



Universidade Fernando Pessoa

FCS/ESS

Licenciatura em Fisioterapia

Projeto e Estágio Profissionalizante II

**Análise Eletromiográfica do Exercício de *Press-up* com Variações
e Diferentes Níveis de Estabilidade**

Ari dos Santos

Estudante de Fisioterapia

Escola Superior de Saúde - UFP

27747@ufp.edu.pt

Orientador Adérito Seixas

Escola Superior de Saúde - UFP

aderito@ufp.edu.pt

Co-orientador Sandra Rodrigues

Escola Superior de Saúde - UFP

sandrar@ufp.edu.pt

Porto, Maio de 2016

Resumo

Objetivo: O presente estudo tem como objetivo avaliar a atividade neuromuscular dos músculos peitoral, serrátil anterior, infra-espinhoso e grande dorsal durante o exercício de *press up box*, com diferentes variações. **Metodologia:** A atividade electromiográfica dos músculos selecionados de doze participantes do sexo masculino (Média de idades $25,08 \pm 4,26$ anos; IMC $22,66 \pm 1,85$ Kg/m²) foi analisada durante diferentes variações do exercício *press up box*. **Resultados:** Foram encontradas diferenças significativas na atividade electromiográfica dos diferentes músculos em cada variação e na atividade electromiográfica de cada músculo nas diferentes variações. O músculo que apresentou maior ativação foi o grande peitoral, porção esternal, com um valor médio de 22% de contração máxima voluntária, sendo a maior contribuição em superfícies instáveis. Já em superfície estável os músculos serrátil anterior e infra-espinhoso atingiram valores de 13 e 15% de CMV. O músculo que apresentou menor atividade muscular foi o grande dorsal. **Conclusão:** A atividade electromiográfica dos músculos estudados foi dependente do tipo de variação do exercício *press up box* imposta.

Palavras-chave: sEMG, ombro, press-up box, cadeia cinética fechada.

Abstract

Objective: The aim of the present study is to describe the electromyographic activity (sEMG) of the serratus anterior, pectoralis sternal and clavicular portion, infra-spinous and latissimus dorsi muscles, during the press-up box (PUB) exercise, with different variations. **Methodology:** The sEMG of selected muscles from twelve male participants (Mean age 25.08 ± 4.26 years; BMI 22.66 ± 1.85 kg / m²) were analyzed for different variations of the press up box. **Results:** Statistically significant differences were found for sEMG between different muscles in each variation, and for each muscle across different variations. Data analysis also suggests that the pectoralis major muscle, sternal portion, presented the greatest activation (22% of the maximum voluntary contraction) mostly on unstable conditions. Moreover, with stable surface the serratus anterior and the infra-spinous muscles reached the values of 13 and 15% of MVC. The muscle that presented the lowest muscle activity was the latissimus dorsi. **Conclusion:** The sEMG of the studied muscles was dependent on the type of variation of the *press up box* exercise.

Keywords: Surface EMG, shoulder, press-up box, close kinetic chain

Índice

1. Introdução.....	1
2. Metodologia	3
2.1 Participantes	3
2.2 Material e Instrumentos.....	3
2.3 Procedimentos	4
2.4 Análise Estatística	6
3. Resultados	6
3.1. Ativação muscular.....	6
3.2 Ativação muscular em cada exercício.....	7
3.3 Ativação muscular entre exercícios.....	8
4. Discussão.....	9
5. Conclusão	13
Bibliografia.....	13

1. Introdução

O ombro é considerado a articulação do corpo humano com maior prevalência de lesões, sobretudo devido à sua grande mobilidade, com conseqüente diminuição da estabilidade (Correia, 2011). Para a sua estabilidade contribuem os estabilizadores estáticos nomeadamente a cavidade e lábio glenoide, cápsula articular e ligamentos. Constituem estabilizadores dinâmicos os músculos da coifa dos rotadores e escapulo-umerais. Para a estabilidade articular contribuem ambos os mecanismos, sendo estes mediados pelo sistema sensoriomotor (Farber e Buckwalter 2002; Kisner, Colby, 2009).

A intervenção da fisioterapia na promoção da estabilidade do ombro é extremamente importante. Segundo Myers e Lephart (2002) e Comeford e Mottram (2001), uma intervenção direcionada para a estabilidade dinâmica é essencial para promover a estabilidade funcional, focando-se na coordenação dos padrões de ativação neuromuscular em atividades funcionais. Sendo o ombro um complexo articular, a correta estabilização da escápula permite funcionalidade eficaz do membro superior. A ativação dos músculos estabilizadores escapulares, sobretudo o serrátil anterior e o trapézio, é fundamental para um movimento coordenado, permitindo uma adequada funcionalidade das articulações envolvidas na função do ombro (Kisner e Colby, 2009; Lukasiewicz et al., 2001). A falta de sintonia das articulações envolventes no movimento do ombro é uma causa de discinesia escapular (Kisner e Colby, 2009), que pode ser definida como uma alteração do posicionamento e mobilidade normal da escápula em relação à caixa torácica (Kibler et al., 2002).

Uma das formas de reabilitação em patologias do ombro que ganhou popularidade são os exercícios em cadeia cinética fechada (CCF) (Kisner e Colby, 2009). Estes movimentos podem envolver mais do que uma articulação, sendo que a base ou extremidade distal se encontra fixa suportando uma resistência (Fitzgerald, 1997). São considerados exercícios biomecanicamente mais seguros do que os de cadeia cinética aberta, induzindo também uma maior coaptação articular devido à carga axial exercida sobre o membro, aumentado pela estimulação proprioceptiva e a co-ativação muscular, originando maior estabilidade articular (Dillman, Murray e Hintermeister, 1994). Kibler e Livingston, (2011) referem que estes exercícios são capazes de proporcionar um equilíbrio das forças musculares e uma normalização do movimento escapular, nomeadamente através do desenvolvimento dos mecanismos neuromusculares e proprioceptivos, com conseqüente aumento da estabilidade articular e uma melhor funcionalidade (Lephart e Henry, 1996).

Na reabilitação clínica e também no treino funcional, um dos exercícios mais utilizados é o *standard press-up* (SPU). Este é considerado um exercício de cadeia cinética fechada e pode ser executado com variações, incluindo a sua realização sobre superfícies instáveis e apoio de pés (McMullen e Uhl, 2000). A forma mais comum de executar este exercício é o PUB, que consiste em manter o tronco em extensão com o apoio das mãos e dos joelhos no solo. Esta variação tem sido sugerida pela literatura como sendo a menos exigente para a articulação glenoumeral, por isso é utilizada em fases iniciais do tratamento (Maenhout et al., 2009; Araújo et al., 2011). Uma possível forma de progressão descrita na literatura é a variação com apoio dos pés, retirando o apoio dos joelhos, que implica um aumento da activação da musculatura peitoral e dos músculos do core (Herrington, Waterman e Smith 2015; Sandhu, Mahajan, Shenoy 2008).

Park e Yoo (2011), analisaram o exercício *press-up box plus*, em que consiste numa modificação do PUB incluindo como a fase do movimento de máxima protração da omoplata e máxima extensão dos cotovelos, tendo avaliado três posições: em superfície estável, oscilatória estável e oscilatória instável, através do recurso à eletromiografia de superfície (EMG). Segundo os autores, é possível identificar uma grande contribuição dos músculos serrátil anterior e das fibras superiores do trapézio no SPU. No estudo de Uhl et al. (2003), foram analisadas sete variações de posições estáticas do SPU com o auxílio de duas balanças no apoio de mãos no solo. O objetivo era detetar a carga exercida sobre a articulação do ombro durante as várias posições e avaliar os músculos grande peitoral, infra-espinhoso e deltoide anterior. Os resultados revelaram uma grande atividade muscular dos músculos referidos e uma variação de carga exercido sobre a articulação consoante o tipo de apoio executado.

No caso da variação em apoio unilateral, com um só membro superior no solo, segundo Maenhout et al. (2010), apenas na fase plus é verificada a ativação muscular do serrátil anterior. No entanto, segundo Lunden et al. (2010), devido à rotação interna da omoplata que este movimento implica, verifica-se a particularidade de teoricamente diminuir o espaço subacromial e aumentar o risco de *impingment*.

Quando o SPU é realizado em superfícies instáveis, há um aumento do recrutamento muscular e dos estímulos neuromusculares e propriocetivos (Lephart e Henry, 1996). O recurso a superfícies instáveis na recuperação do ombro é muito comum, permitindo o treino de controlo motor, embora os estudos realizados até ao momento não revelem informação conclusiva sobre a ativação muscular. Segundo Lehman et al. (2008), utilizando a bola suíça no SPU – que consiste na manutenção do tronco e membros superiores em extensão com as

mãos contra a bola suíça – os músculos serrátil anterior e grande peitoral não apresentaram alterações significativas de atividade muscular.

De forma geral, a informação disponível acerca de exercícios de reabilitação do ombro utilizando variações do press-up e material de instabilidade ainda é muito escassa (Ekstrom et al., 2005 e Lehman et al., 2006) e mais estudos são necessários para orientar de forma adequada os programas de reabilitação utilizados na prática clínica. Nesse sentido, constitui objetivo do presente estudo avaliar a atividade neuromuscular dos músculos peitoral, serrátil anterior, infra-espinhoso e grande dorsal durante o exercício de PUB, com diferentes variações.

2. Metodologia

2.1 Participantes

Doze participantes do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 18 e os 30 anos (média de idades $25,08 \pm 4,26$ anos) e Índice de Massa Corporal médio ($22,66 \pm 1,85$ Kg/m²), integraram o presente estudo.

Constituíram critérios de inclusão serem adultos jovens com idades compreendidas entre os 18 e 30 anos e constituíram critérios de exclusão a existência de cirurgias e/ou lesões prévias na coluna vertebral, ombros, cotovelos, punhos ou mãos e pés, nos últimos 6 meses, gravidez, aleitamento e alterações cognitivas (Herrington, Waterman, e Smith 2015).

Todos os participantes foram caracterizados como regularmente ativos, segundo o Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ).

2.2 Material e Instrumentos

Para análise da atividade mioelétrica recorreu-se à eletromiografia de superfície. Foram utilizados elétrodos de conexão metálica standard Ag/Cl, lâminas para tricotomia, algodão, gaze, álcool, fita milimétrica, dois discos de borracha instável, duas bolas pequenas de borracha (Figura 1), colchão de apoio, computador, balança (Tanita), estadiómetro, mala antropométrica e cronómetro.

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

Foi utilizado 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 no quotidiano.

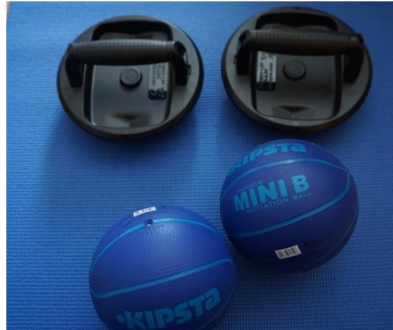


Figura 1 - Superfícies instáveis (discos e bolas) utilizadas no estudo.

2.3 Procedimentos

Após ser obtida a autorização por parte da Comissão de Ética da Universidade Fernando Pessoa, os participantes que se voluntariaram a participar foram convidados a assinar o formulário de consentimento informado, tendo por base a declaração de Helsínquia. Desta forma, foram informados que todos os dados seriam confidenciais e foi garantido o direito a desistir a qualquer momento, sem qualquer prejuízo pessoal.

Inicialmente foram recolhidos dados para a caracterização da amostra, onde se registaram as características antropométricas de cada indivíduo, nomeadamente a estatura, a massa corporal e pregas cutâneas locais, segundo o protocolo recomendado pela Sociedade Internacional para o Avanço da Cinantropometria (Norton e Olds, 1996), de modo a garantir a homogeneidade da amostra.

Para a realização do protocolo eléctromiográfico foram removidos todos os pelos e realizada a limpeza da pele, utilizando gaze e álcool. Os eléctrodos foram posicionados nos músculos peitoral porção clavicular e porção esternal, infra-espinhoso, serrátil anterior e grande dorsal, segundo as recomendações dos autores (Criswell, 2011; Ekstrom, Soderberg e Donatelli, 2005; Lehman, MacMillan, MacIntyre e Fluter, 2006 e Pontillo et al., 2006).

Para o protocolo de normalização os músculos foram avaliados individualmente recorrendo à avaliação da atividade muscular durante uma contração máxima voluntária (CMV) com 10 segundos de duração, segundo 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.

Seguidamente foi explicada e demonstrada a posição de teste, segundo a seguinte descrição: (1) A posição básica do exercício de PUB consiste na posição neutra da cabeça, com manutenção do alinhamento da coluna, cintura pélvica em posição neutra, ombros em flexão a 90°, cotovelos em extensão completa e duplo apoio de mãos no solo (Herrington, Waterman, e Smith 2015). A partir dessa posição são executadas seis variações do PUB, alternando o número de apoios e a utilização de superfícies instáveis. (2) O exercício press-up box de apoio unilateral (PUBU) mantendo a mesma posição base, mas com apoio de apenas uma mão, com o outro membro superior posicionado ao longo do corpo para não haver desequilíbrios posturais. (3) O exercício press-up box de apoio bilateral com os discos (PUBBD) inicia-se na posição base com alteração para o apoio duplo com discos com o punho em posição neutra. (4) O exercício press-up box de apoio unilateral com os discos (PUBUD) inicia-se na posição base com alteração para o apoio de mãos unilateral no solo com utilização do disco. (5) O exercício press-up box de apoio bilateral com as bolas (PUBBB) inicia-se na posição base com alteração para o apoio de mãos bilateral com as bolas. (6) O exercício press-up box de apoio unilateral com bolas (PUBUB) inicia-se na posição base com alteração para o apoio unilateral com a bola, sendo importante manter o tronco estável e a articulação glemoumeral a 90° (figuras 2.1 – 2.6).

Adicionalmente foi dada a informação de que o apoio de joelhos no solo deve ser mantido com uma base estável e com um ângulo de 90° da articulação coxo-femoral e glemoumeral e que o apoio das mãos deve ser feito em posição neutra com cotovelos em extensão. Na posição de apoio unilateral o tronco deve ser mantido sem rotações e sempre na posição horizontal relativamente ao solo. Quando há recurso a instrumentos de instabilidade, estes devem ser mantidos em alinhamento com o ombro.

Na execução das variações deve manter-se a posição durante 10 segundos e realizar um repouso de 30 segundos entre exercícios (Herrington, Waterman, e Smith 2015). Relativamente à ordem de execução dos exercícios, esta foi aleatorizada de forma a reduzir o eventual efeito de fadiga na execução dos diferentes exercícios.

No processamento dos dados relativos à atividade eletromiográfica, os registos foram inicialmente filtrados com um filtro de banda com frequência de corte de 10 a 350Hz, buterworth, e posteriormente foi retirada 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 relativamente à sua atividade eletromiográfica durante a CMV.

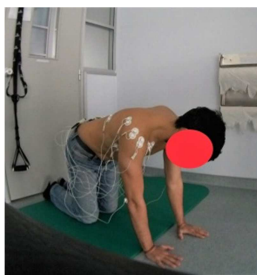


Figura 2.1 – Exercício (1) Press-up box (PUB)



Figura 2.2 – Exercício (2) Press-up box unilateral (PUBU)



Figura 2.3 – Exercício (3) Press-up box de apoio bilateral com discos (PUBBD)



Figura 2.4 – Exercício (4) Press-up box apoio unilateral com disco (PUBUD)



Figura 2.5 – Exercício (5) Press-up box apoio bilateral com bolas (PUBBB)

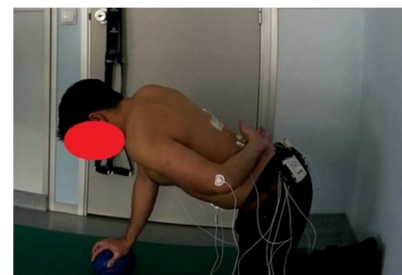


Figura 2.6 – Exercício (6) Press-up box apoio unilateral com bola (PUBUB)

2.4 Análise Estatística

A análise de dados foi efectuada recorrendo ao software de análise estatística IBM SPSS® 23 para o Windows. Através da estatística descritiva (média e desvio padrão) 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.

3. Resultados

Após a realização dos testes foram analisados os valores médios da atividade eletromiográfica de cada músculo (em % CMV) durante os diferentes exercícios. Estes valores encontram-se representados no Gráfico 1.

3.1. Ativação muscular

De uma forma geral, em todos os exercícios, com a exceção do 2.PUBU, o músculo peitoral, porção esternal, foi o que apresentou maior percentagem de ativação, variando entre 7,03 e

22,06% CMV. No exercício de PUBU foram os músculos infra-espinhoso (15,81% CMV) e serrátil anterior (13,18% CMV) que apresentaram maior ativação.

3.2 Ativação muscular em cada exercício

Os resultados da comparação da atividade eletromiográfica dos diferentes músculos em cada exercício encontra-se apresentado na tabela 1. Foram encontradas diferenças significativas na ativação muscular em todos os exercícios, sendo no exercício 2.PUBU onde se verificaram maior número de diferenças significativas na comparação par a par (tabela 2). Da análise de cada exercício podemos verificar que o 1.PUB apresenta diferenças significativas entre o músculo menos ativado (grande dorsal) e todos os restantes músculos, com exceção do infraespinhoso. No exercício 2.PUBU observou-se que o músculo serrátil anterior e o infraespinhoso tiveram a maior percentagem de ativação, com 13,19 % e 15,81 % CMV, sendo o músculo peitoral porção clavicular o menos ativado. As diferenças significativas foram encontradas entre os mais ativados (serrátil e infraespinhoso) e os menos ativados (grande dorsal e peitoral, porção clavicular). Já nos exercício 3.PUBBD, 4.PUBUD e 5. PUBBB, podemos observar que o músculo peitoral porção esternal foi sempre o mais ativado e o músculo grande dorsal o menos ativado, existindo diferenças significativas entre o peitoral porção esternal e todos os restantes, com exceção dos exercícios 3 e 5 onde não se registaram diferenças entre o a porção clavicular e esternal do músculo grande peitoral. No 6.PUBUB, encontraram-se diferenças significativas entre a porção esternal do músculo peitoral (com maior ativação) e o grande dorsal e serrátil (com menores percentagens de ativação). Neste exercício o infraespinhoso foi o segundo maior ativado.

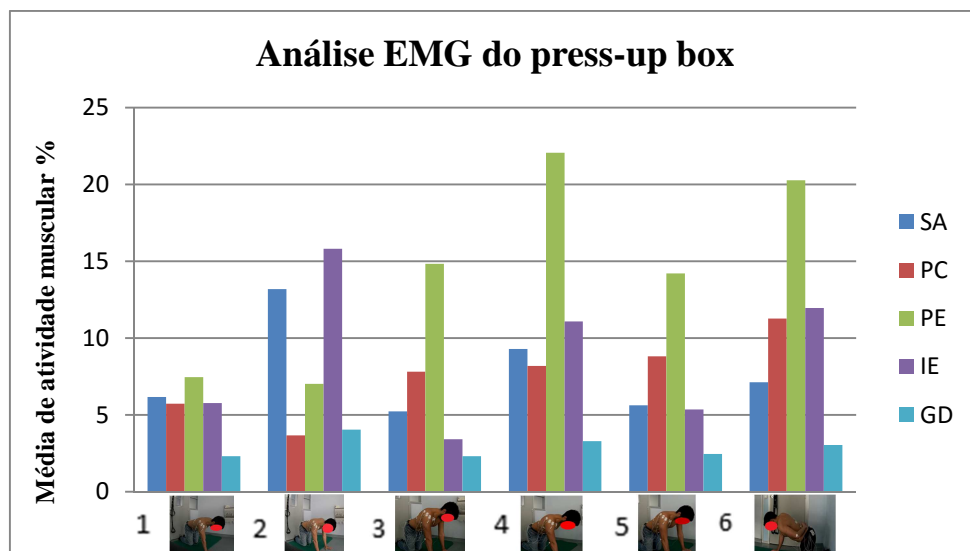


Gráfico 1 - Valores médio de atividade muscular (% CMV) em função do tipo de exercício PUB.

(SA)Serrátil anterior; (PC)Peitoral porção clavicular, (PE)Peitoral porção esternal; (IE)Infra-espinhoso; (GD)Grande dorsal

3.3 Ativação muscular entre exercícios

O resultado da comparação da atividade eletromiográfica de cada músculo nos diferentes exercícios pode ser consultado na tabela 1. Foram encontradas diferenças significativas nos níveis de ativação muscular entre exercícios em todos os músculos. Na tabela 2 podemos observar o resultado das comparações par a par, verificando que o músculo infra-espinhoso foi o que apresentou a maior variação de ativação entre exercícios. Relativamente ao músculo serrátil anterior podemos observar que o exercício 2.PUBU foi aquele em que se verificou uma maior atividade (13,19 % CMV) e o exercício 3.PUBBD o que menos o ativou (5,22 % CMV). Já relativamente ao músculo peitoral porção clavicular, podemos observar que o exercício em que foi mais ativado foi o 6.PUBUB (11,27 % CMV) e o exercício 2.PUBU o que menos atividade mioelétrica (3,67 % CMV) desencadeou. Relativamente ao músculo peitoral porção esternal, o exercício 4.PUBUD foi o que maior ativação demonstrou (22,07 % CMV) e o exercício 2.PUBU o que menos atividade registou (7,03 % CMV). A atividade electromiográfica do músculo infraespinhoso apresentou-se significativamente diferente entre vários exercícios, sendo o valor mais alto durante o exercício 2.PUBU (15,81 % CMV) e o valor mais baixo o verificado durante o exercício 5.PUBBB (5,35 % CMV). Por último, no músculo grande dorsal, podemos observar que foi durante o exercício 2.PUBU que se verificou a maior atividade muscular (4,04 % CMV) e durante o exercício 1.PUB que se verificou a menor atividade muscular (2,31 % CMV). Todas as diferenças referidas foram estatisticamente significativas.

Tabela 1- Valores médios (%), desvio padrão da CMV em cada exercício e valor de *p* entre músculos e variações.

	Serrátil Anterior	Peitoral Porção Clavicular	Peitoral Porção Esternal	Infra Espinhoso	Grande Dorsal	(p)
1.PUB	6,18 (±3)	5,73 (±3,12)	7,46 (±5,56)	5,78 (±5,77)	2,32 (±0,89)	0,002
2.PUBU	13,18 (±5,56)	3,67 (±2,90)	7,03 (±6,41)	15,81(±9,23)	4,04 (±2,11)	<0,001
3.PUBBD	5,23 (±3,39)	7,82 (±4,14)	14,83 (±8,32)	3,43 (±2,36)	2,32 (±1,02)	<0,001
4.PUBUD	9,30 (±10,21)	8,20 (±5,06)	22,06 (±12,49)	11,08 (±9,05)	3,31 (±2,16)	<0,001
5.PUBBB	5,63 (±4,74)	8,81 (±4,14)	14,20 (±8,11)	5,36 (±4,29)	2,46 (±0,98)	<0,001
6.PUBUB	7,14 (±5,34)	11,27 (±5,81)	20,27 (±11,55)	11,96 (±8,01)	3,06 (±1,19)	<0,001
(p)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	

Tabela 2 - Valores da atividade muscular (Teste de Friedman) para valores de significância $p \leq 0,05^*$

Ativação muscular em cada exercício	(p)	Ativação muscular entre exercícios	(p)
	$\leq 0,05$		$\leq 0,05$
1. PUB		Serrátil Anterior (SA)	
GD / SA	0,003*	(3)PUBUD / (2) PUBU	0,000*
GD / PC	0,001*	(5)PUBBB / (2) PUBU	0,001*
GD / PE	0,003*	(1)PUB / (2) PUBU	0,001*
2. PUBU		(6)PUBUB / (2) PUBU	0,034*
PC / SA	0,001*		
PC / IE	0,000*	Peitoral P Clavicular (PC)	
GD / SA	0,019*	(2) PUBU / (5) PUBBB	0,007*
GD / IE	0,005*	(2) PUBU / (6) PUBUB	0,000*
PE / SA	0,003*	(1) PUB / (6) PUBUB	0,048*
PE / IE	0,008*		
3. PUBBD		Peitoral P Esternal (PE)	
GD / PC	0,001*	(1) PUB / (6) PUBUB	0,001*
GD / PE	0,000*	(1) PUB / (4) PUBUD	0,000*
IE / PC	0,008*	(2) PUBU / (6) PUBUB	0,005*
IE / PE	0,000*	(2) PUBU / (4) PUBUD	0,001*
SA / PE	0,045*		
4. PUBUD		Infra-Espinhoso (IE)	
GD / PE	0,000*	(3) PUBBD / (4) PUBUD	0,048*
PC / PE	0,008*	(3) PUBBD / (6) PUBUB	0,002*
SA / PE	0,012*	(3) PUBBD / (2) PUBU	0,000*
IE / PE	0,045*	(1)PUB / (2) PUBU	0,005*
5. PUBBB		(5) PUBBB / (2) PUBU	0,007*
GD / PC	0,002*		
GD / PE	0,000*	Grande Dorsal (GD)	
SA / PE	0,019*	(3) PUBBD / (2) PUBU	0,000*
IE / PE	0,030*	(5)PUBBB / (2) PUBU	0,001*
6. PUBUB		(1) PUB / (2) PUBU	0,001*
GD / IE	0,045*		
GD / PE	0,000*		
SA / PE	0,008*		

4. Discussão

O presente estudo teve como objetivo analisar os valores de ativação muscular (% CMV) verificados durante as variações do exercício de PUB analisadas, nos seguintes músculos: serrátil anterior, peitoral porção clavicular e porção esternal, infra-espinhoso e grande dorsal. Foi também objetivo do estudo propor uma progressão de exercícios tendo por base a solicitação muscular em cada uma das variações analisadas.

Após a análise e interpretação dos resultados foi possível perceber que o exercício investigado se pode adequar a qualquer fase de reabilitação do ombro, desde que se tenha em conta a escolha de variações consoante o objetivo e o estadió da condição.

Para a amostra em estudo foram encontradas diferenças estatisticamente significativas relativamente ao nível de atividade eletromiográfica dos diferentes músculos em cada

exercício e entre os níveis de atividade eletromiográfica de cada músculo nos diferentes exercícios.

Analisando a ativação muscular de cada músculo, foi possível observar que o músculo peitoral porção esternal apresenta os maiores níveis de ativação em todas as variações do exercício PUB, com valores de % CMV que variam entre 7,03 e 22,06% com exceção do exercício 2.PUBU. O músculo serrátil anterior teve maior ativação no exercício 2.PUBU com 13,18% CMV. Já o músculo peitoral porção clavicular teve a sua maior ativação no exercício 6.PUBUB com 11,27% CMV. O músculo peitoral porção esternal teve a maior ativação no exercício 4.PUBUD com 22,06% CMV, sendo este o valor médio mais elevado obtido no estudo. O músculo infra-espinhoso teve a maior ativação no exercício 2.PUBU com 15,81% CMV. Por último, o grande dorsal teve a maior ativação no exercício 2.PUBU com 4,04% CMV e foi considerado o músculo menos ativado no estudo.

Observando os valores apresentados, a ativação muscular varia entre 2,32 e 22,07%, considerando-se que os exercícios analisados podem ser utilizados por qualquer pessoa, em qualquer faixa etária, em diferentes fases de recuperação. Segundo Uhl et al., 2003 os níveis de atividade EMG (% CMV) durante o recrutamento muscular podem ser divididos nas seguintes categorias: atividade baixa (<20%), moderada (20-40%), intensa (41-60%) e muito intensa (< 60%), nesse sentido, no presente estudo os valores analisados são considerados exercícios moderados pelos 22,06 % pelo músculo peitoral porção esternal no exercício 4.PUBUD.

Para valores superiores a 50% CMV a atividade é considerada ideal para um aumento de força muscular e traduz-se em exercícios mais exigentes (Uhl et al., 2003). Para valores abaixo dos 50% obtém-se menores níveis de recrutamento muscular (Moseley et al., 1992). Estes exercícios são portanto direcionados para um treino de resistência muscular, onde se enquadram os exercícios analisados no presente estudo. Consegue-se trabalhar a resistência muscular através do aumento do número de repetições em baixas intensidades e aumentando o número de exercícios. Estes exercícios podem também ser realizados em intensidades mais elevadas caso sejam efetuados com aplicação de carga externa. Tendo em conta que a fadiga é um fator desencadeante de padrões de movimento disfuncionais, na reabilitação destas disfunções a importância do treino de resistência sobrepõe-se à importância do treino de força absoluta uma vez que o objetivo da intervenção passa por melhorar a estabilidade. A resistência muscular deve ser treinada recorrendo a exercícios repetidos, coordenados, a baixa intensidade e várias repetições (Castlein, Cagnie, Parlevliet e Cools, 2016).

Relativamente aos exercícios estudados, verifica-se na literatura que o 1.PUB não é capaz de gerar aumentos significativos de recrutamento muscular (Monseley et al., 1992). No entanto, uma vez que a distribuição do peso se encontra repartida pelos quatro apoios e uma vez que todos os músculos têm uma ativação semelhante pode ser um exercício adequado a fases iniciais de reabilitação. Por sua vez, no exercício 2.PUBU os valores obtidos foram mais elevados, de 13 a 15% de CMV, com incidência no músculo infra-espinhoso e no serrátil anterior. No estudo realizado por Herrington et al. (2015) verifica-se que para os dois músculos referidos os valores de atividade muscular foram elevados, sendo por isso considerados músculos eficazes na estabilização da articulação do ombro. Também segundo Maenhout et al. (2010) se verifica que existe maior ativação muscular no apoio unilateral em superfície estável por parte do músculo serrátil anterior, do que em apoio bilateral estável no solo.

Nos seguintes exercícios de 3.PUBBD até ao 6.PUBUB do nosso estudo, observou-se um aumento da atividade muscular no músculo peitoral porção esternal até ao valor de 22% de CMV. No estudo de Uhl et al. (2003) onde são analisados diferentes apoios sobre uma balança e é registada a carga exercida sobre os ombros durante o apoio de mãos, é referido que no exercício de três e quatro apoios o músculo peitoral aumenta até ao valor de 22% de CMV. Nas variações referidas verificaram-se também aumentos significativos de atividade no músculo infra-espinhoso e um ligeiro aumento no peitoral porção clavicular.

O músculo que apresentou menor atividade muscular foi o grande dorsal com valores abaixo dos 5% de CMV. Este é considerado um músculo de estabilização ao nível do core e portanto, o tipo de exercícios estudados não proporcionam uma instabilidade na zona do tronco suficiente para aumentar a sua atividade muscular. A utilização da versão SPU com apoio dos pés é considerada uma variação avançada e utilizada em treino funcional, que implica maiores níveis de ativação muscular. Segundo Decker et al. (2003) o músculo grande dorsal pode atingir valores de 65% de CMV durante os diferentes exercícios do SPU. No nosso estudo não verificaram valores mais elevados do músculo grande dorsal uma vez que as variações implicavam sempre apoio de joelhos

O estudo realizado por Pontillo (2007), que analisa os músculos serrátil anterior e infra-espinhoso, apresenta uma diminuição da atividade muscular em situações de utilização de material instável. Também o estudo de Tucker et al. (2010) apresenta uma diminuição da atividade muscular por parte do serrátil anterior em situações de apoio instável unilateral. É apresentado como motivo desta diminuição o facto de a alteração constante do centro de pressão no músculo, provocado pelo balanço da base instável, ser insuficiente para criar um

aumento da atividade muscular. Também Herrington et al. (2015), estudando o exercício de SPU com a fitball, que introduz um apoio instável, verificou uma diminuição de cerca de 20% na atividade muscular do serrátil anterior. Os resultados do presente estudo reforçam esta ideia uma vez que foram encontradas valores de ativação significativamente superiores no exercício de apoio unilateral no solo (2.PUBU) do que nas restantes variações, excepto no exercício de apoio unilateral com disco (4.PUBUD), onde apesar dos valores de ativação serem inferiores aos do exercício 2.PUBU as diferenças não foram estatisticamente significativas.

É fundamental ter em conta os valores médios de ativação porque são indicadores de fácil análise e perceção da atividade muscular durante a criação de objetivos para o tratamento. Deste modo, foi possível desenvolver uma proposta de progressão de variações do press-up box que se divide em duas componentes. A primeira é constituída por exercícios de menor atividade muscular e a segunda por exercícios de maior atividade para cada músculo.

Para o músculo serrátil anterior, a primeira fase de progressão proposta (de menor para maior atividade) é a seguinte: 3.PUBBD (5,23% CMV) - 5.PUBBB (5,63% CMV) - 1.PUB (6,18% CMV), a qual se inicia em duplo apoio de discos em instabilidade e termina em duplo apoio estável no solo. A segunda progressão, de maior ativação, inclui os exercícios 6.PUBUB (7,14% CMV)- 4.PUBUD (9,30% CMV) -PUBU(13,18% CMV), a qual se inicia com um apoio de bola em instabilidade e termina com duplo apoio estável no solo. O músculo peitoral porção clavicular tem como progressão de menor ativação os exercícios 2.PUBU (3,67% CMV) - 1.PUB (5,73% CMV) - 3.PUBBD (7,82% CMV) que se inicia em apoio estável unilateral e termina em duplo apoio instável com bolas. A segunda progressão, de maior ativação apresenta os exercícios 4.PUBUD (8,20% CMV)-5.PUBBB (8,81% CMV)- 6.PUBUB (11,27% CMV) e inicia-se com um apoio de disco instável e termina com um apoio de bola instável. Já no músculo peitoral porção esternal a progressão de menor ativação inclui os exercícios 2.PUBU (7,03% CMV) - 1.PUB (7,46% CMV)- 5.PUBBB (14,20% CMV), que se inicia com um apoio estável no solo e termina em duplo apoio instável com bolas. A segunda progressão, para maior ativação, tem como exercícios 3.PUBBD (14,83% CMV)-6.PUBUB (20,27% CMV) - 4.PUBUD (22,06% CMV), que se inicia em apoio duplo instável de discos e termina em um apoio de disco instável. O músculo infra-espinhoso tem como progressão para menor ativação os exercícios 3.PUBBD (3,43% CMV)-5.PUBBB (5,36% CMV)-1.PUB (5,78% CMV), que se inicia em duplo apoio instável de discos e termina em duplo apoio estável no solo. Na progressão, de maior ativação, apresenta os exercícios 4.PUBUD (11,08% CMV)-6.PUBUB (11,96% CMV)-2.PUBU (15,81% CMV),

que se inicia em um apoio instável com bola e termina em um apoio estável no solo. Por último, a progressão de menor ativação do grande dorsal tem os exercícios 1.PUB (2,32% CMV)-3.PUBBD (2,32% CMV)-5.PUBBB (2,45% CMV), que se inicia em apoio duplo no solo e termina em apoio duplo instável com bola. Para maior ativação tem os exercícios 6.PUBUB (3,05% CMV)-4.PUBUD (3,31% CMV)-2.PUBU (4,04% CMV), de duplo apoio instável com bola e termina em um apoio estável no solo.

5. Conclusão

O presente estudo sobre análise eletromiográfica do exercício press-up box com variações de estabilidade possibilitou a análise da atividade muscular dos músculos envolvidos na estabilização da articulação do ombro. Após análise e discussão dos resultados obtidos, para a amostra em estudo, é possível concluir que existem diferenças de valores de atividade muscular para os músculos estudados e que a introdução de material de instabilidade contribui para essas alterações. Foi possível verificar que, de uma forma geral, o músculo peitoral porção esternal foi o mais ativado, com exceção da segunda variação “press-up box com apoio unilateral no solo” onde se registou maior ativação do músculo infraespinhoso.

A introdução de material de instabilidade não implica um aumento de ativação muscular e a sua utilização deve ser equacionada quando o objetivo é o aumento da ativação muscular.

O presente estudo revelou-se importante para a criação de um possível programa de reabilitação direcionado para esta amostra, pois permitiu perceber a ativação dos diferentes músculos durante as diferentes variações do PUB. Deste modo, é possível programar um protocolo de tratamento mais eficaz e individualizado.

Como trabalho futuro, pode-se considerar a replicação desta metodologia numa amostra de maior dimensão, o estudo de outros exercícios, como o SPU, pois permite detetar valores mais elevados de ativação em diferentes músculos e uma análise longitudinal sobre o efeito de um programa de treino funcional, com as progressões propostas, na atividade electromiográfica dos músculos estabilizadores do complexo articular do ombro.

Bibliografia

Correia, A.N. (2011). Estudo da Biomecânica do Ombro. Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica. Faculdade de engenharia da Universidade do Porto (repositorio-aberto.up.pt).

Castlein, B. Cagnie, B. Parlevliet, T. e Cools, A. (2016). Serratus anterior or pectoralis minor: Which muscle has the upper hand during protraction exercises? *Manual Therapy*, 22, 158-164.

Criswell, E. (2011). *CRAM's Introduction to surface Electromyography*, 2nd Ed. Unit State of America. Jones and Bartlett Publishers.

Comeford, J.M. e Mottram, S.L. (2001). Funcional stability retraining: principles and strategies for managing mechanical dysfunction. *Manual Therapy*, 6(1),3-14.

Decker, M. Tokish, J. Ellis, H. Torry, M. e Hawkins, R. (2003). Subscapularis muscle activity during selected rehabilitation exercises. *American Journal Sports Medicine*, 31(1), 126-34.

Dillman, C.J. Murray, T.A. e Hintermeister, R.A.(1994). Biomechanical differences of open an closed chain exercises with respect to the shoulder. *Journal of Sport Rehabilitation*, 3, 228-238.

Drake, R. Vogl, W. Mitchell, A. (2005). *Gray's Anatomia para Estudantes*. 2^a. Elsevier. Rio de Janeiro.

Ekstrom, R. Soderberg, G e Donatelli R. (2005) Normalization procedures using maximum voluntary contractions for the serratus anterior and trapezius muscles during surface EMG analysis. *J Electromyogr Kines*, 15, 418-28.

Farber J.M. e Buckwalter, K.A. (2002) Sports - related injuries of the shoulder: instability. *Magn resons Imaging Clinc N A*, 40(2), 235-49.

Fischer S.L. Belbeck A.L. e Dickerson C.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. *J Electromyogr Kines*, 20(1), 68-75.

Fitzgerald, G. k. (1997) Open Versus Closed Kinetic Chain Exercise: Issues in Rehabilitation After Anterior Cruciate Ligament Reconstructive Surgery. *Physical Therapy*, 77(12), 1747-54.

Herrington, L. Waterman, R and Smith, L (2015). Eletromyographic analisis of shoulder muscles during press-up variations and progressions. *J Electromyogr Kines*, 25(1), 100-106.

Kendall, P.F, McCreary, E.K. e Provance, G.P. Rodgers, M.M and Romani, W.A. (2009). *Músculos: Provas e Funções*. 5^a ed. São Paulo: Manole.

Kibler, W. Uhl, T.Maddux, J. Brooks, V. Zeller, B. McMullen, J.(2002). Qualitative clinical evaluation of scapular dysfunction: a reliability study.*Journal of Shoulder and Elbow Surgery*,11(6), 550-6.

Kibler, B. e W Livingston. (2001). Closed-Chain rehabilitation for upper and lower extremities. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 9(6),412-421.

Kisner, C.(2009) e Colby, L.A. (2009). *Exercícios Terapêuticos – Fundamentos e Técnicas*. 5^a.Manole.

Lehman, G. MacMillan, B. MacIntyre, I. Chivers, M e Flutter,M.(2006). Shoulder muscle EMG activity during push up variations on and off a Swiss ball. *J Stren Cond Res*, 5(7), 745-750.

Lehman, G. Gilas, D e Patel, U. (2008). An unstable support surface does not increase scapulothoracic stabilizing muscle activity during push up and push up plus exercise. *Man Therapy*, 13(6), 500-506.

Lephart, S.M. e Henry, T.J. (1996). The physiological basis for open and closed and kinetic chain rehabilitation for the upper extremity. *Journal of Sport Rehabilitation*, 5(1) 75-87.

Lunden, J. Braman, J. LaPrade, R. e Ludewig, P. (2010). Shoulder kinematics during the press-up plus exercise. *Journal of Shoulder and Elbow Surg* 19(2),216-223.

Maenhout, A. Van Praet, K. Pizza,L.Van Herseele, M. e Cools, A. (2010). Electromyographic analysis of knee push up plus variations: what is the influence of the kinetic chain on scapula muscle activity. *Br J Sports Med*, 44(14),10-5.

McClure, P.W. Michener, L.A. Sennett, B.J. Karduna, A.R. (2001). Direct 3-dimensional measurement of scapular kinematics during dynamic movements in vivo. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 10(3), 269-277.

McMullen, J., Uhl, T. A. (2000). Kinenetic Chain Approach for Shoulder Rehabilitation. *Journal of Athletic Training*, 35(3),329-337.

Moseley, J.B. Jobe, F.W. Pink, M. Tibone, J.(1992) EMG analysis of the scapular muscles during a shoulder rehabilitation program. *The American Journal of Sports Medicine*. 20(2), 128.134.

Myers, J.B. e Lephart, S.M. (2002). Sensoriomotor deficits contributing to glenohumeral instability. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, (400),98-104.

Neer, C.S. (1983) Impingement lesions. *Clinical Orthopaedics and Related Reserch*, (173), 70.

Park, S.Y. e Yoo, W.G. (2011). Differential activation of parts of the serratus anterior muscle during push-up variations on stable and unstable bases of support. *J Electromyogr Kines*, 21(5),861-867.

Pontillo, M. Orishimo, K, Kremenec, I. McHugh, M. Mullaney, M. Tyler, T. (2007). Shoulder Musculature activity and stabilization during upper extremity weight-bearing activities. *North American Journal of Sports Phys Ther*, 2:90-96.

Sandhu J. Mahajan, S. Shenoy, S.(2008). An electromyographic analysis of shoulder muscle activation during push-up variations on stable and labile surfaces. *Int J Shoulder Surg*, 2(2), 30-35

Ulh, T. Carver, T. Mattacola, C. Mair, S. Nitz, A. (2003). Shoulder musculature activation during upper extremity weight-bearing exercise. *Journal Orthop Sports Phys Ther*, 33(3),109-117.

Van Strien, J. W. (2002). The Dutch Handedness Questionnaire [Em linha]: FSW, Department of Psychology, Erasmus University Rotterdam. [consult. 14 de Março de 2016]. Disponível em <http://hdl.handle.net/1765/956>.