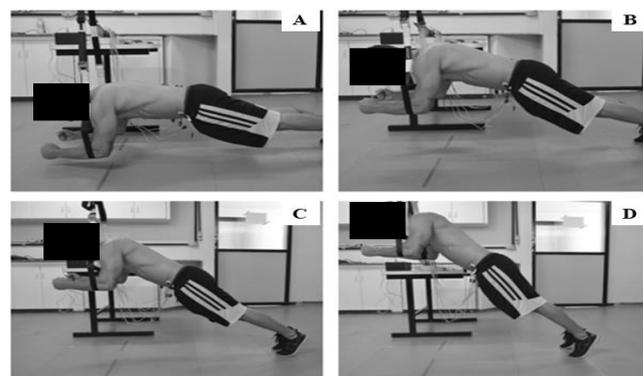


Fig. 2. PV-TRX em diferentes alturas do solo (A) 10 cm; (B) 35 cm; (C) 60 cm; (D) 85 cm.

Gregorio *et al.* (2020) compararam a atividade EMG dos músculos reto do abdome (RA), oblíquo externo do abdome (OE) e reto femoral (RF) durante o exercício abdominal tradicional *crunch* e com aparelho *Rock Gym*[®]. Uma amostra de conveniência composta por 15 homens, saudáveis e praticantes de atividade física regular foi selecionada e os dados eletromiográficos foram coletados durante cinco repetições em cada exercício abdominal (tradicional e *Rock Gym*[®] 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*[®], entretanto, a atividade do músculo RF no aparelho foi significativamente maior em relação ao exercício tradicional.

Os autores supracitados concluíram que exercício tradicional prioriza o recrutamento dos músculos abdominais e minimiza a atividade dos músculos flexores de coxa, tornando-se um fator importante para sua escolha no treinamento, principalmente para pessoas com musculatura abdominal fraca e/ou problemas na região lombar.

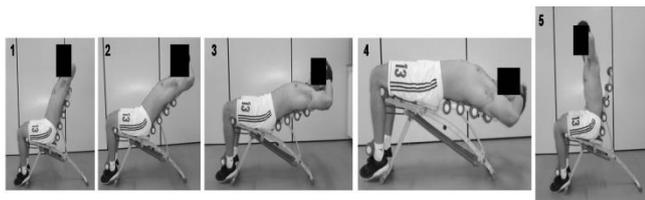


Fig. 3. Exercício abdominal com aparelho *Rock Gym*[®].

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 (FM) 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.



Fig. 4. Exercício abdominal prancha ventral com *bosu* normal e invertido.

Santos (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[®] (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 (UA) 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.

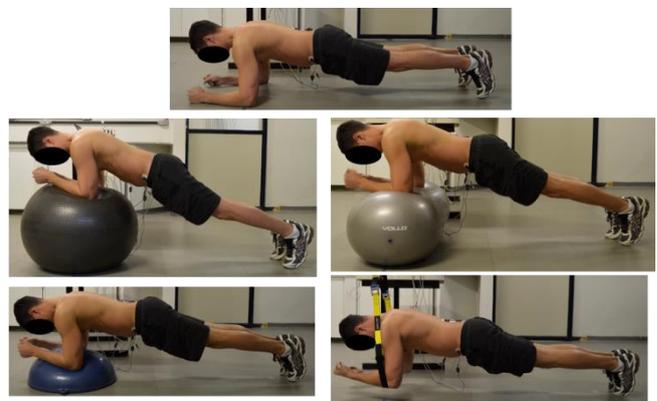


Fig. 5. Exercício prancha ventral com diferentes equipamentos instáveis.

Silva *et al.* (2020) compararam a atividade EMG dos músculos RA, OE e RF durante o exercício tradicional *crunch* e aparelho *5 minutes shaper*[®]. 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*[®] nível iniciante, intermediário, avançado e extreme) de forma randomizada e contrabalanceada. 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*[®], 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*[®] 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.

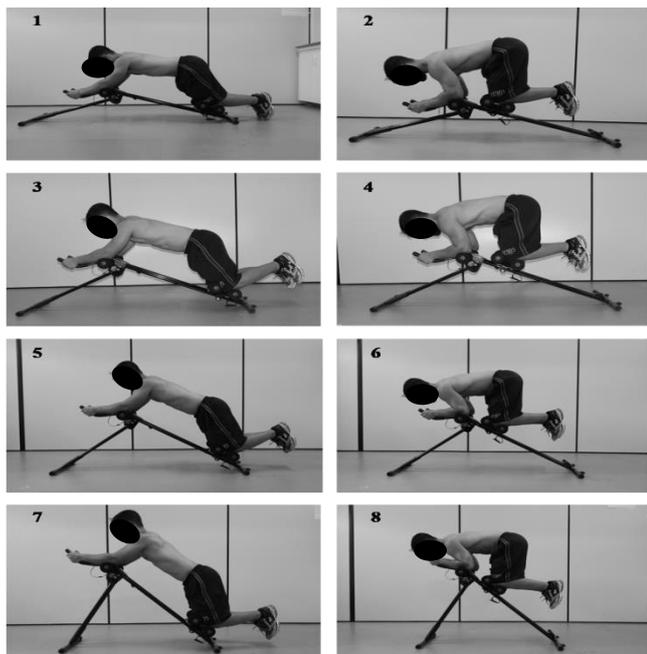


Fig. 6. Exercício abdominal com aparelho 5 minutes shaper®.

Calatayud *et al.* (2017) avaliaram atividade EMG dos músculos RA, OE e eretor da espinha (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.

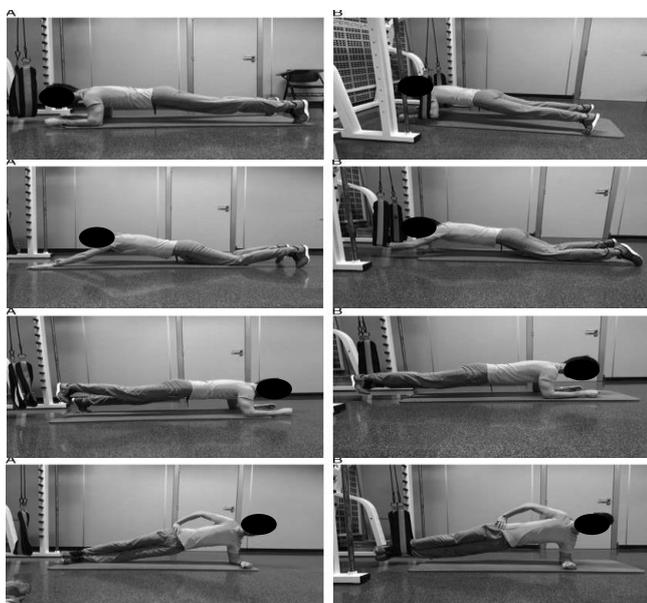


Fig. 7. Pranchas inclinada estável e inclinada suspensa, “rolinho” estável e “rolinho” suspensa, inclinada estável

unilateral e inclinada suspensa unilateral, lateral estável e lateral suspensa.

Baritello O. *et al.* (2019) compararam a atividade eletromiográfica dos músculos do *core* (reto abdominal (RA), oblíquo externo (EO), oblíquo interno (IO), eretor da espinha torácica (T9; UES) / lombar (L3; LES) e grande dorsal (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 5 homens e 5 mulheres, com idade média 29 ± 2 anos, estatura 177 ± 7 cm, massa corporal 74 ± 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.

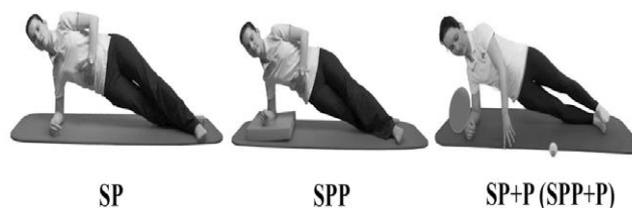


Fig. 8. SP = Superfície estável da prancha lateral, SPP = Superfície instável SP; SP + P = SP + tarefa de perturbação; SPP + P = SP instável + tarefa de perturbação.

IV. CONCLUSÃO

De acordo com a metodologia empregada conclui-se que os equipamentos comerciais lançados no mercado são muito difundidos na prática do treinamento dos músculos abdominais, entretanto, de acordo com revisão de literatura, a maioria dos equipamentos comerciais analisados não produziu maior atividade eletromiográfica nos músculos abdominais em comparação com exercícios tradicionais (supra-abdominal e prancha ventral).

A utilização do equipamento comercial TRX® e de fitas de suspensão [21], [23], [24] pode ser uma estratégia interessante para otimizar a atividade eletromiográfica dos músculos abdominais no exercício prancha ventral.

Podemos notar também que em concordância com a literatura atual, estudos como o de Baritello *et al.* (2019) demonstram que a implementação de tarefas motoras

adicionais e elementos instáveis na execução do exercício de prancha produzem aumento na atividade neuromuscular dos músculos do *core*, fazendo assim com que essas técnicas possam ser implementadas em protocolos de treinamento direcionados à musculatura do *core*.

Apesar da maioria dos aparelhos abdominais não apresentarem justificativas suficientes para substituir os exercícios abdominais tradicionais, a diversidade de equipamentos pode ser útil para variação de um programa de treinamento, todavia, alguns aparelhos devem ser utilizados com precauções para pessoas que tenham musculatura abdominal fraca e/ou problemas na região lombar devido à grande ativação do músculo RF quando comparado com exercício tradicional.

O local e posicionamento dos eletrodos podem ter grande interferência na qualidade do sinal eletromiográfico, portanto, devido à falta de padronização de posicionamento dos eletrodos e a utilização de diferentes formas de processamento do sinal eletromiográfico nos diversos trabalhos, pode-se considerar que estas questões são fatores limitantes para a comparação dos resultados em relação aos diferentes estudos, tornando-se difícil afirmar qual aparelho é mais eficaz em relação à maior atividade eletromiográfica dos músculos abdominais em comparação aos outros equipamentos.

Por fim é importante salientar que novos estudos com outros aparelhos, equipamentos, produtos e técnicas destinados a essa temática, apresentada nesse estudo, devem ser realizados a fim de se buscar cada vez mais recursos que possibilitem um aperfeiçoamento no treinamento da musculatura do *core* de forma segura e eficaz para a população que utiliza e necessita desse tipo de treinamento.

CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram que não houve conflito de interesse.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES – Programa CAPES/DFATD-88887.159028/2017-00), Programa CAPES/COFECUB-88881.370894/2019-01). A. A. Pereira é bolsista de produtividade em pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, (310911/2017-6).

REFERÊNCIAS

- [1] WILLARDSON, J. M. Desenvolvendo O Core. [s.l.]: Phorte Editora, 2017. 264 p.
- [2] MOORE, K. L.; Dalley, A. F.; Agur, A. M. R. Anatomia Orientada Para a Clínica. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2014.
- [3] WEINECK, J. Anatomia aplicada ao esporte. 18. ed. São Paulo: Manole, 2013.
- [4] 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, p. 1-5, 2018.
- [5] YODAS, 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 Practice*, v. 34, n. 3, p. 212-222, 2017.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] EVANGELISTA, A. L.; Macedo, J. Treinamento funcional e core training: exercícios práticos aplicados. Phorte: São Paulo; 2011.
- [9] 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. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 34, n. 1, p. 1-10, 2020.
- [10] LIZARDO, F. B. et al. Análise eletromiográfica de músculos do abdome e reto femoral em exercícios abdominais com e sem superfície instável. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, v. 32, n.2, p. 171-179. 2018.
- [11] VINSTRUP, J. et al. Core muscle activity, exercise preference, and perceived exertion during core exercise with elastic resistance versus machine. *Scientifica*, 403068, p. 1-6, 2015.
- [12] 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/comquarentena-venda-de-itens-para-exercicios-em-casa-cresce-ate-10-vezes.ghtml>.
- [13] 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.
- [14] VERA-GARCÍA, F. J.; Moreside, J.; Flores-Parodi, B.; Alonso-Roque, J. I.; Elvira, J. L. L. Trunk muscle activation in spine stabilization exercises: 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.
- [15] MOORE, K. L.; Dalley, A. F. Anatomia orientada para a clínica. 7a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.
- [16] BASMAJIAN JV, De Luca CJ. Muscles alive: their function revealed by electromyography. 5a ed. Baltimore: Williams and Wilkins; 1985.
- [17] PORTNEY, L. G., & Watkins, M. P. (1993). Foundations of clinical research: Applications to practice. Norwalk, CT: Appleton & Lange.
- [18] ROBERTSON, D. G. E. et al. Research methods in biomechanics. United States: Human Kinetics. 2004.
- [19] DE LUCA, C. J. The use of surface electromyography in biomechanics. *Journal of Applied Biomechanics*, v. 13, n. 2, p. 135-163, 1997.
- [20] 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>.
- [21] 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.
- [22] SANTOS, F. R. A. et al. Comparação da atividade eletromiográfica de músculos do core no exercício prancha ventral com bosu. *Revista Andaluza de Medicina Del Deporte*, v. 13, p. 60-64, 2020.
- [23] SANTOS, F. R. A. 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>
- [24] CALATAYUD, J. et al. Progression of Core Stability Exercises Based on the Extent of Muscle Activity. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, v. 96, n. 10, pc 694-699, 2017.
- [25] BARITELLO O. et al. Neuromuscular activity of trunk muscles during side plank exercise and an additional motoric-task perturbation. *Dtsch Z Sportmed*. 2019; 70: 153-158.