



**UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA**

**FCS/ESS**

**LICENCIATURA EM FISIOTERAPIA**

**PROJETO E ESTÁGIO PROFISSIONALIZANTE II**

**Avaliação eletromiográfica dos músculos do ombro em diferentes  
variações da posição *box* e da prancha**

Rúben Filipe Trigo Geraldes  
Escola Superior de Saúde – UFP  
[29322@ufp.edu.pt](mailto:29322@ufp.edu.pt)

Orientador: Sandra Rodrigues  
Docente da Escola Superior de Saúde – UFP  
[sandrar@ufp.edu.pt](mailto:sandrar@ufp.edu.pt)

Co-orientador: Adérito Seixas  
Docente da Escola Superior de Saúde – UFP  
[sandrar@ufp.edu.pt](mailto:sandrar@ufp.edu.pt)

Porto, Junho de 2017

## Resumo

**Objetivo:** O objetivo do presente estudo é comparar a atividade eletromiográfica dos músculos deltóide posterior, deltóide anterior, infraespinhoso e de ambas as porções do peitoral em diferentes variações dos exercícios press-up box e prancha com diferentes níveis de estabilidade. **Metodologia:** Foram avaliados 15 indivíduos com mediana de idades ( $22.00 \pm 2.00$  anos) e mediana do IMC ( $23.41 \pm 3.83$ ). Avaliou-se a atividade eletromiográfica em 6 *box position*, 3 posições de prancha e 3 posições com o auxílio do TRX. **Resultados:** Foram encontradas diferenças significativas na atividade eletromiográfica dos diferentes músculos em cada variação e na atividade de cada músculo nas diferentes variações. Na posição de *box* o valor mais alto foi realizado pelo infraespinhoso (22,10%). Em relação às superfícies instáveis o valor mais alto foi encontrado pelo peitoral porção esternal (32,74%), enquanto nos exercícios em suspensão foi o infraespinhoso (47,09%). Todos os músculos tiveram a maior atividade muscular numa posição de prancha. **Conclusão:** Conclui-se que a adição da instabilidade nas posições de prancha apenas tem um efeito positivo no recrutamento muscular do peitoral, enquanto a passagem para um apoio unilateral apenas resulta no deltóide posterior e no infraespinhoso. Logo nem todos os músculos beneficiam destas variações estudadas. **Palavras-chave:** Eletromiografia, ombro, prancha, superfícies instáveis.

## Abstract

**Objective:** The aim of the present study is to compare the electromyographic activity of the anterior deltoid, posterior deltoid, infra-spinous, pectoralis sternal and clavicular portion during different variations of the box and plank position with different stability levels. **Methodology:** There were evaluated 15 individuals with median age ( $22.00 \pm 2.00$  years) and median body mass index ( $23.41 \pm 3.83$ ). The electromyographic activity was evaluated in 6 box position, 3 plank positions and 3 positions with the help of TRX. **Results:** Statistically significant differences were found for sEMG between different muscles in each variation, and for each muscle across different variations. In the box position the highest value was found in the infra-spinous (22,10%). In relation to unstable surfaces the highest value was found in the pectoral sternal portion (32,74%), meanwhile in the suspended exercises it was the infra-spinous (47,09%). All the muscles had the highest muscular activity in a plank position. **Conclusion:** We concluded that the addition of instability in the plank positions only has a positive effect in the muscular recruitment on the pectorallis, while moving to a unilateral support only works in the posterior deltoid and the infra-spinous. Therefore not all muscles benefit from this variations. **Keywords:** Electromyographic, shoulder, plank, unstable surfaces.

## **Introdução**

O ombro é considerado a articulação com o maior número de movimentos associados, tornando-se assim uma das articulações com maior prevalência de lesões (Gerber e Nyffeler 2002).

Para permanecer estável, o complexo articular do ombro depende de dois mecanismos de estabilização, o dinâmico e o estático. O mecanismo de estabilização dinâmica é obtido através da ação muscular dos músculos em redor do ombro, nomeadamente da coifa dos rotadores. Por outro lado, o mecanismo de estabilização estático é conseguido através do rebordo glenoideu e dos ligamentos glenoumerais (Correia, 2012).

O sistema muscular do ombro possui então uma função ativa na estabilidade dinâmica do membro superior (Veeger e Helm, 2007), sendo o seu fortalecimento essencial em programas de reabilitação do ombro, nomeadamente através de exercícios executados em cadeia cinética fechada (McMullen e Uhl, 2000).

Um dos exercícios mais comuns na reabilitação do ombro é a prancha e todas as suas variações (Herrington, Waterman, e Smith 2015). A prancha é um exercício em cadeia cinética fechada, sendo um dos principais músculos ativados o peitoral maior (Gouvali e Boudolos, 2005). As vantagens deste exercício são o ganho de massa muscular, estimulação da propriocektividade e do controlo neuromuscular. Para além disso promove a co-ativação dos músculos estabilizadores e reparte igualmente as forças compressivas pela articulação do ombro (Tucker et al., 2008). O exercício da prancha vai ter todos estas vantagens, mas a sua intensidade vai depender, segundo Snarr e Esco (2013), da distância entre o corpo e o solo, ou seja, quanto menor a distância for (10cm aproximadamente) maior será a intensidade e por consequência maior será a ativação muscular.

Nas suas variações é usual a utilização de superfícies instáveis, o que poderá incitar uma maior ativação muscular, necessária para a estabilização dinâmica e para a propriocektividade (Behm et al., 2005). De acordo com Contreras et al. (2012), se juntarmos componentes que provocam instabilidade ao exercício da prancha, tais como tábuas de bambu, BOSUs e bolas suíças podemos aumentar a atividade muscular dos músculos do ombro. Outra alternativa a estes exercícios, segundo Snarr e Esco (2013), é o uso da prancha tradicional com suspensão, recorrendo ao uso de equipamento como o TRX por exemplo. Estes exercícios, com graus acrescidos de dificuldade, poderão induzir uma maior ativação muscular para a sua conclusão

(Beach et al., 2008), isto porque o corpo suspenso no ar tem de vencer a resistência da força da gravidade. No entanto, estudos que avaliam a ativação muscular apenas demonstraram o aumento da atividade muscular em superfícies instáveis no tríceps, sendo que no peitoral maior por exemplo não ocorreram alteração na sua ativação (Lehman et al., 2006). Algumas das sugestões encontradas na literatura acerca do treino em suspensão é que na porção clavicular do grande peitoral e do deltóide anterior não iria haver alterações no recrutamento muscular (Lehman et al., 2006).

Neste sentido, o objetivo do presente estudo é comparar a atividade eletromiográfica dos músculos deltóide posterior, deltóide anterior, infraespinhoso e de ambas as porções do grande peitoral em diferentes variações dos exercícios press-up box e prancha com diferentes níveis de estabilidade

## Metodologia

Para dar resposta aos objetivos foi implementado um estudo quase-experimental no Edifício das Clínicas Pedagógicas da Universidade Fernando Pessoa, após aprovação da Comissão de Ética da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade Fernando Pessoa.

## Participantes

A tabela seguinte é referente à caracterização da amostra, relativamente à idade, índice de massa corporal (IMC) e percentual dos participantes por género e preferência lateral.

Tabela 1 - Descrição da amostra, valores relativos à mediana e distância interquartílica das idades e IMC dos participantes e à distribuição percentual dos participantes por género e preferência lateral.

<b>Idade (anos)</b>	22.00±2.00
<b>IMC (Kg/m<sup>2</sup>)</b>	23.41±3.83
<b>Género</b>	73,33% sexo masculino / 26,67% participantes do sexo feminino
<b>Preferência Manual</b>	86,66% participantes destrímanos / 13,34% participantes sinistrómanos

Voluntariaram-se para participar no estudo 15 participantes (11 do sexo masculino e 4 do sexo feminino) que se enquadravam nos seguintes critérios de inclusão: adultos jovens com

idades compreendidas entre os 18 e 35. Constituíram critérios de exclusão indivíduos com lesões atuais e/ou com diagnóstico de patologias nos membros superiores e/ou coluna; que referenciassem sintomatologia álgica nos últimos 7 dias; que tivessem recorrido a medicação (AINES ou relaxantes musculares) em igual período; com patologias metabólicas, cardíacas, epilepsia, neurológicas e cardiorrespiratória (Herrington, Watermon e Smith, 2015).

## Instrumentos

Recorreu-se á eletromiografia de superfície para a análise da atividade mioelétrica, sendo utilizados elétrodos de conexão metálica standard Ag/Cl, algodão, lâminas para tricotomia, álcool, gaze e fita milimétrica. Foram também incluídos duas bolas pequenas de borracha (Figura 1.1), dois discos de borracha instáveis (Figura 1.2), colchão de apoio, balança (Tanita), computador, estadiómetro, cronómetro e uma mala antropométrica. Para a aquisição dos dados utilizou-se o bioPLUXresearch, sendo um equipamento que recolhe e digitaliza o sinal proveniente dos sensores colocados na pele. Os seus canais têm 12 bit e uma frequência da amostragem de 1000 Hz, sendo o seu processamento realizado offline através do software MATLAB® (The MathWorks Inc., Natick, MA) 2015a.

O Questionário Internacional da Atividade Física (IPAQ) foi realizado de modo a entendermos o tipo de atividade física realizada por cada um dos participantes e o tempo que cada um gasta no seu quotidiano. Segundo Matsudo et al. (2012) todos os participantes foram considerados como regularmente ativos. Para identificar o membro superior dominante de cada participante foi utilizado o Questionário de Preferência Lateral de Van Strien (2002).



Figura 1.1



Figura 1.2

Figura 1. Material de instabilidade usado nas variações da *box position* e da prancha

## Procedimento

Todos os participantes foram convidados a preencher o formulário do 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 participação no estudo, sem que daí

decorresse qualquer tipo de prejuízo pessoal. Foram também garantidos a confidencialidade e anonimato dos dados, 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 serão mantidos apenas até que ao fim da investigação, sendo posteriormente destruídos. O procedimento dividiu-se em 4 fases distintas: sendo a primeira a recolha dos dados para a caracterização da amostra, a segunda o posicionamento dos elétrodos, a terceira a recolha de dados de contração máxima voluntária para se proceder à normalização dos dados eletromiográficos dos músculos em estudo e por último a realização das diferentes variações da *box* e da prancha.

Na primeira fase recolheu-se as características antropométricas de cada indivíduo, nomeadamente peso e altura, pregas cutâneas (bíceps, tríceps, subescapular, supra-espinal, supra-íliaca, abdominal, coxa e gastrocnémio), perímetros (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, permitindo assim assegurar a uniformidade da amostra (Norton e Olds, 1996). Foi também solicitado a cada participante que preenchesse o questionário de caracterização da amostra, com questões relativas aos critérios de elegibilidade e a dados sócio-demográficos. Numa segunda fase procedeu-se à tricotomia dos pêlos e a limpeza da pele com gaze e álcool de forma a diminuir a bioimpedância dos tecidos (Hermens, Freriks, Disselhorst-Klug e Rau, 2000). Os elétrodos foram colocados nos seguintes músculos: Deltoide anterior, deltóide posterior, infraespinhoso, peitoral porção clavicular e peitoral porção esternal. No deltóide anterior os elétrodos foram posicionados 2 a 3 dedos abaixo do processo acromial na direção das fibras musculares (Pontillo et al, 2007); O posicionamento no deltóide posterior foi 3 dedos abaixo do ângulo posterior do acrómio, na direção das fibras musculares (Pontillo et al., 2007). Por sua vez os elétrodos do infraespinhoso foram posicionados a meia distância entre a espinha e o ângulo inferior da omoplata, sendo colocada 2 cm lateralmente do bordo medial da omoplata (Pontillo, 2007). Em relação ao peitoral maior foi dividido em porção clavicular e esternal. Para a porção clavicular o posicionamento foi 4 dedos abaixo da clavícula e medialmente ao bordo axilar anterior (Herrington e Horsley, 2009). Enquanto na porção esternal colocou-se 4 dedos abaixo da articulação esternoclavicular (Herrington e Horsley, 2009).

Numa terceira fase seguiu-se o protocolo de recolha de dados relativos à contração máxima voluntária (CMV) para normalização dos dados eletromiográficos, avaliando 5 músculos individualmente solicitando uma CMV com 6 segundo de duração, utilizando o protocolo do teste muscular manual de Kendall et al. (2009).

Numa última fase procedeu-se à explicação do procedimento necessário para a realização das diferentes variações dos exercícios de *Box* e Prancha, correspondendo a posição de box a 6 variações com diferentes níveis de estabilidade e de apoio de membros superiores e a posição de prancha a 6 variações também elas correspondentes a diferentes níveis de estabilidade e apoio. Cada variação deveria ser mantida durante 10 segundos, com 30 segundos de repouso entre variações. A ordem dos exercícios foi aleatória, sendo diferente em cada um dos participantes (Herrington, Waterman, e Smith 2015). Cada participante foi também informado que deveria manter a articulação gleno-umeral a 90° de flexão e as mãos em posição neutra com os cotovelos em máxima extensão e a cabeça em posição neutra (Herrington, Waterman, e Smith 2015). Para cada uma das posições de teste apenas se cronometrou o exercício a partir do momento em que o participante adquiriu estabilidade. As 6 variações do exercício *Box* são as seguintes: *Box1* (figura 2.1) mãos e joelhos apoiados no solo; *Box2* (figura 2.2), nesta variação realiza-se o apoio apenas com o membro superior dominante; *Box3* (figura 2.3) com apoio bilateral das mãos em cima de dois discos; *Box4* (figura 2.4), utilizando apenas o membro superior dominante em cima de um disco; *Box5* (figura 2.5), apoio bilateral das mãos em cima de duas bolas e *Box6* (figura 2.6), encontrava-se apenas o membro superior dominante em cima de uma bola. As 6 variações do exercício Prancha são as que a seguir se descrevem: Prancha1 (figura 2.7), nesta variação não há apoio de joelhos, mas sim apoio nos pés, bem como apoio bilateral das mãos no solo; Prancha2 (figura 2.8), há apoio bilateral das mãos em dois discos; Prancha3 (figura 2.9), há apoio bilateral das mãos em duas bolas. Nas posições com o TRX temos: Prancha4 (figura 2.10), nesta variação os pés estão apoiados no TRX e as mãos no solo, em apoio bilateral; Prancha5 (figura 2.11), o apoio das mãos é feito em dois discos; Prancha6 (figura 2.12), o apoio das mãos é feito sobre duas bolas.

As recolhas foram todas realizadas pelo mesmo avaliador de modo a padronizar todos os procedimentos. Os dados provenientes da actividade eletromiográfica foram inicialmente filtrados com um filtro de banda com frequência de corte de 10 a 350 Hz, buterworth, sendo posteriormente removida a constante do sinal e ajustada a unidade de medida para milivolts, recorrendo então ao cálculo do valor eficaz. O procedimento para identificação da contração máxima voluntária foi realizado através do protocolo de Fischer, Belbeck e Dickerson (2010).

Estes dados da atividade eletromiográfica de cada músculo, nos diferentes exercícios, foram normalizados relativamente à sua contração máxima voluntária, encontrando-se os valores expressos em percentagem.



Figura 2.1



Figura 2.2



Figura 2.3



Figura 2.4



Figura 2.5



Figura 2.6



Figura 2.7



Figura 2.8



Figura 2.9



Figura 2.10



Figura 2.11

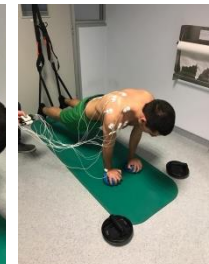


Figura 2.12

Figura 2. Imagens relativas ao procedimento em cada uma das variações propostas para os exercícios de box e prancha

### Procedimentos estatísticos

A análise de dados foi efetuada através do software de análise estatística IBM SPSS® 23 para o Windows. Através da estatística descritiva (mediana e distância interquartilica) fez-se a caracterização da amostra e das variáveis em estudo. Para verificar se a distribuição das variáveis seguia uma distribuição normal recorreu-se ao teste Shapiro-Wilk e tendo em conta o resultado foram utilizados os testes não paramétricos para um  $\alpha$  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 by ranks*.

## Resultados

Na tabela 2 são apresentados os resultados da comparação da atividade eletromiográfica dos músculos deltóide posterior, deltóide anterior, infraespinhoso e de ambas as porções do peitoral maior nos diferentes exercícios avaliados.

Tabela 2 - Valores da mediana e da distância interquartílica para cada músculo nas diferentes variações, expressos em percentual da CMV e respetivo valor de *p*, referente ao teste de *Friedman two way analysis of variance by ranks*.

	Deltóide Anterior	Deltóide Posterior	Infraespinhoso	Peitoral porção Clavicular	Peitoral porção Esternal	( <i>p</i> )
Box1	7,10 (±7,39)	1,12 (±1,36)	6,83 (±13,17)	4,78 (±7,46)	6,06 (±5,81)	< 0,01*
Box2	12,83 (±15,72)	6,81 (±5,45)	22,10 (±17,97)	2,30 (±3,48)	3,31 (±3,95)	< 0,01*
Box3	2,11 (±8,16)	1,75 (±2,20)	6,41 (±7,15)	8,70 (±7,85)	15,91 (±4,83)	< 0,01*
Box4	2,30 (±6,68)	4,72 (±8,62)	6,57 (±7,09)	7,63 (±14,12)	14,29 (±11,24)	< 0,01*
Box5	3,15 (±9,52)	1,28 (±2,05)	7,61(±6,35)	8,91 (±8,11)	10,04 (±6,01)	< 0,01*
Box6	3,43 (±10,68)	4,72 (±8,29)	13,22 (±11,35)	9,16 (±9,79)	15,02 (±7,95)	< 0,01*
Prancha1	33,70 (±27,84)	5,51 (±8,52)	31,85 (±26,70)	7,95 (±20,72)	7,39 (±11,77)	< 0,01*
Prancha2	19,20 (±17,42)	3,01 (±2,49)	22,92 (±13,94)	26,25 (±45,91)	32,27 (±21,14)	< 0,01*
Prancha3	22,32 (±13,35)	2,64 (±4,35)	26,68 (±12,21)	28,12 (±26,51)	32,74 (±21,13)	< 0,01*
Prancha4	39,47 (±26,37)	8,24 (±7,77)	47,09 (±35,81)	20,77 (±18,64)	14,47 (±26,74)	< 0,01*
Prancha5	26,91 (±22,86)	5,55 (±4,80)	39,62 (±41,85)	33,84 (±34,92)	36,79 (±14,95)	< 0,01*
Prancha6	26,44 (±18,91)	3,93 (±7,55)	45,07 (±41,47)	34,47 (±48,87)	30,39 (±22,46)	< 0,01*
( <i>p</i> )	< 0,01*	< 0,01*	< 0,01*	< 0,01*	< 0,01*	

\*representa significância

### Comparação global da ativação eletromiográfica

A tabela 2 mostra a comparação da atividade eletromiográfica de cada músculo nos diferentes exercícios. Observou-se os valores relativos à percentagem da CMV (contração máxima voluntária) dos músculos deltóide anterior, deltóide posterior, infraespinhoso, peitoral porção clavicular e esternal nas 12 posições referidas anteriormente. Em relação ao deltóide anterior a prancha 4 foi onde se verificou uma maior atividade (39,47%) e a *box* 3 foi a que menos ativou o deltóide anterior (2,11%). No deltóide posterior observou-se maior atividade na prancha 4 (8,24%) e na *box* 1 a menor atividade (1,12%). A maior atividade desencadeada no infraespinhoso foi na prancha 4 (47,09%) e a menor na *box* 3 (6,41%). No peitoral na porção clavicular verificou-se a maior atividade muscular na prancha 6 (34,47) e a menor na *box* 2 (2,30%). Pelo contrário no peitoral porção esternal a maior atividade foi encontrada na

prancha 5 (36,79%) e tal como na porção clavicular a menor atividade encontrou-se na *box* 2 (3,31%). Em confirmação das pré-concessões empíricas, em todos os músculos a maior atividade muscular foi encontrada numa posição de prancha e a menor atividade muscular numa posição de *box*, devido ao maior grau de dificuldade de uma posição de prancha, quando comparado a uma posição de *box*. Todas as diferenças referenciadas foram estatisticamente significativas.

Da observação da tabela 3 é possível aferir a comparação para-a-par relativa à ativação eletromiográfica, sendo esta análise feita músculo a músculo.

Tabela 3 - Valores referentes à comparação para a par por músculo avaliado, relativos ao Teste de *Friedman two way analysis of variance by ranks*, para valores de significância  $p \leq 0,05$

<b>Ativação Muscular Entre Exercícios</b>	<b>(p) <math>\leq 0.05</math></b>	<b>Ativação Muscular Entre Exercícios</b>	<b>(p) <math>\leq 0.05</math></b>	<b>Ativação Muscular Entre Exercícios</b>	<b>(p) <math>\leq 0.05</math></b>
<b>Deltóide Anterior</b>		<b>Infraespinhoso</b>		<b>Peitoral Porção Esternal</b>	
<i>Box</i> 1/Prancha1	0.002	<i>Box</i> 1/Prancha1	(p) $\leq 0.01$	<i>Box</i> 1/ <i>Box</i> 4	0.008
<i>Box</i> 1/Prancha4	(p) $\leq 0.01$	<i>Box</i> 1/Prancha4	(p) $\leq 0.01$	<i>Box</i> 1/ <i>Box</i> 6	0.012
<i>Box</i> 1/Prancha5	0.012	<i>Box</i> 1/Prancha5	(p) $\leq 0.01$	<i>Box</i> 1/Prancha2	(p) $\leq 0.01$
<i>Box</i> 1/Prancha6	0.004	<i>Box</i> 1/Prancha6	(p) $\leq 0.01$	<i>Box</i> 1/Prancha3	(p) $\leq 0.01$
<i>Box</i> 2/Prancha1	0.036	<i>Box</i> 3/Prancha1	(p) $\leq 0.01$	<i>Box</i> 1/Prancha4	0.006
<i>Box</i> 2/Prancha4	0.001	<i>Box</i> 3/Prancha2	0.014	<i>Box</i> 1/Prancha5	(p) $\leq 0.01$
<i>Box</i> 3/Prancha1	(p) $\leq 0.01$	<i>Box</i> 3/Prancha3	0.002	<i>Box</i> 1/Prancha6	(p) $\leq 0.01$
<i>Box</i> 3/Prancha2	0.004	<i>Box</i> 3/Prancha4	(p) $\leq 0.01$	<i>Box</i> 2/ <i>Box</i> 4	0.011
<i>Box</i> 3/Prancha3	0.002	<i>Box</i> 3/Prancha5	(p) $\leq 0.01$	<i>Box</i> 2/ <i>Box</i> 6	0.016
<i>Box</i> 3/Prancha4	(p) $\leq 0.01$	<i>Box</i> 3/Prancha6	(p) $\leq 0.01$	<i>Box</i> 2/Prancha2	(p) $\leq 0.01$
<i>Box</i> 3/Prancha5	(p) $\leq 0.01$	<i>Box</i> 4/Prancha1	(p) $\leq 0.01$	<i>Box</i> 2/Prancha3	(p) $\leq 0.01$
<i>Box</i> 3/Prancha6	(p) $\leq 0.01$	<i>Box</i> 4/Prancha3	0.038	<i>Box</i> 2/Prancha4	0.009
<i>Box</i> 4/Prancha1	(p) $\leq 0.01$	<i>Box</i> 4/Prancha4	(p) $\leq 0.01$	<i>Box</i> 2/Prancha5	(p) $\leq 0.01$
<i>Box</i> 4/Prancha2	0.020	<i>Box</i> 4/Prancha5	(p) $\leq 0.01$	<i>Box</i> 2/Prancha6	(p) $\leq 0.01$
<i>Box</i> 4/Prancha3	0.011	<i>Box</i> 4/Prancha6	(p) $\leq 0.01$	<i>Box</i> 5/Prancha2	0.003
<i>Box</i> 4/Prancha4	(p) $\leq 0.01$	<i>Box</i> 5/Prancha1	(p) $\leq 0.01$	<i>Box</i> 5/Prancha3	0.004
<i>Box</i> 4/Prancha5	(p) $\leq 0.01$	<i>Box</i> 5/Prancha3	0.029	<i>Box</i> 5/Prancha5	(p) $\leq 0.01$
<i>Box</i> 4/Prancha6	(p) $\leq 0.01$	<i>Box</i> 5/Prancha4	(p) $\leq 0.01$	<i>Box</i> 5/Prancha6	(p) $\leq 0.01$
<i>Box</i> 5/Prancha1	(p) $\leq 0.01$	<i>Box</i> 5/Prancha5	(p) $\leq 0.01$	Prancha1/Prancha2	0.001
<i>Box</i> 5/Prancha2	0.048	<i>Box</i> 5/Prancha6	(p) $\leq 0.01$	Prancha1/Prancha3	0.001
<i>Box</i> 5/Prancha3	0.027	<i>Box</i> 6/Prancha1	0.026	Prancha1/Prancha5	(p) $\leq 0.01$
<i>Box</i> 5/Prancha4	(p) $\leq 0.01$	<i>Box</i> 6/Prancha4	(p) $\leq 0.01$	Prancha1/Prancha6	(p) $\leq 0.01$
<i>Box</i> 5/Prancha5	(p) $\leq 0.01$	<i>Box</i> 6/Prancha5	0.004		
<i>Box</i> 5/Prancha6	(p) $\leq 0.01$	Prancha2/Prancha4	0.038		
<i>Box</i> 6/Prancha1	0.001				
<i>Box</i> 6/Prancha4	(p) $\leq 0.01$	<b>Peitoral Porção Clavicular</b>			
<i>Box</i> 6/Prancha5	0.004				
<i>Box</i> 6/Prancha6	0.002				

		<i>Box1/Prancha2</i>	(p) ≤0.01		
		<i>Box1/Prancha3</i>	(p) ≤0.01		
		<i>Box1/Prancha4</i>	0.002		
<b>Deltóide Posterior</b>		<i>Box1/Prancha5</i>	(p) ≤0.01		
		<i>Box1/Prancha6</i>	(p) ≤0.01		
<i>Box1/Box2</i>	(p) ≤0.01	<i>Box2/Prancha2</i>	(p) ≤0.01		
<i>Box1/Box4</i>	0.010	<i>Box2/Prancha3</i>	(p) ≤0.01		
<i>Box1/Box6</i>	(p) ≤0.01	<i>Box2/Prancha4</i>	(p) ≤0.01		
<i>Box1/Prancha1</i>	(p) ≤0.01	<i>Box2/Prancha5</i>	(p) ≤0.01		
<i>Box1/Prancha4</i>	(p) ≤0.01	<i>Box2/Prancha6</i>	(p) ≤0.01		
<i>Box1/Prancha5</i>	(p) ≤0.01	<i>Box3/Prancha2</i>	0.043		
<i>Box1/Prancha6</i>	(p) ≤0.01	<i>Box3/Prancha5</i>	(p) ≤0.01		
<i>Box3/Box 2</i>	0.008	<i>Box3/Prancha6</i>	0.001		
<i>Box3/Prancha1</i>	0.018	<i>Box5/Prancha2</i>	0.009		
<i>Box3/Prancha4</i>	0.001	<i>Box5/Prancha3</i>	0.029		
<i>Box3/Prancha6</i>	0.046	<i>Box5/Prancha5</i>	(p) ≤0.01		
<i>Box5/Box2</i>	(p) ≤0.01	<i>Box5/Prancha6</i>	(p) ≤0.01		
<i>Box5/Box6</i>	0.001	<i>Box6/Prancha6</i>	0.001		
<i>Box5/Prancha1</i>	(p) ≤0.01	Prancha1/Prancha5	0.001		
<i>Box5/Prancha4</i>	(p) ≤0.01	Prancha1/Prancha6	0.002		
<i>Box5/Prancha5</i>	0.003	Prancha4/Prancha5	0.004		
<i>Box5/Prancha6</i>	0.001				
Prancha2/Prancha4	0.026				
Prancha3/Prancha4	0.0014				

### Ativação muscular entre exercícios

Da observação da ativação eletromiográfica por músculo analisado, tendo em conta os diferentes exercícios propostos, é possível observar no deltóide anterior (consultar tabela 3) que apenas existem diferenças significativas entre exercícios *box* e prancha, nunca existindo significância entre *box/box* ou prancha/prancha. Em relação ao deltóide posterior, já se observa uma situação diferente, uma vez que existe significância em todas as possibilidades, isto é, *box/box*, *box/prancha* e prancha/prancha. Além disso o deltóide posterior é também o músculo com menor número de exercícios com diferenças significativas entre si. De seguida no infraespinhoso, existem diferenças significativas apenas entre exercícios *box/prancha* e um único caso entre prancha/prancha. No infraespinhoso não se encontrou nenhum caso de significância entre duas posições de *box*. Em relação ao peitoral, as duas porções variam, sendo que a porção clavicular apenas apresenta significância entre *box/prancha* e prancha/prancha, enquanto que na porção esternal, tal como no deltóide posterior possui semelhanças em todas as alternativas, ou seja, *box/box*, *box/prancha* e prancha/prancha.

Da observação da tabela 4 é possível aferir os resultados das comparações par a par, tendo em conta a análise por exercício proposto.

Tabela 4: Valores referentes à comparação para a par por exercício proposto, relativos ao Teste de *Friedman two way analysis of variance by ranks*, para valores de significância  $p \leq 0,05$ .

<b>Ativação muscular em cada exercício</b>	<b>(p) <math>\leq 0.05</math></b>	<b>Ativação muscular em cada exercício</b>	<b>(p) <math>\leq 0.05</math></b>
<b>Box1</b>		<b>Prancha1</b>	
DP/PE	0.009	DP/DA	(p) $\leq 0.01$
DP/IE	0.001	DP/IE	(p) $\leq 0.01$
DP/DA	(p) $\leq 0.01$	PE/IE	0.009
<b>Box2</b>		PE/DA	0.006
PC/DA	0.004	PC/IE	0.048
PC/IE	(p) $\leq 0.01$	PC/DA	0.034
PE/IE	0.001	<b>Prancha2</b>	
DP/IE	0.029	DP/IE	0.002
<b>Box3</b>	(p) $\leq 0.01$	DP/DA	0.001
DP/PE	(p) $\leq 0.01$	DP/PE	(p) $\leq 0.01$
DP/PC	(p) $\leq 0.01$	DP/PC	(p) $\leq 0.01$
DA/PE		<b>Prancha3</b>	
<b>Box4</b>		DP/DA	0.009
DA/PE	(p) $\leq 0.01$	DP/IE	0.003
DP/PE	0.020	DP/PE	(p) $\leq 0.01$
<b>Box5</b>		DP/PC	(p) $\leq 0.01$
DP/IE	0.003	<b>Prancha4</b>	
DP/PC	0.002	DP/DA	0.001
DP/PE	(p) $\leq 0.01$	DP/IE	(p) $\leq 0.01$
<b>Box6</b>		<b>Prancha5</b>	
Não apresenta nenhuma diferença significativa		DP/DA	0.003
		DP/PE	(p) $\leq 0.01$
		DP/PC	(p) $\leq 0.01$
		DP/IE	(p) $\leq 0.01$
		<b>Prancha6</b>	
		DP/DA	0.008
		DP/PC	0.001
		DP/PE	(p) $\leq 0.01$
		DP/IE	(p) $\leq 0.01$

**Legenda:** DA – Deltóide Anterior; DP – Deltóide Posterior; IE – Infraespinhoso; PC – Peitoral porção Clavicular; PE – Peitoral porção Esternal

#### **Atividade muscular em cada exercício**

Como se pode observar a tabela 4 apresenta as principais diferenças encontradas entre músculos em cada uma das 12 variações. Na *box 1* encontrou-se diferenças significativas no deltóide posterior quando comparado com o infraespinhoso, com o deltóide anterior e com o

peitoral porção esternal. Na *box* 2 existem diferenças no infraespinhoso quando comparado com o peitoral porção clavicular e esternal, e com o deltóide posterior, além disso existem também diferenças entre o deltóide anterior e o peitoral porção clavicular. Retativamente à *box* 3, observa-se diferenças entre o deltóide posterior e o peitoral porção clavicular e quando se compara o peitoral porção esternal com o deltóide anterior e com o deltóide posterior. Na *box* 4 apenas se encontra diferenças entre a porção esternal do peitoral com ambos os deltóides (anterior e posterior). A *box* 5 tem diferenças entre o deltóide posterior e ambas as porções do peitoral e com o infraespinhoso. Em relação á *box* 6 é a única variação realizada a não apresentar nenhuma diferença significativa entre músculos. A prancha 1 é a variação que apresenta um maior número de diferenças entre músculos, sendo que o deltóide posterior e ambas as porções do peitoral possuem cada um deles diferenças significativas com o deltóide anterior e com o infraespinhoso. Em relação às pranchas 2, 3, 5 e 6 em todas se verifica diferenças entre o deltóide posterior e os restantes músculos. Por último a prancha 4 apresenta diferenças do deltóide posterior, quer com o deltóide anterior quer com o infraespinhoso.

## **Discussão**

Este estudo teve como objetivo comparar a atividade eletromiográfica dos músculos deltóide posterior, deltóide anterior, infraespinhoso e de ambas as porções do peitoral em diferentes variações dos exercícios press-up *box* e prancha com diferentes níveis de estabilidade.. Os músculos avaliados foram o deltóide anterior, deltóide posterior, infraespinhoso, peitoral porção clavicular e peitoral porção esternal. Os níveis de CMV durante o recrutamento muscular dividem-se em quatro categorias: atividade baixa (<20%), moderada (20-40%), intensa (41-60%) e muito intensa (>60%) de acordo com Uhl et al. (2003). Aplicando esta classificação aos resultados obtidos neste estudo percebe-se que no caso do deltóide anterior em 7 dos exercícios obteve-se atividade baixa e em 5 uma atividade moderada. Em relação ao deltóide posterior, foi o músculo que obteve os resultados mais baixos de %CVM, apresentando 100% dos valores como exercícios de atividade baixa. Por sua vez o infraespinhoso foi o músculo que obteve os melhores resultados, tendo 5 exercícios de atividade baixa, 5 exercícios de atividade moderada e sendo o único a ter exercícios de atividade intensa, quer na prancha 4, quer na prancha 6. No caso do peitoral porção clavicular apresentou 7 exercícios de atividade baixa e 5 de atividade moderada e no peitoral porção esternal encontrou-se 8 de atividade baixa e 4 de atividade moderada. Em relação aos

exercícios que apresentam a maior e a menor atividade de cada músculo vê-se algumas semelhanças. Por exemplo no caso do deltóide anterior, deltóide posterior e infraespinhoso, a variação que obteve maior atividade muscular foi a prancha 4. Enquanto que tanto o deltóide anterior como o infraespinhoso têm a menor atividade na *box* 3. Por último ambas as porções do peitoral apresentam como menor atividade muscular a *box* 2. De acordo com Uhl et al. (2003), quando existe uma progressão da posição de *box* para uma posição de prancha sucede um aumento significativo da atividade muscular do peitoral maior, do infraespinhoso e do deltóide anterior. Isto acontece devido ao aumento das forças que agem sobre o ombro, como resultado do afastamento do centro de massa da base distal de suporte (Suprak et al., 2011). Muito pelo contrário a atividade do deltóide posterior diminui quando se adota a posição de prancha, por ser uma variação com maior estabilidade não necessitando tanto da sua ativação (Uhl et al., 2003). Os resultados do presente estudo corroboram os resultados dos autores acima citados, uma vez que a atividade do peitoral variou entre os valores de 4,78% e 15,91% nas posições de *box* bilateral, enquanto que na prancha bilateral variou entre os 7,39% e os 32,74%. Já o deltóide anterior teve valores entre os 2,11% e os 7,10% na *box* e entre os 19,20% e 33,70% em prancha, ou seja na posição de prancha existia sempre um valor superior de recrutamento muscular quando comparado com a posição *box*. Em todos os músculos a maior atividade muscular foi encontrada numa posição de prancha e a menor atividade muscular numa posição de *box*, devido ao maior grau de dificuldade de uma posição de prancha, quando comparado a uma posição de *box*. Por último o infraespinhoso foi dos que obteve maiores aumentos de atividade muscular passando de valores entre 6,41% e 6,83% para resultados que variam entre os 22,92% e os 31,85%. Este aumento pode ser explicado pelo facto do infraespinhoso fazer parte da coifa dos rotadores que são importantes na estabilização dinâmica da glenoumeral (Uhl et al., 2003). Em relação às diferenças da ativação muscular entre a posição de *box* com apoio bilateral das mãos e com apoio unilateral, Uhl et al. (2003) diz que existe um aumento desta atividade no deltóide posterior e no infraespinhoso, acontecendo porque estes músculos têm de realizar a estabilização com menos pontos de suporte, sendo obrigados a um maior recrutamento muscular. Além disso têm de manter o tronco paralelo ao solo, durante o movimento em que se retira o membro superior não dominante do chão (Uhl et al., 2003). Uma vez mais os resultados encontrados estão de acordo com os resultados citados, uma vez que ambos os músculos tiveram sempre aumentos da atividade muscular na transição entre *box* bilateral e *box* unilateral. No deltóide posterior o maior aumento ocorreu entre a *box* 1 e a *box* 2 passando de 1,12% para 6,81%, acontecendo o mesmo no infraespinhoso mas com um aumento mais significativo, passando de 6,83% para

22,10%. No que toca à introdução de superfícies instáveis pode-se referir que segundo Pontillo et al. (2007) existe uma ligação direta entre esta componente e a diminuição da atividade muscular do infraespinhoso. Pelo contrário, Sandhu et al. (2008) reportaram que as superfícies instáveis aumentaram o recrutamento muscular do peitoral maior, tal como no presente estudo. Na transição para uma superfície instável houve sempre o aumento da atividade muscular no peitoral maior, tendo ocorrido a maior diferença entre a prancha 1, com apoio no solo, (7,39%) e a prancha 3, com apoio nas bolas (32,74%) na porção esternal. Já o infraespinhoso diminuiu sempre o seu recrutamento muscular com a adesão de superfícies instáveis. Desenvolveu-se então uma sequência de progressões para cada um dos músculos analisados. Uma vez que neste estudo existe um total de 12 progressões optou-se por organizar as sequências em atividades de intensidade baixa, moderada e alta. No músculo deltóide anterior para uma intensidade baixa estão enquadrados todos os exercícios da *box* e a prancha 2. De seguida nas actividades de intensidade moderada encontram-se os restantes exercícios da prancha. O deltóide posterior é o único músculo em estudo que apenas teve exercícios de intensidade baixa. O infraespinhoso por sua vez é o único que tem exercícios de intensidade alta. Na reabilitação do infraespinhoso na intensidade baixa vai-se apresentar todos os exercícios da *box* excepto a *box* 2 que pertence às actividades de intensidade moderada, tal como a prancha 1, 2, 3 e 5. Na última progressão estão presentes os exercícios de alta intensidade que são a prancha 4 e 6. Na porção clavicular do peitoral todas as posições de *box* e a prancha 1 são de baixa intensidade, enquanto os restantes exercícios são de intensidade moderada. Por último na porção esternal do peitoral os exercícios de baixa intensidade são todos os posicionamentos em *box* e a prancha 1 e 4. Na sua progressão para exercícios de intensidade moderada existe a prancha 2, 3, 5 e 6.

Constituem limitações deste estudo o reduzido tamanho amostral e o facto de apenas se ter usado material de instabilidade nos membros superiores e material de suspensão nos membros inferiores, podendo ser uma alternativa usar ao contrário estes materiais.

## **Conclusão**

Após este estudo percebeu-se que o valor mais alto de %CMV encontrado na posição de *box* e na prancha pertencem ao infraespinhoso (*box*2 – apoio unilateral em *box*/ prancha4 – apoio bilateral dos membros superiores com os pés no TRX), enquanto os mais baixos pertencem ao deltóide posterior (*box*1 – apoio bilateral em *box*/ prancha3 – apoio bilateral das mãos em cima de duas bolas). Em relação às superfícies instáveis, o aumento da atividade muscular

apenas ocorre no músculo peitoral maior e promove a diminuição do recrutamento muscular do infraespinhoso. Por outro lado a passagem de um apoio bilateral da extremidade superior para um apoio unilateral vai resultar apenas no aumento da atividade do deltóide posterior e do infraespinhoso.

Os resultados do presente estudo permitem ao fisioterapeuta a escolha informada de exercícios para a reabilitação do ombro conforme o nível de atividade requerido e a fase da intervenção. Para estudos futuros pode-se considerar a utilização de uma amostra maior e a integração de novos exercícios, como por exemplo a componente da suspensão mas com apoio nos membros superiores e não dos membros inferiores. Seria também de interesse a integração de indivíduos em fase de recuperação de lesão do ombro.

## **Bibliografia**

Beach, T. A., Howarth, S. J. e Callaghan, J. P. (2008). Muscular contribution to low-back loading and stiffness during standard and suspended push-ups. *Human Movement Science*, 27(3), 457-472.

Behm, D. G., Leonard, A. M., Young, W. B., Bonsey, W. A. C. e MacKinnon, S. N. (2005). Trunk muscle electromyographic activity with unstable and unilateral exercises. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(1), 193-201.

Contreras, B., Schoenfeld, B., Mike, J., Tiryaki-Sonmez, G., Cronin, J. e Vaino, E. (2012). The Biomechanics of the Push-up: Implications for resistance training programs. *Strength & Conditioning Journal*, 34(5), 41-46.

Correia, A. N. (2012). Estudo da biomecânica do ombro. Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10216/61327> [Acedido em 26 de Junho de 2017].

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.

Gerber, C. e Nyffeler, R. W. (2002). Classification of glenohumeral joint instability. *Clinical orthopaedics and related research*, 400, 65-76.

Gouvali, M. K. e Boudolos, K. (2005). Dynamic and electromyographical analysis in variants of push-up exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(1), 146-151.

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.

- Herrington, L. e Horsley, I. (2009). Electromyographic analysis of selected shoulder muscles during a rugby football tackle. *BMC sports science, medicine and rehabilitation*, 1(1), 10.
- Herrington, L., Waterman, R. e Smith, L. (2015). Electromyographic analysis of shoulder muscles during press-up variations and progressions. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 25(1), 100-106.
- Lehman, G. J., MacMillan, B., MacIntyre, I., Chivers, M. e Flutter, M. (2006). Shoulder muscle EMG activity during push up variations on and off a Swiss ball. *Dynamic Medicine*, 5(1), 7.
- Matsudo, S., Araújo, T., Matsudo, V., Andrade, D., Andrade, E., Oliveira, L. C. e Braggion, G. (2012). Questionário Internacional De Atividade Física (Ipaq): Estudo De Validade E Reprodutibilidade No Brasil. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*, 6(2), 5-18.
- McMullen, J. e Uhl, T. L. (2000). A kinetic chain approach for shoulder rehabilitation. *Journal of athletic training*, 35(3), 329.
- 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*.
- Pontillo, M., Orishimo, K. F., Kremenec, I. J., McHugh, M. P., Mullaney, M. J. e Tyler, T. F. (2007). Shoulder musculature activity and stabilization during upper extremity weight-bearing activities. *North American journal of sports physical therapy: NAJSPT*, 2(2), 90.
- Snarr, R. L. e Esco, M. R. (2013). Electromyographic comparison of traditional and suspension push-ups. *Journal of human kinetics*, 39(1), 75-83.
- Suprak, D. N., Dawes, J. e Stephenson, M. D. (2011). The effect of position on the percentage of body mass supported during traditional and modified push-up variants. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(2), 497-503.
- Tucker, W. S., Campbell, B. M., Swartz, E. E. e Armstrong, C. W. (2008). Electromyography of 3 scapular muscles: a comparative analysis of the cuff link device and a standard push-up. *Journal of athletic training*, 43(5), 464-469.
- Uhl, T. L., Carver, T. J., Mattacola, C. G., Mair, S. D. e Nitz, A. J. (2003). Shoulder musculature activation during upper extremity weight-bearing exercise. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 33(3), 109-117.
- Van Strien, J. (2003). The dutch handedness questionnaire. *FSW, Department of Psychology, Erasmus University Rotterdam*
- Veeger, H. E. J. e Van Der Helm, F. C. T. (2007). Shoulder function: the perfect compromise between mobility and stability. *Journal of biomechanics*, 40(10), 2119-2129.