



UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA

FCS/ESS

LICENCIATURA EM FISIOTERAPIA

Ano letivo 2016-2017

4º Ano

PROJETO E ESTÁGIO PROFISSIONALIZANTE II

Projeto de Investigação

**“Avaliação eletromiográfica da ativação muscular dos
músculos reto abdominal e eretores da coluna em diferentes
exercícios de fortalecimento do core”**

Rui Filipe Viana Dias

Estudante de Fisioterapia

Escola Superior de Saúde – UFP

29621@ufp.edu.pt

Adérito Seixas

Docente da Escola Superior de Saúde – UFP

aderito@ufp.edu.pt

Sandra Rodrigues

Docente da Escola Superior de Saúde – UFP

sandrar@ufp.edu.pt

Porto, Junho de 2016

Resumo

Objetivo: O presente estudo tem como objetivo avaliar a atividade muscular dos músculos reto abdominal e eretores da coluna durante o exercício de prancha com diferentes variações de estabilidade. **Metodologia:** A atividade eletromiográfica dos músculos de 15 participantes, 11 do sexo masculino e 4 do feminino (Mediana de idades: 22.00 (± 2.00 anos); IMC: 23.41 ($\pm 3.83 \text{ kg/m}^2$)) foi analisada durante seis posições de prancha. **Resultados:** Foram verificadas diferenças estatisticamente significativas tanto na atividade muscular dos diferentes músculos em cada exercício, assim como diferentes atividades musculares entre cada exercício. Tendo em conta a ativação muscular de cada músculo, é possível observar que o músculo que foi mais ativado, foi o Reto Abdominal (94.01%CMV), não havendo diferenças significativas entre lado direito e lado esquerdo. **Conclusão:** A atividade electromiográfica dos músculos estudados foi dependente do tipo de variação do exercício de prancha, havendo maior ativação quanto mais instável fosse a superfície de apoio.

Palavras-chave: EMG, core, prancha, superfícies instáveis.

Abstract

Objective: This study aims to evaluate the muscle activity of the rectus abdominis and spinal erector muscles during the exercise of plank, with different variations of stability. **Methods:** The muscle electromyographic activity of 15 participants, 11 males and 4 females (mean age: 22.00 (± 2.00 years); BMI: 23.41 ($\pm 3.83 \text{ kg / m}^2$)) was analyzed during six plank positions. **Results:** It is possible to observe that the muscle that was most activated was the Rectus Abdominis (94.01% CMV), and there were no significant differences between the right side and the left side. **Conclusion:** The electromyographic activity of the muscles studied was dependent on the type of variation of plank requested. **Key-words:** EMG, core, plank position, prone plank position, prone bridge, unstable surface.

Introdução

O core é o conjunto de músculos da região lombo-pélvica e tronco, responsáveis pela estabilidade da coluna. A estabilidade desta região é fundamental para facilitar e transferir força durante os movimentos dos membros superiores e inferiores, suportar cargas e proteger a espinal medula e as suas raízes neurais (Snarr e Esco, 2014).

A manutenção de uma musculatura do tronco forte permite uma base estável para os músculos mobilizadores dos membros superiores e inferiores desempenharem atividades de vida diária e atividades desportivas (Behm, et al., 2011). Através da estabilidade do tronco conseguimos promover uma maior estabilidade proximalmente e facilitar a mobilidade a nível distal (Escamilla et al., 2010). O trabalho específico dos músculos estabilizadores da coluna lombar facilita a realização das tarefas diárias e a reabilitação de disfunções lombares. Em reabilitação, o fortalecimento destes músculos não atua diretamente na redução da dor, mas fornece maior estabilidade para um desempenho funcional adequado (Behm, et al., 2010).

Uma abordagem para o treino da estabilidade do tronco envolve o uso de superfícies instáveis, pois gera um aumento do recrutamento muscular necessário para manter a estabilidade postural (Imai, et al., 2010). Para promover a estabilidade da coluna vertebral é necessário utilizar exercícios que visem a co-ativação muscular. Os exercícios executados consistem em manter a coluna numa posição neutra, com o mínimo de movimento associado a essa posição, isto é, é desejável a manutenção de uma posição fixa e não oscilante, enquanto se implementam alterações da base de suporte. Estas alterações devem ocorrer de modo gradual, isto é, evoluindo de posições de menor dificuldade para posições maior dificuldade (García-Vaquero, et al., 2012).

Atualmente existem vários tipos de dispositivos de treino com o fundamento de criar bases instáveis, como as bolas, os discos de base convexa, TRX, BOZU, entre outros (Behm e Colado, 2012). Para criar instabilidade o uso do TRX e a alteração da estabilidade da superfície através do uso de materiais como bolas e discos proporciona um maior desafio na manutenção do equilíbrio e recrutamento muscular. Estes exercícios são usados para induzir graus variáveis de instabilidade, promovendo desequilíbrio, uma vez que o balanço postural pode projetar o centro de massa para fora da área de suporte do material utilizado (Behm e Colado, 2012). Desta forma é possível aumentar os fenómenos de co-contração muscular que por sua vez irão aumentar a estabilidade da

coluna. Nestes casos a atividade do músculo antagonista aumenta quando há incerteza na execução da tarefa provocando aumento da rigidez articular pela co-contracção, contribuindo para o aumento da estabilidade (Behm e Colado, 2012). Assim, exercícios que têm por base a posição de prancha, que implicam uma co-contracção dos músculos anteriores e posteriores do tronco, poderão ser promotores de maior estabilidade da coluna (Behm e Colado, 2012).

O objetivo deste estudo é analisar a atividade electromiográfica dos músculos do core, neste caso o reto abdominal e os eretores da coluna – por serem músculos que estão mais superficialmente e ajudam na manutenção da estabilidade do tronco – avaliando a sua ativação durante a posição de prancha com diferentes níveis de estabilidade.

Metodologia

De forma a dar resposta ao objetivo definido foi implementado um estudo quase-experimental nas instalações da Universidade Fernando Pessoa.

Amostra

A amostra é composta por 15 participantes, em que 73.33% correspondem a participantes do sexo masculino (11 participantes) e 26.67% correspondem a participantes do sexo feminino (4 participantes), cuja mediana da idade é 22.00 (± 2.00 anos), e a mediana do IMC é de 23.41 (± 3.83). Tendo em conta a preferência manual, 86.67% dos participantes são destrímanos (13 participantes), e 13.33% dos participantes são sinistrómanos (2 participantes).

Relativamente aos critérios de inclusão, foram incluídos adultos jovens, sem lesão anterior no último ano no membro superior e na coluna. Como critérios de exclusão deste estudo foram definidos o auto-reporte de sintomatologia álgica nos últimos 7 dias no membro superior ou coluna; de utilização de medicação (AINES ou relaxantes musculares) em igual período e de patologias metabólicas, cardíacas, neurológicas e cardiorrespiratória (Snarr e Esco, 2014).

Considerações éticas

O presente estudo foi inicialmente submetido à aprovação da Comissão de Ética da Universidade Fernando Pessoa. Todos os participantes que realizam este estudo assinaram a Declaração de Consentimento Informado após terem sido esclarecidas todas as intervenções a que seriam sujeitos ao longo do estudo, sendo-lhes dada a possibilidade

de recusa em participar a qualquer momento, sem que daí decorresse qualquer prejuízo pessoal. Todos participantes foram também informados sobre a confidencialidade e anonimato que foram mantidos ao longo da investigação, sendo no final informados sobre potenciais benefícios ou riscos que poderiam existir, de acordo com as normas e princípios referidos pela Declaração de Helsínquia e a Convenção de Direitos do Homem e a Biomedicina. Todos os documentos e dados utilizados na realização desta investigação foram mantidos até que não fossem necessários para efeitos de investigação.

Instrumentos

Os instrumentos utilizados foram: lâminas para tricotomia, algodão, gaze, álcool, fita milimétrica, dois discos de borracha instável, duas bolas pequenas de borracha, colchão de apoio, computador, balança (Tanita), estadiómetro, mala antropométrica e cronómetro. Para recolher os dados relativos à atividade mioelétrica foi utilizado um eletromiógrafo (bioPLUXresearch), um equipamento que recolhe e digitaliza o sinal proveniente de sensores localizados sobre a pele. Os canais são de 12 bit, com uma frequência de amostragem de 1000Hz. A eletromiografia de superfície (SEMG) é uma técnica utilizada para detetar, coletar e monitorizar o sinal mioelétrico recorrendo à colocação de eléctrodos sobre os músculos que se pretende estudar (Ghapanchizadeh, et al., 2017).

O processamento foi realizado offline através do recurso ao software MATLAB® (The MathWorks Inc., Natick, MA) 2015a.

Foram ainda utilizados o Questionário de Preferência Lateral de Van Strien (2002), para identificação da preferência lateral e o Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) para determinar os diferentes tipos de atividade física praticada e tempo despendido nessas mesmas atividades no dia-a-dia.

Procedimentos

Depois de obtida a autorização por parte da Comissão de Ética da Universidade Fernando Pessoa para a realização do estudo, os participantes foram convidados a assinar o formulário de consentimento informado, tendo por base a declaração de Helsínquia, sendo assim informados que todos os dados seriam confidenciais, tendo o direito de desistir do estudo a qualquer momento, sem qualquer prejuízo pessoal. Inicialmente foram recolhidos dados de caracterização da amostra, onde se registaram as características antropométricas de cada indivíduo, nomeadamente a massa corporal e a estatura e a informação relativa aos critérios de elegibilidade.

De seguida, recolheu-se as características antropométricas de cada indivíduo, ou seja, a estatura, peso, pregas cutâneas (bíceps, tríceps, subescapular, supra-espinal, supra-íliaca, abdominal, coxa e gastrocnémio), perimetria (braço relaxado, braço contraído, cintura, região glútea e perna) e os diâmetros (bicôndilo-umeral e bicôndilo-femoral). Para isto utilizou-se o protocolo recomendado pela Sociedade Internacional para o Avanço da Cinantropometria (Norton e Olds, 1996). Estes dados foram analisados com o intuito de identificar potenciais valores extremos que poderiam influenciar os dados de atividade eletromiográfica.

Antes da colocação dos eletrodos de superfície, a pele dos participantes foi previamente preparada com recurso a gaze e álcool de modo a haver total contacto entre a superfície do eléctrodo e da pele (Hermens, Freriks, Disselhorst-Klug e Rau, 2000).

Os participantes foram avaliados com um equipamento de análise eletromiográfica para recolher dados da atividade muscular dos eretores da espinha e reto abdominal. A captação eletromiográfica foi realizada através da colocação de eléctrodos de superfície, sendo estes posicionados paralelamente entre si no ventre muscular (Hibbs, et al., 2011). Para o protocolo de normalização, os músculos foram avaliados individualmente e recorreu-se à avaliação da atividade muscular durante uma contração voluntária máxima (CMV) com 6 segundos de duração, seguindo o protocolo de teste muscular manual proposto por Kendall et al. (2009). Já o procedimento para análise dos dados foi feito com base no protocolo reportado por Fischer, Belbeck e Dickerson (2010). Todas as recolhas foram realizadas pelo mesmo avaliador de forma a padronizar os procedimentos de teste. No processamento dos dados relativos à atividade eletromiográfica, os registos foram filtrados com um filtro de banda com frequência de corte de 10 a 350Hz, buterworth, e posteriormente foi removida a constante contida no sinal e ajustada a unidade de medida para volts, recorrendo-se ao cálculo posterior do valor eficaz. Os dados da atividade eletromiográfica de cada músculo, nos vários exercícios, foram normalizados tendo em conta a sua atividade eletromiográfica durante a CMV.

A análise foi efetuada na posição de prancha, e nesta posição com algumas variações, utilizando bolas (fig.1), discos (fig.2) e o TRX de forma a criar maior instabilidade na execução do exercício pretendido.



Figura 1 Bolas



Figura 2 Discos

Antes dos participantes executarem as posições, foi-lhes dada uma breve instrução a cerca de cada uma das posições, sendo a seguinte:

1. Posição normal de prancha em que a cabeça mantém-se na posição neutra, a coluna mantém-se alinhada, cintura pélvica na posição neutra, ombros em flexão a 90°, cotovelos em flexão apoiados no solo, joelhos em extensão sem estar em contacto com o solo e pontas dos pés apoiados no chão. A partir desta posição, alterou-se as bases de suporte, por superfícies instáveis ou reduzindo o número de apoios (fig.3.1).
2. Na segunda posição utilizou-se os discos para alterar a base de suporte, ou seja os participantes irão estar na posição de prancha como foi a cima descrita mas terão como apoio dois discos (um para cada mão) mantendo o punho na posição neutra (fig.3.2).
3. Na terceira posição utilizou-se as bolas para alterar a base de suporte. Mais uma vez os participantes estiveram na posição de prancha descrita inicialmente, mas com apoio de duas bolas (uma para cada mão) (fig.3.3).
4. Na quarta posição os participantes estiveram na posição de prancha já descrita, porém os pés dos participantes encontravam-se suspensos através da utilização do TRX. Os cotovelos em flexão em contacto com o solo, utilizando apenas isso como apoio (fig.3.4).
5. Na quinta posição os participantes continuaram com os pés suspensos no TRX e utilizaram os discos como apoio nas mãos, e manter a posição de prancha que foi descrita (fig.3.5).
6. Na sexta e ultima posição, os participantes estiveram com os pés suspensos no TRX e utilizaram as bolas como apoio nas mãos e mantiveram-se na posição de prancha (fig.3.6).



*Figura 3.1
Prancha1*



*Figura 3.2
Prancha2*



*Figura 3.3
Prancha3*



*Figura 3.4
Prancha4*



*Figura 3.5
Prancha5*



*Figura 3.6
Prancha6*

Tarefa

Os participantes realizaram 6 exercícios com a duração de 10 segundos cada, com período de repouso entre exercícios de 30 segundos, realizando-os apenas uma vez. A ordem de execução dos exercícios decorreu de forma aleatória.

Procedimentos Estatísticos

A análise de dados foi efetuada recorrendo ao software de análise estatística IBM SPSS® 23 para o Windows. Através da estatística descritiva (mediana e distancia interquartil) foi feita a caracterização da amostra e das variáveis em estudo. Para calcular a probabilidade das variáveis estarem normalmente distribuídas foi utilizado o teste Shapiro-Wilk e tendo em conta o resultado foram utilizados os testes não paramétricos para um α de 0,05. Para comparar a atividade eletromiográfica desenvolvida pelos músculos em cada um dos exercícios estudados e para comparar a atividade de cada músculo nos diferentes exercícios recorreu-se ao teste não paramétrico de Friedman two way analysis of variance.

Resultados

Comparação geral da ativação eletromiográfica

A tabela 1 é relativa à comparação da atividade eletromiográfica de cada músculo, em cada exercício efetuado. Nesta tabela estão descritos os valores percentuais relativos à contração voluntária máxima (CVM) de cada músculo avaliado, nas diferentes variações dos exercícios executados. Como tal, podemos observar os valores da %CVM do reto abdominal direito, reto abdominal esquerdo, eretor da espinha direito e eretor da espinha

esquerdo, em seis posições de prancha. Em relação ao reto abdominal direito, notou-se uma maior ativação muscular durante a prancha 6 (76.75%) e uma menor ativação durante a prancha 1 (24.64%). No reto abdominal esquerdo, a posição de prancha 6 foi novamente a mais ativada (94.01%) e o exercício com menor ativação foi a prancha 1 (39.51%). No eretor da espinha direito verificou-se uma maior ativação na prancha 5 (8.23%) e verificou-se também uma menor ativação na prancha 1 (5.60%). Por fim, no eretor da espinha esquerdo houve uma maior ativação, na prancha 5 (5.56%) e novamente uma menor ativação na prancha 1 (4.13%).

Ativação Muscular em cada Exercício

A avaliação par a par, em cada exercício pode ser observada na tabela 2 do lado esquerdo, todas as posições de prancha apresentam diferenças significativas por todos os pares musculares, exceto na prancha 1, em que o par ECD/ABE e na prancha 2 o par ECE/ABE.

Ativação Muscular entre Exercícios

Tendo em conta a ativação muscular entre exercícios, o músculo que apresentou maior variação de ativação foi o reto abdominal direito e os eretores da coluna esquerdo. Em todas as diferenças significativas e muito significativas que podemos observar no lado direito da tabela 3 referente a ativação muscular entre exercícios, podemos observar que as diferenças significativas surgem quando comparamos a prancha normal, isto é, sem estabilizadores, com as pranchas que apresentam maior instabilidade (as que usam as bolas, discos e TRX). Podemos também observar que existem diferenças muito significativas quando comparamos a prancha 1 com a prancha 5 e 6, sendo estas as pranchas que têm tanto o membro inferior, como superior apoiados em superfícies instáveis.

Tabela 1 Mediana (%CMV) e distância interquartilica em cada exercício e valor de p (teste de Friedman) entre músculos e variações

	Reto Abdominal Direito	Reto Abdominal Esquerdo	Eretor da Espinha Direito	Eretor da Espinha Esquerdo	(p)
Prancha1	24.64 (±38.78)	39.51 (±53.27)	5.60 (±7.54)	4.13 (±1.58)	p<0.01
Prancha2	63.23 (±52.38)	62.79 (±131.87)	6.97 (±5.32)	4.66 (±1.59)	p<0.01
Prancha3	75.45 (±52.65)	72.60 (±105.48)	6.58 (±5.74)	4.43 (±1.84)	p<0.01
Prancha4	49.81 (±35.63)	46.73 (±85.53)	7.12 (±4.91)	5.51 (±3.28)	p<0.01
Prancha5	67.42 (±58.84)	87.84 (±121.00)	8.23 (±6.39)	5.56 (±2.59)	p<0.01
Prancha6	76.75 (±27.37)	94.01 (±165.67)	8.08 (±4.82)	5.35 (±3.19)	p<0.01
(p)	p<0.01	p<0.01	p<0.01	p<0.01	

Tabela 2 - Valores relativos à comparação para a par da atividade muscular (Teste de Friedman) para valores de significância $p \leq 0,05$

Ativação Muscular Em Cada Exercício	(p) ≤ 0.05	Ativação Muscular Entre Exercícios	(p) ≤ 0.05
Prancha 1		Reto Abdominal Direito	
ECE/ABD	0.002	Prancha1/Prancha2	0.007
ECE/ABE	$p < 0.01$	Prancha1/Prancha3	0.001
ECD/ABE	0.043	Prancha1/Prancha4	0.016
		Prancha1/Prancha5	$p < 0.01$
		Prancha1/Prancha6	$p < 0.01$
Prancha 2		Reto Abdominal Esquerdo	
ECE/ABD	0.002	Prancha1/Prancha2	0.002
ECE/ABE	$p < 0.01$	Prancha1/Prancha3	$p < 0.01$
ECD/ABD	0.007	Prancha1/Prancha5	$p < 0.01$
ECD/ABE	$p < 0.01$	Prancha1/Prancha6	$p < 0.01$
Prancha 3		Eretores da Coluna Direito	
ECE/ABD	0.001	Prancha1/Prancha5	0.01
ECE/ABE	$p < 0.01$	Prancha1/Prancha6	0.01
ECD/ABD	0.002	Prancha3/Prancha5	0.014
ECD/ABE	$p < 0.01$	Prancha3/Prancha6	0.014
Prancha 4		Eretores da Coluna Esquerda	
ECE/ABE	0.001	Prancha1/Prancha5	0.01
ECE/ABD	0.007	Prancha1/Prancha6	$p < 0.01$
ECD/ABE	0.001	Prancha2/Prancha6	0.023
ECD/ABD	0.007	Prancha3/Prancha5	0.01
		Prancha3/Prancha6	0.002
Prancha 5			
ECE/ABD	$p < 0.01$		
ECE/ABE	$p < 0.01$		
ECD/ABD	0.004		
ECD/ABE	0.001		
Prancha 6			
ECE/ABE	$p < 0.01$		
ECE/ABD	0.001		
ECD/ABE	0.001		
ECD/ABD	0.002		

Discussão

Este estudo tem como objetivo analisar a atividade eletromiográfica dos músculos do core, neste caso o reto abdominal e os eretores da coluna, avaliando a sua ativação durante a posição de prancha com diferentes níveis de estabilidade.

Depois da análise de resultados é possível perceber que quando diminuimos a base de sustentação ou criamos uma instabilidade na mesma, há um aumento na atividade muscular tanto dos eretores da coluna como do reto abdominal. Snarr e Esco (2014) afirmam que poderá ocorrer um aumento da atividade eletromiográfica devido à distância a que o centro de massa do participante está em relação à superfície de contacto, e também devido a diminuição da área de contacto durante o apoio.

Na amostra em estudo foram verificadas diferenças estatisticamente significativas tanto na atividade muscular dos diferentes músculos em cada exercício, assim como diferentes atividades musculares entre cada exercício.

Tendo em conta a ativação muscular de cada músculo, é possível observar que o músculo mais ativado foi o Reto Abdominal, não havendo diferenças significativas entre lado direito e lado esquerdo. O reto abdominal direito foi mais ativado durante o exercício de prancha6 (76.75%CMV), isto é, prancha com os pés no TRX e as mãos nas bolas provocando assim maiores graus de instabilidade. Do lado esquerdo obtivemos resultados semelhantes (94.01%CMV). Os eretores da coluna, nos exercícios em que os participantes assumiam a posição de prancha, evidenciaram uma menor atividade eletromiográfica do que o reto abdominal, nessas mesmas posições (variando de 4.13% a 8.08% CMV, enquanto o Reto Abdominal varia de 24.64% a 94.01% CMV). De forma semelhante ao que sucedeu com o reto abdominal, não foram encontradas diferenças significativas entre os eretores da coluna do lado direito e esquerdo.

Ao observarmos os resultados deste estudo podemos ver que há um aumento da atividade muscular quando mudamos as características da superfície de contacto, isto é, quando criamos instabilidades, quer a nível do membro superior (com os discos e bolas), quer a nível de membro inferior (com o TRX) ou em ambos os membros. A musculatura do tronco é importante para poder garantir e proteger a integridade vertebral, e o excesso de rotação durante o trabalho isométrico. Como tal, poderá provocar um aumento da atividade eletromiográfica por haver uma maior necessidade de estabilidade para prevenir ou resistir a perturbações (Snarr e Esco, 2014). Durante a prancha, ou exercícios cuja base é a prancha, a pelve e a coluna estão a sofrer efeitos da força da gravidade, provocando

extensão do tronco e rotação pélvica, mas devido ao trabalho isométrico do Reto Abdominal a força da gravidade é contrariada, de modo a conseguir manter-se numa posição neutra (Escamilla, et al., 2010). Os eretores da coluna são ativados para manter a posição de prancha, assim como a co-contracção com os músculos anteriores para prevenir a rotação e extensão do tronco (Snarr e Esco, 2014). No entanto, estes músculos não apresentam valores significativos referentes à atividade eletromiográfica, podendo ter como motivo, não serem agonistas deste tipo de exercício (Imai, et al., 2010).

Quando fazemos a prancha em superfícies instáveis, vamos estar a provocar mais perturbações do que no solo, o que indica que haverá uma maior atividade dos músculos estabilizadores do tronco e sinergistas de modo a manter o tronco alinhado (Snarr e Esco, 2014), podendo ser visto isso neste estudo, em que há um notório aumento da ativação muscular quando comparamos a prancha 1, que é prancha no solo, a qualquer outra prancha efetuada em superfícies instáveis. Quando comparamos a prancha 1 com a prancha 6, em praticamente todos os músculos estudados, apresentam diferenças significativas, havendo maior ativação muscular na prancha 6, sendo esta executada com as mãos apoiadas nas bolas e os pés no TRX.

Outros estudos comparam a ativação destes músculos, os eretores da coluna e o reto abdominal, em superfícies instáveis, mas utilizando outros exercícios como: push up, supine bridge, e outras variações da prancha, não abordadas neste estudo.

McGill e Karpowicz (2009) analisaram vários exercícios para verificar quais ativavam mais os eretores da coluna e reto abdominal. Um desses exercícios era a prancha lateral, que de seguida passava para a prancha e por fim voltava para a prancha lateral contra lateral. Na posição de prancha lateral apresentava uma maior ativação do eretor da espinha do lado que a prancha estava a ser executada. Quando havia o rolamento para a posição de prancha o reto abdominal aumentava a sua atividade, e havia uma diminuição na atividade dos eretores da coluna. Porém não foi como objetivo do presente estudo avaliar a prancha lateral.

Outro estudo em que abordaram mais variações da posição de prancha e da prancha supinada (posição de decúbito dorsal, joelhos fletidos, pés apoiados no chão, braços ao longo do corpo e elevação da pelve), os autores concluíram que a prancha é um dos exercícios que recruta mais o reto abdominal, logo a seguir a prancha lateral com uma perna elevada. Os eretores da coluna na posição de prancha apresentam pouca ativação muscular, mas o mesmo não acontece na prancha supinada, em que há uma maior ativação destes músculos (Okubo, et al., 2010). Quando os participantes executam a prancha com

um braço levantado há maior ativação do reto abdominal contra lateral ao braço que foi elevado, de modo a impedir a rotação ipsilateral (Okubo, et al., 2010; Kim, et al., 2016). Após observarmos os resultados destes dois estudos e comparamos com o efetuado, podemos reparar que há uma maior ativação muscular do reto abdominal quando a superfície instável encontra-se no membro superior, e há um maior aumento da atividade muscular dos eretores da coluna quando a superfície instável esta no membro inferior. Por isso, para haver uma maior atividade muscular de ambos os músculos devemos criar instabilidade tanto a nível de membro superior como de membro inferior, como acontece na prancha 5 e na prancha 6 deste estudo.

Durante o push-up com os apoios das mãos em superfícies instáveis, Desai e Marshall (2010) não apresentaram aumento de atividade significativa nos abdominais nem nos extensores do tronco, porém Snarr et al (2013) concluiu que quando usamos superfícies instáveis durante o push up, o reto abdominal é mais ativado, com o objetivo de estabilizar o tronco.

Como limitações deste estudo podemos considerar o reduzido tamanho da amostra, o facto de apenas se ter usado material de instabilidade nos membros superiores e material de suspensão nos membros inferiores, havendo a possibilidade de também fazer o oposto, e um reduzido numero de variações e exercícios.

Conclusão

Este estudo sobre a análise eletromiográfica do exercício de prancha, com diferentes variações de estabilidade, tanto a nível de membro superior como inferior, possibilitou a análise da atividade muscular dos músculos reto abdominal e dos eretores da coluna. Após a apresentação, e discussão dos resultados obtidos, podemos concluir que existem diferenças de valores da atividade muscular dos músculos analisados, e acrescentando as variações de estabilidade estamos a contribuir para essas alterações. Foi possível observar que o reto abdominal foi o mais ativado em todas as posições.

Com a introdução de superfícies instáveis, observa-se um aumento no recrutamento muscular tanto do reto abdominal como dos eretores da coluna, estando relacionado com a manutenção da estabilidade do tronco.

Os resultados deste estudo são relevantes porque permitem perceber que exercício, ou que sequência de exercícios poderão ser utilizados se pretendermos recrutar de forma sequencial a musculatura do core analisada.

Em trabalhos futuros era importante analisar outros músculos durante estas variações do exercício de prancha e também estudar outros exercícios e variações que sejam ainda mais exigentes, recorrendo ou não a superfícies instáveis.

Bibliografia

Akuthota, V. e Nadler, S. (2004) Core Strengthening. *Arch Phys Med Rehabil*, 85(1): pp.86-92.

Anderson, G., Gaetz, M., Holzmann, M. e Twist, P. (2013) Comparison of EMG activity during stable and unstable push-up protocols. *European Journal of Sports Science*, 13(1): pp.37-41.

Behm, D., Leonard, A., Young, W., Bonsey, W. e MacKinnon, S., (2005) Trunk Muscle Electromyographic Activity with Unstable and Unilateral Exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1): pp.193-201.

Behm, D., Drinkwater, E., Willardson, J., e Cowley, P. (2010) The use of instability to train the core musculature. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 35, pp.91–108.

Behm, D., Drinkwater, E., Willardson, J., e Cowley, P. (2011) The Role of Instability Rehabilitative Resistance Training for the Core Musculature. *National Strength and Conditioning Association*, 33(3): pp.72-81.

Behm D. e Colado C. (2012) The effectiveness of resistance training using unstable surfaces and devices for rehabilitation. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, 7(2): pp.226-241.

De Luca, C. (1997) The use of surface electromyography in biomechanics. *Journal of Applied Biomechanics*, 13(2): pp.135-163

Desai, I. e Marshall, P. (2010) Acute Effect of Labile Surfaces During Core Stability Exercises in People With and Without Low Back Pain. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20: pp.1155-1162

Escamilla, R., Lewis, C., Bell, D., Bramblet, G., Daffron, J., Lambert, S., Pecson, A., Imamura, R., Paulos, L. e Andrews, J. (2010) Core muscle activation during Swiss ball and traditional abdominal exercises. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 40(5): 265-276.

- Ekstrom, R., Donatelli, R., e Carp, K. (2007) Electromyographic analysis of core trunk, hip and thigh muscles during 9 rehabilitation exercises. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 37(12): pp.754-762.
- Fischer, L., Belbeck, L., e Dickerson, R. (2010). The influence of providing feedback on force production and within-participant reproducibility during maximal voluntary exertions for the anterior deltoid, middle deltoid, and infraspinatus. *Journal of electromyography and kinesiology*, 20(1), 68-75.
- García-Vaquero, M., Moreside, J., Brontons-Gil, E., Peco-Gonzalez, N. e Vera-Garcia, F. (2012) Trunk muscle activation during stabilization exercises with single and double leg support. *Journal of Electromyography & Kinesiology*, 22: pp.398–406.
- Ghapanchizadeh, H., Ahmad, S., Ishak, A. e Al-quraishi, M. (2017) Review of surface electrode placement for recording electromyography signals. *Biomedical research*, pp 1-7.
- Hermens, J., Freriks, B., Disselhorst-Klug, C., e Rau, G. (2000). Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of electromyography and Kinesiology*, 10(5), 361-374.
- Hibbs, A., Thompson, K., French, D., Hodgson, D. e Spears, I. (2011) Peak and average rectified EMG measures: Which method of data reduction should be used assessing core training exercises?. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 21: pp.102-111.
- Imai, A., Kaneoka, K., Ocubo, Y., Shiina, I., Tatsumura, M., Izumi e S., Shiraki, H. (2010). Trunk Muscle Activity During Lumbar Stabilization Exercises on Both a Stable and Unstable Surface. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 40(6).
- Kendall, P.F, McCreary, E.K. Provance, G.P. Rodgers, M.M and Romani, W.A. (2009). *Músculos: Provas e Funções*. 5ª ed. São Paulo: Manole.
- Kim, S., Kang, M., Kim, E., Seo, E. e Oh, J. (2016) Comparison of EMG activity on abdominal muscle during plank exercise with unilateral and bilateral additional isometric hip adduction. *Journal of Electromyography and Kinesiology*.
- Marques, N., Morcelli, M., Hallal, C. e Gonçalves, M. (2013) EMG activity of trunk stabilizer muscles during Centering Principle of Pilates Method. *Journal of Bodywork & Movement Therapies*, 17: pp.185-191.
- McGill, S. e Karpowicz, A. (2009) Exercises for Spine Stabilization: Motion/Motor Patterns, Stability Progressions, and Clinical Technique. *Physical Med Rehabilitation*, 90: pp. 118-126.

- Norton, K., e Olds, T. (1996). *Anthropometrica: a textbook of body measurements for sports and health courses*. University of New South Wales Press, Sydney, Australia.
- Okubo, Y., Kaneoka, K., Imai, A., Shiina, I., Tatsumura, M., Izumi, S. e Miayakawa, S. (2010) Electromyographic Analysis of Transversus Abdominis and Lumbar Multifidus Using Wire Electrodes During Lumbar Stabilization Exercises. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 40(11): pp.743-750.
- Oliver, G., Stone, A. e Plummer, H. (2010) Electromyographic Examination of Selected Muscle Activation During Isometric Core Exercises. *Clinical Journal Sport Med*, 20(6).
- Snarr, R., Esco, M., Witte, E., Jenkins, C. e Brannan, R. (2013) Electromyographic Activity of Rectus Abdominis during a Suspension Push-Up Compared to Traditional Exercises. *Journal of the American Society of Exercise Physiologists*, 16(3).
- Snarr, R. e Esco, M. (2014) Electromyographical comparison of plank variations performed with and without instability devices. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(11), 3298-3305.
- Van Strien, J. W. (2002). The Dutch Handedness Questionnaire [Em linha]: FSW, Department of Psychology, Erasmus University Rotterdam. [consult. 25 de Março de 2017]. Disponível em <http://hdl.handle.net/1765/956>