



UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA

FCS/ESS

LICENCIATURA EM FISIOTERAPIA

Ano letivo 2016-2017

4º Ano

PROJETO E ESTÁGIO PROFISSIONALIZANTE II

**Estudo eletromiográfico dos músculos  
escapulares em diferentes variações da *box*  
*position* e da prancha**

Catarina Rocha Melo Dias  
Estudante de Fisioterapia  
Escola Superior de Saúde – UFP  
[29217@ufp.edu.pt](mailto:29217@ufp.edu.pt)

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

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

Porto, Junho de 2017

## **Resumo:**

**Objetivo:** Analisar a atividade eletromiográfica dos músculos serrátil anterior, trapézio superior e inferior ao longo do exercício de *box position* e prancha com diferentes variações e superfícies.

**Metodologia:** Foi realizada a análise da atividade electromiográfica dos músculos acima referidos em quinze participantes (média de idades  $22.00 \pm 2.00$  anos; IMC  $23.41 \pm 3.83$  kg/m<sup>2</sup>) nas diferentes variações dos exercícios *box position* e prancha, sendo os elétrodos colocados no membro superior dominante dos participantes. **Resultados:** Foram encontradas diferenças significativas quando analisada a atividade electromiográfica nos diversos músculos em cada variação mas também em cada músculo entre as variações. O músculo serrátil anterior foi o que evidenciou uma maior atividade muscular, com cerca de 38,41% de contração máxima voluntária, sendo que os valores mais altos foram observados em superfícies estáveis. O músculo que evidenciou menos atividade muscular foi o trapézio superior. **Conclusão:** A atividade electromiográfica dos músculos em questão variam consoante o tipo de variação dos exercícios efetuados. No entanto o músculo serrátil anterior apresentou os maiores níveis de atividade eletromiográfica em todas as variações dos exercícios propostos.

Palavras-chave: sEMG; escápula, press-up, cadeia cinética fechada.

## **Abstract:**

**Objective:** The aim of the present study is to analyze the electromyographic activity of the anterior serratus muscle, upper and lower trapezius throughout the box position and plank exercise, with different variations and surfaces. **Methodology:** The electromyographic activity of announced muscles was realized in fifteen participants (mean age  $22.00 \pm 2.00$  years; BMI  $23.41 \pm 3.83$  kg/m<sup>2</sup>) in different variations of box position and plank, being placed electrodes according to the preference of the participants. **Results:** Significant differences were found when the electromyographic activity were analyzed in the various muscles in each variation but also in every muscle between the variations. The anterior serratus muscle was what showed greater muscular activity, with value of 38.41% of maximum voluntary contraction, with the higher values verified on stable surfaces. The muscle that showed less muscular activity was the upper trapezius muscle. **Conclusion:** The present electromyographic muscular activity changes depending on the type of variation of performed exercises. However, the anterior serratus muscle presented higher levels of electromyographic activity in each exercise variation proposed.

Keywords: Surface EMG; scapula; press-up; close kinetic chain.

## **Introdução:**

O ombro é a articulação do corpo humano com mais mobilidade, o que condiciona a estabilidade (Lear e Gross, 1998). Esta depende dos estabilizadores estáticos, nomeadamente os ligamentos, a cavidade e o lábio glenoide; e dos estabilizadores dinâmicos, compostos pela coifa dos rotadores, deltoide, bicípite braquial e grande peitoral (Hackney, 1996; Lear e Gross, 1998).

O movimento harmonioso do complexo articular do ombro depende das articulações envolventes (Herrington, Waterman e Smith, 2015), nomeadamente da perfeita relação existente entre a escápula e o úmero, denominado ritmo escapulo-umeral (Moseley et al, 1992). Segundo Inman e Abbott (1944) e Mottram (1997), durante os movimentos de elevação do ombro existe uma relação de 2:1 do movimento umeral relativamente ao escapular, ou seja, o braço inicia os primeiros graus do movimento, no entanto de modo a ser um movimento coordenado a escápula realiza rotação superior para promover estabilidade ao movimento iniciado pelo braço. Por exemplo no caso da abdução do braço a 180°, este só consegue realizar 120° de abdução em que os restantes 60° são da responsabilidade da escápula. Isto acontece para reduzir o risco de colisão limitante da cabeça do úmero na apófise acromial da omoplata, necessitando a mesma de auxiliar na fase final do movimento (Inman e Abbott, 1944; Mottram, 1997).

Em termos neuromusculares Muscolino (2006), sugere que para garantir o movimento harmonioso da escápula os músculos trapézio superior e inferior atuam sinergicamente na rotação superior da omoplata de modo a facilitar a ação muscular do deltoide na abdução do braço. De igual forma, são os músculos trapézio e serrátil anterior que mais contribuem para a estabilização dinâmica da escápula, uma vez que este último músculo, ao não desempenhar corretamente a sua função, pode levar a patologias sendo a mais frequente o *impingement* do ombro (Park e Yoo, 2011; Mottram, 1997).

A intervenção da fisioterapia na reabilitação do complexo articular do ombro é bastante útil na promoção da qualidade de vida, pois proporciona estabilidade necessária para as atividades da vida diária (AVD's), assim um dos primordiais objetivos da fisioterapia é melhorar o senso de posição e reeducar os padrões de movimento com exercícios de fortalecimento e resistência dos músculos envolventes (Kiss, Illyés, e Kiss, 2010). Um programa de reabilitação passa principalmente por exercícios de cadeia cinética fechada, pois este proporciona proprioceção, fortalecimento e estabilidade à articulação. Os exercícios de cadeia cinética fechada são realizados com a extremidade distal fixa e é na

extremidade proximal que ocorre movimento, são realizados deste modo para fornecer uma base estável à articulação (Rogol, Ernst e Perrin, 1998). Nestes exercícios de cadeia cinética fechada deverá ocorrer uma gradual progressão na reabilitação, sendo recomendado a introdução de superfícies instáveis (Herrington, Waterman e Smith, 2015; Pontillo, et al., 2007).

O exercício *push-up*, em português prancha, é um dos exercícios da cadeia cinética fechada mais utilizado devido às inúmeras variações e adaptações que dele se pode realizar. Segundo Herrington, Waterman e Smith (2015), numa primeira fase da reabilitação opta-se por realizar o *box position*, que consiste na posição de quatro apoios, sendo as mãos e os cotovelos as superfícies de suporte, antes de realizar qualquer outra variação. Nas fases seguintes vai ocorrendo progressão do *box position* para a prancha, alterando o número de apoios assim como as superfícies instáveis, de modo a melhorar a propriocepção e aumentar a atividade muscular (Herrington, Waterman e Smith, 2015). Ao realizar a prancha o músculo serrátil anterior, sendo um dos músculos primários quando se refere à estabilização da escápula, vai ser um dos mais ativados (Tucker, Campbell, Swartz e Armstrong, 2008; Herrington, Waterman e Smith, 2015).

Reforçando a ideia acima referida, os autores Park e Yoo (2011), efetuaram um estudo em que o principal objetivo era analisar o músculo serrátil anterior no exercício prancha, tanto em superfície estável como em superfície instável. Ao realizar o exercício proposto os cotovelos tinham de estar em extensão máxima, na análise dos resultados foi possível verificar os maiores níveis de ativação em superfícies instáveis.

Posto isto, o propósito do respetivo estudo é Analisar a atividade eletromiográfica dos músculos serrátil anterior, trapézio superior e inferior ao longo do exercício de *box position* e prancha com diferentes variações e superfícies.

## **Metodologia:**

### **Tipo de estudo:**

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.

**Amostra:**

Quinze participantes, dos quais 11 eram de sexo masculino e 4 do sexo feminino, com idades compreendidas entre os 19 e os 30 anos participaram no estudo, na tabela seguinte (tabela 1) é possível observar os valores relativos à mediana e distância interquartílica de idade e IMC, assim como o valor percentual consoante o género e a preferência manual de acordo com o Questionário de Preferência Lateral de Van Strien (2002).

**Tabela 1** - Caracterização da amostra em estudo relativamente à mediana e distância interquartílica referentes à idade e IMC, assim como distribuição percentual por Género e Preferência manual

|                               |                      |
|-------------------------------|----------------------|
| <b>Idade (anos)</b>           | 22.00 ( $\pm 2.00$ ) |
| <b>IMC (Kg/m<sup>2</sup>)</b> | 23.41 ( $\pm 3.83$ ) |
| <b>Género</b>                 | 73% Sexo masculino   |
|                               | 27% Sexo feminino    |
| <b>Preferência Manual</b>     | 87% Destrímanos      |
|                               | 13% Sinistrómanos    |

Constituíram critérios de inclusão serem adultos jovens saudáveis com idades compreendidas entre os 18 e 30 anos e constituíram critérios de exclusão a existência de lesões atuais e/ou com diagnóstico de patologias nos membros superiores e/ ou coluna; que referenciassem sintomatologia álgica nos últimos 7 dias; que tenham recorrido a medicação (AINES ou relaxantes musculares) em igual período; com patologias metabólicas, cardíacas, epilepsia, neurológicas, cardiorrespiratória, e gravidez (Lear e Gross, 1998; Tucker, Campbell, Swartz e Armstrong, 2008; Uhl, et al. 2003).

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

**Material e instrumentos:**

Para a análise da atividade mioelétrica recorreu-se à eletromiografia de superfície. Foram usados elétrodos, gaze, álcool, fita milimétrica, balança, mala antropométrica, dois discos instáveis, duas bolas pequenas, TRX (Figura 1) e um colchão de apoio. Sendo a gaze e o álcool utilizados para realizar a higienização da pele antes de colocar os respetivos elétrodos. A fita milimétrica, balança e a mala antropométrica foi utilizada para a caracterização de cada indivíduo de modo a garantir a homogeneidade da amostra e por

fim, os discos instáveis, as bolas pequenas, o TRX e o colchão de apoio foram utilizados para a realização dos exercícios propostos.

O eletromiógrafo utilizado neste estudo foi o bioPLUXresearch, este aparelho consiste em receber e digitalizar o sinal emitido pelos elétrodos posicionados sobre a pele. Os canais são de 12 bit, com uma frequência de amostragem de 1000Hz. O processamento foi realizado offline através do software MATLAB<sup>®</sup> (The Math Works Inc., Natick, MA) 2015<sub>a</sub>.

Como já supracitado, foi utilizado o Questionário de Preferência Lateral de Van Strien (2002), de modo a definir a dominância manual de cada indivíduo e o Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) para determinar o tipo de atividade física praticada e o tempo consumido no cotidiano.



*Figura 1: Superfícies instáveis*

### **Procedimentos:**

Após ser obtida a autorização por parte da Comissão de Ética da Universidade Fernando Pessoa, os participantes que integraram o estudo primeiramente assinaram o formulário de consentimento informado. A todos os participantes foi garantido que todas as informações retiradas seriam confidenciais, assim como o direito de desistir a qualquer momento, sem prejuízo pessoal.

De seguida foram então recolhidos os dados para a caracterização da amostra, entre elas estavam as medidas antropométricas, 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. Foi também efetuado o Questionário de Preferência Lateral de Van Strien (2002), que consiste num questionário de 10 perguntas referentes à preferência manual na execução de várias

tarefas. Em seguida realizou-se o Questionário Internacional de Atividade Física (IPAC), composto por 7 perguntas que vão determinar o tipo de atividade física praticada e o tempo despendido no cotidiano.

Para a eletromiografia, foi efetuada a tricotomia e a higienização da pele com gaze e álcool para se proceder à colocação dos elétrodos (Hermens, Freriks, Disselhorst-Klug e Rau, 2000). Os elétrodos foram então colocados nos músculos trapézio superior, trapézio inferior e serrátil anterior de acordo com os autores Criswell (2010), Ekstrom, Soderberg e Donatelli (2005) e Pontillo et al. (2007).

Relativamente ao protocolo de normalização para cada músculo, foi solicitada durante 6 segundos uma contração máxima voluntária (CMV) segundo teste muscular manual de Kendal et al. (2009). A análise dos dados foi efetuada com base no protocolo de Fischer, Belbeck e Dickerson (2010) e as recolhas dos dados foram realizadas pelo mesmo avaliador de forma a padronizar os procedimentos.

Posteriormente foi explicada toda a sequência necessária para a realização do estudo, inicialmente foi realizada a posição base, *box position* em que consistia permanecer em quatro apoios com a cabeça em posição neutra, alinhamento da coluna vertebral e a articulação coxo-femoral a 90° de flexão (fig.2). Feita esta posição eram então realizadas todas as outras variações, alternando o número de apoio e modificando as superfícies instáveis. O segundo exercício era em *box position* de apoio unilateral, mantendo a outra mão ao longo do tronco de modo a não ocorrer compensações (fig.3). O Terceiro exercício foi o *box position* de apoio duplo nos discos com punho em posição neutra (fig.4). Quarto exercício, posição base de apoio unilateral no disco (fig.5), tendo em atenção ao braço oposto ao longo do tronco. Quinto exercício, inicia-se na posição base no entanto com apoio bilateral nas bolas (fig.6). Sexto exercício em *box position* inicia-se na posição base finalizando-se com apoio unilateral na bola (fig.7). Os exercícios seguintes eram em posição de prancha, isto é, manter a cabeça em posição neutra, o alinhamento da coluna vertebral com a diferença da articulação coxo-femoral, em que esta se encontrava em posição neutra. Sendo assim, o sétimo exercício era em posição de prancha com ambos os braços apoiados no solo em posição neutra (fig.8). O oitavo exercício era com os braços apoiados nos discos (fig.9) e o nono exercício (fig.10), com os braços apoiados nas bolas. Os próximos três exercícios constavam com a mesma ordem dos últimos três exercícios, no entanto apenas mudava o apoio de pés, que passava de apoio no solo para TRX (fig.11, 12 e 13). Todos os exercícios realizados foram

supervisionados no sentido preservar todos os componentes necessários à correta realização do exercício.

A execução das variações foi mantida por 10 segundos, com 30 segundos de repouso, sendo a ordem dos exercícios aleatória.

Relativamente ao processamento dos dados referentes à atividade eletromiográfica, os registos foram filtrados inicialmente com um filtro de banda com frequência de corte de 10 a 350Hz, buterworth. De seguida foi ajustada a unidade de medida para milivolts retirando também a constante contida no sinal, recorrendo-se ao cálculo posterior do valor eficaz. Cada músculo foi normalizado no que diz respeito à sua atividade eletromiográfica durante a CMV, tendo sido os valores da atividade eletromiográfica em cada variação expressos em % da CMV.



Figura 2: Box position



Figura 3: Box position unilateral



Figura 4: Box position bilateral com discos



Figura 5: Box position unilateral com disco



Figura 6: Box position bilateral com bolas



Figura 2: Box position unilateral com bola



Figura 8: Prancha



Figura 9: Prancha com discos



Figura 10: Prancha com bolas



Figura 5: Prancha com apoio de TRX nos MI's



Figura 4: Prancha com apoio de TRX nos MI's e nos MS's com discos



Figura 3: Prancha com apoio de TRX nos MI's e bolas nos MS's

Legenda: MS's (membros Superiores); MI's (Membros Inferiores).

### Análise Estatística:

Para a análise dos dados seguintes empregou-se o software de análise estatística IBM SPSS® 24 para o Windows. Recorrendo à estatística descritiva (mediana e distância interquartílica) foi então realizada a caracterização da amostra e das variáveis em estudo. Para avaliar se as variáveis em estudo estavam normalmente distribuídas foi aplicado o teste Shapiro-Wilk e de acordo com os resultados apresentados foram usados os testes não paramétricos para um  $\alpha$  de 0,05. Na comparação da análise eletromiográfica dos músculos em cada exercício e na comparação de cada músculo nos diversos exercícios foi utilizado o teste não paramétrico de *Friedman two way analysis of variance by Ranks*.

### Resultados:

Nas tabelas seguintes encontram-se os valores relativos à contração máxima voluntária dos músculos em cada exercício e os valores de cada músculo entre os exercícios.

**Tabela 2** – Mediana (%) e distância interquartílica da percentagem da CMV para cada um dos músculos analisados, para cada uma das variações e valores de  $p$  relativos ao teste de Friedman

|                  | Trapézio Superior  | Trapézio Inferior  | Serrátil Anterior    | (p)          |
|------------------|--------------------|--------------------|----------------------|--------------|
| <b>BP 1</b>      | 1,34 ( $\pm$ 2,00) | 1,58 ( $\pm$ 1,18) | 10,63 ( $\pm$ 6,61)  | $\leq$ 0,01* |
| <b>BP 2</b>      | 2,37 ( $\pm$ 4,34) | 3,50 ( $\pm$ 2,73) | 19,92 ( $\pm$ 8,06)  | $\leq$ 0,01* |
| <b>BP 3</b>      | 2,12 ( $\pm$ 4,47) | 3,56 ( $\pm$ 9,33) | 7,33 ( $\pm$ 9,27)   | $\leq$ 0,01* |
| <b>BP 4</b>      | 1,70 ( $\pm$ 4,12) | 1,84 ( $\pm$ 4,10) | 10,79 ( $\pm$ 15,68) | $\leq$ 0,01* |
| <b>BP 5</b>      | 1,61 ( $\pm$ 3,85) | 1,51 ( $\pm$ 3,66) | 6,22 ( $\pm$ 4,83)   | $\leq$ 0,01* |
| <b>BP 6</b>      | 2,23 ( $\pm$ 4,84) | 2,65 ( $\pm$ 1,43) | 11,04 ( $\pm$ 11,93) | $\leq$ 0,01* |
| <b>Prancha 7</b> | 5,57 ( $\pm$ 7,98) | 5,94 ( $\pm$ 7,01) | 36,48 ( $\pm$ 13,99) | $\leq$ 0,01* |
| <b>Prancha 8</b> | 4,23 ( $\pm$ 5,77) | 4,07 ( $\pm$ 4,01) | 29,86 ( $\pm$ 14,18) | $\leq$ 0,01* |
| <b>Prancha 9</b> | 3,54 ( $\pm$ 5,08) | 4,34 ( $\pm$ 4,16) | 25,82 ( $\pm$ 18,17) | $\leq$ 0,01* |

|                   |                      |                       |                       |               |
|-------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------|
| <b>Prancha 10</b> | 6,42 ( $\pm 10,70$ ) | 11,57 ( $\pm 7,33$ )  | 38,41 ( $\pm 22,12$ ) | $\leq 0,01^*$ |
| <b>Prancha 11</b> | 5,34 ( $\pm 8,65$ )  | 10,06 ( $\pm 13,36$ ) | 35,32 ( $\pm 29,11$ ) | $\leq 0,01^*$ |
| <b>Prancha 12</b> | 5,27 ( $\pm 11,83$ ) | 14,30 ( $\pm 14,54$ ) | 26,79 ( $\pm 23,88$ ) | $\leq 0,01^*$ |
| <b>(p)</b>        | $\leq 0,01^*$        | $\leq 0,01^*$         | $\leq 0,01^*$         |               |

Legenda: BP – Box Position; \* representa significância

De uma forma geral da análise da tabela 2 é possível observar que existem diferenças significativas quer entre músculos, quer entre variações para um mesmo músculo. Na tabela seguinte encontram-se expressos os valores relativos à comparação para a par relativos ao teste de Friedman.

**Tabela 3** – Valores relativos à comparação par a par, respeitantes 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)</b><br><b><math>\leq 0,05</math></b>              |
|--|--|
| <b>Box Position 1</b>                      | TI / SA<br>TS / SA<br>$p \leq 0,01^*$<br>$p \leq 0,01^*$ |
| <b>Box Position 2</b>                      | TI / SA<br>TS / SA<br>$p \leq 0,01^*$<br>$p \leq 0,01^*$ |
| <b>Box Position 3</b>                      | TS / SA<br>0,002*  |
| <b>Box Position 4</b>                      | TS / SA<br>TI / SA<br>$p \leq 0,01^*$<br>$p \leq 0,01^*$ |
| <b>Box Position 5</b>                      | TS / SA<br>TI / SA<br>0,004*<br>0,011*                   |
| <b>Box Position 6</b>                      | TS / SA<br>TI / SA<br>$p \leq 0,01^*$<br>$p \leq 0,01^*$ |
| <b>Prancha 7</b>                           | TS / SA<br>TI / SA<br>0,001*<br>0,002*                   |
| <b>Prancha 8</b>                           | TI / SA<br>TS / SA<br>$p \leq 0,01^*$<br>0,001*          |
| <b>Prancha 9</b>                           | TS / SA<br>TI / SA<br>0,001*<br>0,002*                   |
| <b>Prancha 10</b>                          | TS / SA<br>0,004*  |
| <b>Prancha 11</b>                          | TS / SA<br>0,009*  |
| <b>Prancha 12</b>                          | TS / SA<br>0,034*  |

Legenda: TS (Trapézio superior); TI (Trapézio inferior); SA (Serrátil anterior) ; \*representa significância.

**Tabela 4** – Valores relativos a ativação muscular entre cada exercício, respeitantes ao teste de *Friedman two way analysis of variance by Ranks* para valores de significância  $p \leq 0,05^*$

| <b>Trapézio Inferior (TI)</b> | <b>(p) <math>\leq 0,05</math></b> | <b>Trapézio Superior (TS)</b> | <b>(p) <math>\leq 0,05</math></b> | <b>Serrátil anterior (SA)</b> | <b>(p) <math>\leq 0,05</math></b> |
|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| 1 / 7                         | $p \leq 0,01^*$                   | 1 / 7                         | $p \leq 0,01^*$                   | 1 / 7                         | $p \leq 0,01^*$                   |
| 1 / 8                         | 0,009*                            | 1 / 8                         | 0,006*                            | 1 / 8                         | 0,001*                            |
| 1 / 9                         | 0,006*                            | 1 / 9                         | 0,003*                            | 1 / 9                         | 0,016*                            |
| 1 / 10                        | $p \leq 0,01^*$                   | 1 / 10                        | $p \leq 0,01^*$                   | 1 / 10                        | $p \leq 0,01^*$                   |
| 1 / 11                        | $p \leq 0,01^*$                   | 1 / 11                        | $p \leq 0,01^*$                   | 1 / 11                        | $p \leq 0,01^*$                   |
| 1 / 12                        | $p \leq 0,01^*$                   | 1 / 12                        | $p \leq 0,01^*$                   | 1 / 12                        | $p \leq 0,01^*$                   |
| 2 / 10                        | 0,016*                            | 2 / 12                        | 0,046*                            | 3 / 7                         | $p \leq 0,01^*$                   |
| 2 / 11                        | 0,002*                            | 3 / 7                         | 0,002*                            | 3 / 8                         | $p \leq 0,01^*$                   |
| 2 / 12                        | 0,001*                            | 3 / 10                        | $p \leq 0,01^*$                   | 3 / 9                         | 0,002*                            |
| 3 / 10                        | 0,46*                             | 3 / 11                        | $p \leq 0,01^*$                   | 3 / 10                        | $p \leq 0,01^*$                   |
| 3 / 11                        | 0,007*                            | 3 / 12                        | $p \leq 0,01^*$                   | 3 / 11                        | $p \leq 0,01^*$                   |
| 3 / 12                        | 0,004*                            | 4 / 7                         | 0,004*                            | 3 / 12                        | $p \leq 0,01^*$                   |
| 4 / 10                        | 0,002*                            | 4 / 10                        | $p \leq 0,01^*$                   | 4 / 7                         | 0,002*                            |
| 4 / 11                        | $p \leq 0,01^*$                   | 4 / 11                        | $p \leq 0,01^*$                   | 4 / 10                        | 0,010*                            |
| 4 / 12                        | $p \leq 0,01^*$                   | 4 / 12                        | $p \leq 0,01^*$                   | 4 / 11                        | 0,001*                            |
| 5 / 7                         | 0,009*                            | 5 / 7                         | $p \leq 0,01^*$                   | 4 / 12                        | 0,031*                            |
| 5 / 10                        | $p \leq 0,01^*$                   | 5 / 9                         | 0,035*                            | 5 / 7                         | $p \leq 0,01^*$                   |
| 5 / 11                        | $p \leq 0,01^*$                   | 5 / 10                        | $p \leq 0,01^*$                   | 5 / 8                         | $p \leq 0,01^*$                   |
| 5 / 12                        | $p \leq 0,01^*$                   | 5 / 11                        | $p \leq 0,01^*$                   | 5 / 9                         | 0,001*                            |
| 6 / 10                        | 0,003*                            | 5 / 12                        | $p \leq 0,01^*$                   | 5 / 10                        | $p \leq 0,01^*$                   |
| 6 / 11                        | $p \leq 0,01^*$                   | 6 / 10                        | 0,011*                            | 5 / 11                        | $p \leq 0,01^*$                   |
| 6 / 12                        | $p \leq 0,01^*$                   | 6 / 11                        | 0,008*                            | 5 / 12                        | $p \leq 0,01^*$                   |
|                               |                                   | 6 / 12                        | 0,007*                            | 6 / 7                         | $p \leq 0,01^*$                   |
|                               |                                   |                               |                                   | 6 / 8                         | 0,014*                            |
|                               |                                   |                               |                                   | 6 / 10                        | 0,001*                            |
|                               |                                   |                               |                                   | 6 / 11                        | $p \leq 0,01^*$                   |
|                               |                                   |                               |                                   | 6 / 12                        | 0,004*                            |

\*representa significância.

Da observação dos resultados obtidos no presente estudo, os dados sugerem que existem diferenças estatisticamente significativas tanto a nível da atividade de cada músculo nos diferentes exercícios como a nível da atividade eletromiográfica dos variados músculos em cada exercício. De uma forma geral, o músculo serrátil anterior apresentou níveis de maior ativação, com variação de 6,22 a 38,41% CMV. Sendo o músculo trapézio superior que apresentou níveis de menor ativação, 1,34 a 6,42% CMV.

#### **Ativação muscular em cada exercício:**

Os valores para comparação de resultados encontram-se na tabela 3. É possível observar que existem diferenças significativas entre o músculo serrátil anterior com trapézio

superior. Relativamente à comparação entre o músculo serrátil anterior com trapézio inferior existem também diferenças significativas nos vários exercícios à exceção da *box position 3*, prancha 10, 11 e 12. Da análise de cada exercício, podemos verificar que o músculo serrátil anterior foi o mais ativado em todos os exercícios propostos, com valores de % CMV que oscilam entre os 6,22 e 38,41%, sendo o primeiro valor respetivo à *box position 5* e o de 38,41% relativo à prancha 10. Seguidamente o trapézio inferior foi o segundo mais ativado (1,51 e 14,30% CMV), com exceção dos exercícios *box position 5* e prancha 8. No caso dois exercícios anteriormente referidos, o segundo musculo mais ativado foi o trapézio superior, com valores de CMV de 1,61 e 4,23% respetivamente. O exercício que menos demonstrou atividade eletromiografica do músculo trapézio superior foi *box position 1* com 1,34% CMV e o que mais ativou foi o exercício prancha 10 com 6,42% CMV.

#### **Ativação muscular entre exercícios:**

Foram encontradas diferenças significativas nos níveis de ativação muscular entre exercícios em todos os músculos. Ao analisar a tabela 4, de comparações par a par, é possível afirmar que o músculo serrátil anterior foi o que apresentou a maior variação de ativação entre exercícios.

De uma forma geral não existe diferenças significativas entre *box position* nem entre pranchas. No entanto existe sim diferenças entre cada uma das *box position* e as pranchas, ou seja, no músculo trapézio superior existe diferenças significativas entre a *box position 1* e todas as pranchas. Na *box position 2* (2,37% CMV) apenas existe diferenças significativas com a prancha 12 (5,27% CMV). Tanto na *box position 3* como na *box position 5* há diferenças significativas entre as pranchas 7, 10, 11 e 12. Na *box position 4* encontram-se diferenças significativas com as pranchas 7, 10, 11 e 12, e por fim entre a *box position 6* e as pranchas 10, 11 e 12. Sendo no exercício prancha 10 que se observa os maiores níveis de ativação, 6,42% CMV e no exercício *box position 1* os menores níveis, 1,34% CMV. Relativamente ao músculo trapézio inferior existe sobretudo diferenças significativas entre *box position 2, 3, 4 e 6* e as pranchas 10, 11 e 12, que são as variações com apoio de TRX nos pés. No entanto também encontra-se diferenças significativas entre a *box position 1* e todas as pranchas e entre a *box position 5* e as pranchas 7, 10, 11 e 12. O exercício que mais ativou o trapézio inferior foi a prancha 12, com 14,30% CMV e o exercício que menos ativou foi *box position 5* com 1,51% CMV. A término, o músculo serrátil anterior apresentou os maiores níveis de ativação no

exercício prancha 10, com 38,41% CMV e foi no exercício *box position* 5 (6,22% CMV) que se observou os menores níveis de ativação, no entanto apresenta diferenças significativas entre as *box positions* 1, 2 e 5 e todas as pranchas (7, 8, 9, 10, 11 e 12), entre a *box position* 4 e as pranchas 7, 10, 11 e 12 e por fim as ultimas diferenças significativas encontradas no estudo são entre a *box position* 6 e as prancha 8, 10, 11 e 12.

## **Discussão:**

O presente estudo analisou a ativação muscular nos músculos serrátil anterior, trapézio superior e trapézio inferior, durante as variações dos exercícios *box position* e prancha. Ao verificar a ativação muscular de cada músculo, foi possível constatar que o músculo serrátil anterior apresentou os maiores níveis de ativação em todas as variações concebidas neste estudo, com valores que oscilam entre 6,22 a 38,41% CMV. Foi no exercício de prancha na variação 12, que o musculo trapézio inferior obteve os maiores níveis de ativação com 14,30% CMV. Já o músculo trapézio superior teve a sua maior ativação na variação 10 da prancha com 6,42% CMV, sendo este no geral, o músculo menos ativado no presente estudo.

Considerando a tabela 2, os valores de ativação muscular apresentados nela, variam de 1,34 a 38,41%. Segundo Uhl, et al. (2003), os níveis de atividade eletromiografica (% CMV) podem ser caracterizados no decorrer do recrutamento muscular, sendo eles, atividade baixa (<20%), atividade moderada (20-40%), atividade intensa (41-60%) e muito intensa (>60%). Posto isto, o músculo serrátil anterior apresentou resultados de atividade moderada de 38,41% CMV na variação 10 da prancha. No entanto, tanto o trapézio superior e o trapézio inferior obtiveram resultados inferiores a 20% (atividade baixa) do recrutamento muscular, 6,42% na variação 10 da prancha e 14,30% na variação 12 da prancha respectivamente (Uhl, et al.,2003). Segundo Moseley, et al. (1992), é possível afirmar que os exercícios em estudo são indicados como exercícios de resistência pois obtiveram valores abaixo dos 50% CMV. De acordo com Castelein, Cagnie, Parlevliet e Cools, (2016), para desenvolver um trabalho de resistência, devem então ser aumentados os números de repetições a uma baixa intensidade. Considera-se assim ser mais importante um treino de resistência, pois desta forma é possível controlar o fator fadiga (fator este que influencia diretamente a estabilidade), não permitindo assim a criação padrões de movimento disfuncionais.

No estudo de Tucker, et al. (2010) foi possível observar a diminuição da atividade electromiográfica no músculo serrátil anterior sobre superfícies instáveis quando comparadas com superfícies estáveis, contudo no presente estudo não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas.

Já o estudo de Pontilho, et al. (2007) analisa os músculos, serrátil anterior, trapézio superior e inferior no exercício de *box position* unilateral. Apresentam um aumento de atividade eletromiográfica em superfícies estáveis de apoio unilateral quando comparado com superfícies instáveis de apoio unilateral. No presente estudo não se observou diferenças estatisticamente significativas nestes mesmos exercícios. No entanto, no estudo de Pontilho et al (2007), à medida que os músculos serrátil anterior, trapézio superior e inferior sofreram uma diminuição de atividade muscular em superfícies instáveis, o músculo tríceps aumentou a sua atividade. Como explicação para o observado é que apesar de ocorrer alterações do centro de pressão provocado pelas superfícies instáveis, não é o suficiente para aumentar a atividade muscular.

No estudo de Herrington, Waterman e Smith, (2015), analisou o músculo serrátil anterior nos exercícios de *box position* e prancha com superfícies estáveis e instáveis. Foi possível verificar que houve diferenças estatisticamente significativas entre as variações de *box position* e entre as variações de prancha, enquanto que no presente estudo apenas se observou diferenças estatisticamente significativas entre *box position* e prancha. No entanto no estudo de Herrington, Waterman e Smith, (2015), o exercício de prancha apresentou valores superiores a 20% de CMV relativamente ao exercício *box position*. Assim como no presente estudo foi possível verificar essa mesma diferença,

Ao ter em conta as categorias de Uhl, et al. (2003), é possível realizar um programa de reabilitação para cada músculo classificando em atividade baixa e moderada de modo a ser mais fácil para o profissional selecionar os exercícios mais oportunos, dado que em fases iniciais da reabilitação por norma são empregados exercícios que menos atividade muscular têm, ou seja, todas as variações de *box position* são utilizadas num primeiro momento antes de ser realizada a prancha (Ludewig, et al., 2004). Desta forma, para o músculo serrátil anterior nos exercícios de atividade baixa iria-se incluir: BP 5 (6,22%), seguidamente BP 3 (7,33%), BP 1 (10,63%), BP 4 (10,79%), BP6 (11,04%), BP 2 (19,92%), já nos exercícios de atividade moderada optava-se por: Prancha 9 (25,82%), Prancha 12 (26,79%), Prancha 8 (29,86%), Prancha 11 (35,32%), Prancha 7 (36,48%) e por fim Prancha 10 (38,41%). O músculo trapézio inferior nos exercícios de atividade baixa integra-se os exercícios, BP 5 (1,51%), BP 1 (1,58%), BP 4 (1,84%), BP 6 (2,65%),

BP 2 (3,50%), BP 3 (3,56%), Prancha 8 (4,07%), Prancha 9 (4,34%), Prancha 7 (5,94%), Prancha 11 (10,06%), Prancha 10 (11,57%) e por fim Prancha 12 (14,30%). Já no músculo trapézio superior a sequência de exercícios de atividade baixa era a seguinte: BP 1 (1,34%), BP 5 (1,61%), BP 4 (1,70%), BP 3 (2,12%), BP 6 (2,23%), BP 2 (2,37%), Prancha 9 (3,54%), Prancha 8 (4,23%), Prancha 12 (5,27%), Prancha 11 (5,34%), Prancha 7 (5,57%) e Prancha 10 (6,42%). Relativamente à ordem efetuada de todos os programas teve-se em conta a carga exercida para cada músculo, começando com menos atividade para que esta possa ser gradualmente aumentada tal com previsto por Uhl, et al. (2003). O estudo efetuado apresentou algumas limitações, sendo a principal a reduzida dimensão da amostra. Outra das limitações do estudo foi o não controlo da carga suportada em cada membro, conforme proposto por Uhl, et al (2003) onde os exercícios efetuados são com o apoio de mãos numa balança de modo a analisar eventuais assimetrias sobre os membros.

### **Conclusão:**

O presente estudo demonstrou diferenças significativas na análise eletromiográfica dos músculos estabilizadores da escápula. Foi possível constatar que o músculo serrátil anterior foi o mais ativado no entanto a introdução de superfícies instáveis não aumentou a atividade muscular. Porém é possível realizar um programa de reabilitação conforme as necessidades clínicas do paciente, uma vez que foram plausíveis os diferentes níveis de ativação muscular nos múltiplos exercícios efetuados

Para futuros estudos, poder-se-á replicar esta metodologia, no entanto numa amostra superior para haver uma maior confiabilidade dos dados que foram apresentados.

### **Referências Bibliográficas:**

Castelein, 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. (2010). *Cram's introduction to surface electromyography*. Jones & Bartlett Publishers.

Culham, E., e Peat, M. (1993). Functional anatomy of the shoulder complex. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 18(1), 342-350.

Ekstrom, R., Soderberg, G., e Donatelli, R. (2005). Normalization procedures using maximum voluntary isometric contractions for the serratus anterior and trapezius muscles during surface EMG analysis. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 15(4), 418-428.

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.

Hackney, R. (1996). Advances in the understanding of throwing injuries of the shoulder. *British journal of sports medicine*, 30(4), 282.

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., 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.

Inman, V., e Abbott, L. (1944). Observations on the function of the shoulder joint. *JBJS*, 26(1), 1-30.

Kendall, P., et al. (2009). *Músculos: Provas e Funções*. 5ª ed. São Paulo: Manole.

Kiss, R., Illyés, Á., e Kiss, J. (2010). Physiotherapy vs. capsular shift and physiotherapy in multidirectional shoulder joint instability. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20(3), 489-501.

Lear, L., e Gross, M. (1998). An electromyographical analysis of the scapular stabilizing synergists during a push-up progression. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 28(3), 146-157.

Ludewig, P., et al. (2004). Relative balance of serratus anterior and upper trapezius muscle activity during push-up exercises. *The American journal of sports medicine*, 32(2), 484-493.

Moseley JR, J. , Jobe, F. , Pink, M., Perry, J., e Tibone, J. (1992). EMG analysis of the scapular muscles during a shoulder rehabilitation program. *The American Journal of Sports Medicine*, 20(2), 128-134.

Mottram, S.(1997). Dynamic stability of the scapula. *Manual therapy*, 2(3), 123-131.

Musculino, J., (2006). *Kinesiology – The Skeletal System and Muscle Function*, Lusodidacta, New York.

- Park, S., e Yoo, W. (2011). Differential activation of parts of the serratus anterior muscle during push-up variations on stable and unstable bases of support. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 21(5), 861-867.
- Pontillo, M., et al. (2007). Shoulder musculature activity and stabilization during upper extremity weight-bearing activities. *North American journal of sports physical therapy: NAJSPT*, 2(2), 90.
- Rogol, I., Ernst, G., e Perrin, D. (1998). Open and closed kinetic chain exercises improve shoulder joint reposition sense equally in healthy subjects. *Journal of athletic training*, 33(4), 315.
- Tucker, W., Campbell, B., Swartz, E., e Armstrong, C. (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.
- Tucker, W., et al. (2010). Scapular muscle activity in overhead athletes with symptoms of secondary shoulder impingement during closed chain exercises. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 91(4), 550-556.
- Uhl, T., et al. (2003). Shoulder musculature activation during upper extremity weight-bearing exercise. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 33(3), 109-117.