

ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA DO EXERCÍCIO PUSH-UP COM AS ESCÁPULAS ESTÁTICAS EM RETRAÇÃO, PROTRAÇÃO E EM MOVIMENTO

Jean Marlon Machado¹, Elinai Dos Santos Freitas Schutz¹, Erasmo Paulo Miliorini Ouriques¹

RESUMO

O push-up é um exercício resistido utilizado para testar e desenvolver a força e resistência muscular localizada dos membros superiores e embora existam muitas variações, pouco se sabe sobre a ativação muscular quando se colocam as escápulas em diferentes posições. Diante disso esse estudo teve por objetivo analisar a ativação muscular durante a execução do exercício push-up, quando realizado com as escápulas em retração, em protração e em movimento. Participaram 30 homens, praticantes de exercícios resistidos, que realizaram 12 repetições em três variações do exercício push-up (escápulas retraídas, protraídas e em movimento). Para análise da ativação dos músculos peitoral maior, deltoide anterior e serrátil anterior, utilizou-se um eletromiógrafo com taxa de aquisição de 2000 Hz e ganho de 200 Hz. Os dados foram normalizados pela contração isométrica voluntária máxima e, para análise dos resultados, foi realizado teste ANOVA de dois fatores para medidas repetidas, sob um intervalo de confiança de 95% ($p \leq 0,05$). O peitoral maior teve maior atividade durante o push-up com as escápulas em movimento ($p < 0,001$). Serrátil anterior mostrou valores mais baixos de ativação durante o push-up com as escápulas em retração, comparado as duas outras variações ($p < 0,001$). O deltoide anterior teve valores de ativação superiores aos demais músculos nas três variações ($p < 0,001$), e com as escápulas em movimento ativou mais do que em retração ($p < 0,001$). A partir destes resultados, concluiu-se que movimentar as escápulas promove maior ativação muscular desses músculos analisados.

Palavras-chave: Cinesiologia aplicada. Fenômenos biomecânicos. Eletromiografia.

1 - Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, Santa Catarina, Brasil.

E-mail dos autores:
 marlonmachado.fcb@gmail.com
 elinai.freitas@unisol.br
 erasmofloripa@yahoo.com.br

ABSTRACT

Electromyographic analysis of the push-up exercise with the static scapulas in retraction, protraction and in movement

Push-up is a resistance exercise used to test and develop the strength and localized muscular resistance of the upper limbs and although there are many variations, little is known about muscle activation when placing the scapulas in different positions. Therefore, the objective of this study is analyze muscle activation during the execution of the push-up exercise, when performed with the scapulas in retraction, in protraction and in movement. Participated 30 men, practitioners of resistance exercises, who performed 12 repetitions in three variations of the push-up exercise (scapulas retracted, protracted and in movement). To analyze the activation of the pectoralis major, anterior deltoid and anterior serratus muscles, an electromyograph with a sample rate of 2000 Hz and a gain of 200 Hz was used. The data were normalized by the maximum voluntary isometric contraction and Two-Way Repeated Measures ANOVA was performed for analysis of the results, under a 95% confidence interval ($p \leq 0.05$). The pectoralis major had greater activity during the push-up with the scapulas in movement ($p < 0.001$). Anterior serratus showed lower activation values during push-up with the scapulas in retraction, compared to the two other variations ($p < 0.001$). The anterior deltoid had activation values higher than the other muscles in the three variations ($p < 0.001$), and with the scapulas in movement, it activated more than in retraction ($p < 0.001$). From these results, it was concluded that push-up with movement of the scapulas promotes greater muscle activation of these analyzed muscles.

Key words: Biomechanics. Electromyography. Push-up.

Autor correspondente:
 marlonmachado.fcb@gmail.com
 Jean Marlon Machado.
 Rua Leopoldo Pierri, 324, Ap 203.
 Palhoça-SC, Brasil.

INTRODUÇÃO

A calistenia é um método de exercícios físicos que se popularizou no início do século XX, tendo como principal característica a utilização do peso corporal como forma de sobrecarga (Boyle, 2016).

Na pesquisa anual sobre as tendências do mundo fitness, realizada pelo Colégio Americano de Medicina Esportiva, Thompson (2018) mostra que o treinamento com o peso corporal é a quinta maior tendência para 2019 e destaca que esse tipo de treinamento físico aparece entre as cinco maiores tendências nos últimos três anos consecutivos.

O push-up está entre os exercícios mais aceitos para testar a força e a resistência muscular localizada dos músculos dos membros superiores do corpo, bem como desenvolvê-las (Riebe e colaboradores, 2016).

De acordo com Kikuchi e Nakazato (2017), o push-up pode promover ganhos significativos na espessura muscular, força muscular máxima e resistência muscular localizada de forma similares aos proporcionados pelo supino, exercício cinesiológicamente semelhante.

Porém, Boyle (2015, 2016) afirma que o push-up pode ser superior ao supino de um ponto de vista funcional, por trabalhar também a região de abdômen; inclusive essa foi a principal diferença encontrada no estudo de Gottschall, Hastings e Becker (2018).

Outro ponto importante é que o push-up pode informar muito sobre a qualidade da estabilização escapular dinâmica do executante (Page, Frank, Lardner, 2010).

Page, Frank e Lardner (2010) ainda dizem que em um push-up correto não deve ocorrer elevação das escápulas, mas sim rotação superior e controle consciente nos movimentos de protração e retração dela; e que padrões diferentes no posicionamento e movimentação das escápulas podem servir para diagnosticar desequilíbrios musculares no complexo do ombro.

Embora muitos estudos façam análises da atividade eletromiográfica do push-up em variações como o posicionamento das mãos (afastadas, neutras e próximas), quanto ao ângulo de flexão inicial da articulação glenoumeral (mãos acima da linha do ombro, neutras e abaixo) (Adavampurath e colaboradores, 2019; Gouvali, Boudolos, 2005; Mok e colaboradores, 2017), ou mesmo em relação à base de apoio (instável e estável)

(Araújo e colaboradores, 2019; Borreani e colaboradores, 2015; Pirauá e colaboradores, 2014), faltam estudos referentes à estabilização da cintura escapular e as implicações na ativação muscular por manter as escápulas em determinadas posições.

Suprak e colaboradores (2013) informam que uma cinemática adequada das escápulas é buscada por diversos programas de reabilitação de lesões do complexo do ombro, mas o que se sabe sobre a eficiência das variações do exercício push-up em programas de fortalecimento e reabilitação é incompleto.

Batista e colaboradores (2013), ao investigarem a atividade eletromiográfica dos músculos estabilizadores da escápula durante a realização de variações do push-up em indivíduos com ou sem síndrome de impacto do ombro, incentivaram a realização de estudos que investiguem a atividade muscular, referente à cintura escapular, durante a execução dinâmica do exercício push-up, para estabelecer evidências que justifiquem a prescrição desses movimentos.

A partir disso, o objetivo do presente estudo foi analisar a ativação muscular dos músculos peitoral maior (PM), deltoide anterior (DA) e serrátil anterior (SA) durante a execução do exercício push-up, quando realizado com as escápulas estáticas em retração (puRET), estáticas em protração (puPRO) e em movimento (retração na fase excêntrica e protração na fase concêntrica) (puMOV), comparando esses músculos com eles mesmos nas três variações e os três músculos entre si em cada variação.

MATERIAIS E MÉTODOS**Amostra**

Participaram deste estudo 30 praticantes de exercícios resistidos, do sexo masculino, com idade entre 18 e 30 anos (idade de 23 ± 3 anos; estatura de $1,76 \pm 0,06$ m; massa corporal de 79 ± 7 kg).

Esses participantes foram selecionados de forma não probabilística, intencional e por conveniência, e todos atenderam aos seguintes critérios de inclusão: a) ser praticante de exercícios resistidos com no mínimo 6 meses de experiência; b) ser do sexo masculino e possuir idade entre 18 e 30 anos; c) não possuir lesão osteomioarticular na região de braços e tronco ou qualquer queixa de comprometimento

musculoesquelético; d) não possuir hipersensibilidade conhecida a respeito do uso do gel condutor presente nos eletrodos, nem ao uso do aparelho de barbear.

Foram excluídos do estudo os participantes que não conseguiram realizar 12 repetições, sem falha concêntrica, de cada uma das três variações do exercício analisado neste trabalho ou que não conseguiram manter as escápulas nas posições pré-estabelecidas.

Também foram excluídos os participantes que apresentaram dor ou desconforto durante a execução dos exercícios analisados.

Procedimentos

Inicialmente o projeto deste estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos, da Universidade do Sul de Santa Catarina (CEP - UNISUL), sob a resolução 466/2012/CNS/MS com certificado de apresentação para apreciação ética (CAAE) de número 16540519.3.0000.5369 e aprovado sob o parecer de número 3.453.600.

Logo após a aprovação no CEP - UNISUL, foram selecionados voluntários, que se enquadraram nos critérios de inclusão, para participação na pesquisa, que após receberem todas as informações a respeito dos procedimentos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Após esse processo, foi agendado com os participantes um horário conveniente a eles e ao pesquisador para coleta dos dados, realizada no laboratório de avaliação física do Complexo Aquático da Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL), Campus Pedra Branca (Palhoça, Brasil).

No momento da coleta, inicialmente, o participante foi conduzido a um processo de aproximadamente 15 minutos para familiarização com os exercícios que seriam analisados.

Nesse processo, o participante foi instruído sobre o modo de execução dos movimentos, bem como realizou os três padrões de movimento que seriam analisados, sendo avaliado sua capacidade de executar os exercícios. Nessa etapa foram excluídos oito participantes do estudo, pois estes não conseguiram realizar a segunda variação do exercício proposto (puPRO). Cada participante excluído foi substituído por outro novo participante para manter o número da amostra em 30 participantes.

Logo após, para coleta, foi realizado a tricotomia nos participantes com aparelho de descartável (Probak II), leve abrasão com esponja vegetal úmida e antissepsia com álcool 70% (LBS) no local em que seriam inseridos os eletrodos.

A atividade eletromiográfica foi captada por meio do Eletromiógrafo Miotool 200/400 USB (MIOTEC Equipamentos Biomédicos Ltda., Porto Alegre-Brasil) de quatro canais, com ganho de 200 Hz e taxa de aquisição de 2.000 Hz por canal. A atividade elétrica foi detectada por meio de eletrodos de superfície de cloreto de prata (AgCl), modelo MSGST-06 (Solidor), autoadesivo, hipoalergênico e com gel condutor.

Os eletrodos foram posicionados conforme as recomendações SENIAM do consórcio europeu para eletromiografia de superfície (Hermens e colaboradores, 2000).

Foram posicionados nos músculos PM (na horizontal, quatro dedos abaixo da clavícula e medialmente logo após a borda axilar anterior), DA (dois dedos abaixo e anterior em relação ao acrômio da escápula, alinhado com as fibras musculares) e SA (abaixo da axila e à frente do grande dorsal, sobre a sexta costela e paralelo a ela). Também foi posicionado um eletrodo de referência (neutro) sobre a extremidade acromial da clavícula do participante (Hintermeister e colaboradores, 1998). Todos os eletrodos foram posicionados no lado direito do corpo e fixados com esparadrapo, da marca Missner (2,5 cm X 4,5 m), para garantir boa aderência à pele.

A atividade eletromiográfica foi normalizada mediante Contração Isométrica Voluntária Máxima (CIVM), realizada em 3 repetições de 3 segundos de duração para cada músculo. Para o PM, o participante ficou sentado com a coluna ereta sem apoio posterior, com a articulação umeroulnar flexionada a 90° e articulação glenoumeral flexionada a 75°, pressionando uma mão contra a outra com força máxima (Hintermeister e colaboradores, 1998).

Para o DA, o participante ficou de pé, com a perna esquerda posicionada à frente da direita, a articulação umeroulnar direita flexionada a 90° e articulação glenoumeral direita sem flexão inicial; e a partir dessa posição, na altura da mão direita, foi posta uma resistência (parede), sendo necessário exercer uma força máxima para flexionar a articulação glenoumeral (Hintermeister e colaboradores, 1998).

Para o SA, o participante ficou em decúbito ventral no solo, com a articulação glenoumeral flexionada a 90° e rodada internamente a 45°, mantendo apoiado no solo o antebraço e pés, punhos fechados e exercendo uma força máxima de protração escapular contra uma resistência manual imposta pelo pesquisador.

Após esse processo, os 3 padrões do push-up foram realizados na seguinte sequência: 1º) puRET, 2º) puPRO, 3º) puMOV.

A execução dessas variações pode ser dividida em fase descendente e fase ascendente, partindo da posição inicial. Na posição inicial o participante estava em decúbito ventral, mantendo somente quatro apoios, ambas as mãos e pés, no solo.

Os braços ficaram estendidos perpendicularmente ao solo, as mãos apontadas para frente, sem que esta ultrapasse a linha dos ombros, e afastadas entre si em uma distância igual à largura dos ombros somado a medida de dois palmos do participante (um para cada mão). Os pés sem afastamento entre si e o corpo alinhado (tornozelos, joelhos, quadris e ombros).

Na fase descendente, a partir da posição inicial, o indivíduo realizou uma extensão da articulação glenoumeral com uma flexão dos cotovelos até que o tronco tenha se aproximado ao máximo do solo, sem que aconteça contato físico, mantendo aproximadamente 45° de abdução da articulação glenoumeral.

Na fase ascendente, após a descendente, o indivíduo retornou à posição inicial realizando uma flexão da articulação glenoumeral com a extensão do cotovelo, mantendo aproximadamente 45° de abdução da articulação glenoumeral.

O que diferiu as variações foi a posição das escápulas. Em puRET as escápulas iniciaram e permaneceram, durante todo o movimento, em retração. Em puPRO as escápulas iniciaram e permaneceram, durante todo o movimento, em protração. Já na terceira variação, puMOV, as escápulas retraíram na fase descendente e protraíram na fase ascendente.

Em cada exercício foi realizada 1 única série de 12 repetições, e tanto a fase descendente quanto a ascendente tiveram duração de 2 segundos, sem pausa entre elas (a velocidade de execução foi controlada por um metrônomo ligado em 30 batidas por minuto).

A quantidade de repetições é justificada por ser um número usual em diversos programas de treinamento resistido (Fleck, Kraemer, 2017).

Houve um intervalo de 5 minutos entre cada variação, buscando uma recuperação máxima das fontes energéticas, tal como o estudo de Bezerra e colaboradores (2019), que teve um número de repetições semelhante.

Todo o procedimento, para todos os participantes, foi realizado dessa mesma forma e pelo mesmo pesquisador.

Também foi realizado um estudo piloto, antes da primeira coleta, para familiarização do pesquisador com os processos de coleta (preparação da pele dos sujeitos, posicionamento dos eletrodos e captação do sinal eletromiográfico).

Aquisição e análise de dados

Os sinais eletromiográficos foram recebidos, armazenados e analisados por meio do software MiotecSuite (2013), versão 1.0.1108. Em cada exercício foram realizadas 12 repetições, porém na análise foi realizado um janelamento, similar ao realizado por Maeo e colaboradores (2014) e Marcolin e colaboradores (2015), isto é, as 4 primeiras e últimas repetições coletadas foram excluídas, sendo utilizadas para a análise as 4 repetições centrais, pois conforme citado por Marcolin e colaboradores (2015), as repetições iniciais e finais de um exercício dinâmico são inconsistentes. Dentro do software, os dados foram filtrados digitalmente com um filtro de passa banda de 15 e 450 Hz.

Para cada músculo, o ponto de menor amplitude do sinal eletromiográfico entre a quarta e quinta repetição e entre a oitava e nona repetição foi usado para marcar o início e fim da janela de análise.

Depois disso, foi extraída a média do sinal nessa janela. Essas médias foram apresentadas no software normalizadas pelo maior valor da contração isométrica voluntária máxima de cada um dos músculos (%CIVM).

Os dados de todos os participantes foram agrupados e organizados no software Microsoft Office Excel, onde foi gerado a figura 1.

Em seguida, os dados foram transportados para o software SPSS Statistic (Versão 20.0), aonde foram logaritmizados e assumida a normalidade pelo teste Shapiro-Wilk.

Após esse processo, foi realizada a análise da variância, teste ANOVA (Saltyte,

2015) de dois fatores para medidas repetidas, com correção post hoc, do tipo Bonferroni, para localizar os efeitos significativos (Field, 2009), sob um intervalo de confiança de 95% ($p \leq 0,05$), sendo considerada a correção Greenhouse-Geisser, quando a esfericidade não pôde ser assumida.

RESULTADOS

O teste ANOVA de dois fatores com medidas repetidas mostrou que há efeito da interação entre a posição das escápulas e os músculos analisados [$F(2,58, 74,87) = 32,904$; $p < 0,001$], localizados a seguir pela correção post hoc, do tipo Bonferroni.

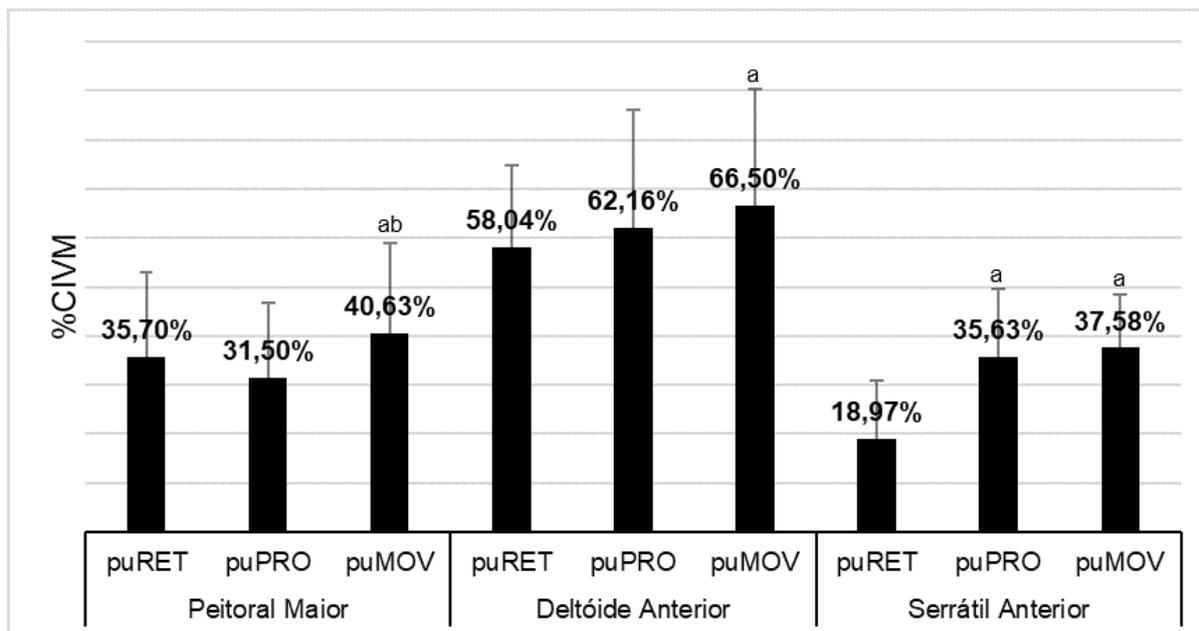


Figura 1 - Ativação eletromiográfica do peitoral maior (PM), deltoide anterior (DA) e serrátil anterior (SA) durante a execução do *push-up* com as escápulas estáticas em retração (puRET), protração (puPRO) e em movimento (puMOV). Bonferroni: a – Diferença significativa para puRET; b – Diferença significativa para puPRO.

Movimentar as escápulas durante o exercício resultou em maior ativação do PM, quando comparado com a execução mantendo as escápulas estáticas; tanto retraída (IC95%: 0,02-0,10; $p = 0,002$) quanto protraída (IC95%: 0,06-0,18; $p < 0,001$).

Além disso, não houve diferença significativa entre mantê-las em retração ou protração (IC95%: -0,01-0,13; $p = 0,132$), embora se observe uma tendência a maiores valores de ativação do PM quando a escápula se mantém retraída.

Para o DA, a execução do *push-up* com movimento das escápulas resultou em maior ativação quando comparado com a execução mantendo as escápulas estáticas em retração (IC95%: 0,02-0,08; $p = 0,001$), mas essa superioridade é de difícil compreensão, tendo em vista que o deltoide não tem nenhuma inserção (nem distal, nem proximal) nos ossos do tronco. Já comparando a

ativação do DA entre puMOV e puPRO (IC95%: -0,01-0,07; $p = 0,204$) e entre puRET e puPRO (IC95%: -0,03-0,07; $p = 1,000$), as diferenças não foram significativas.

Tanto movimentar as escápulas durante o exercício quanto manter as escápulas estáticas em protração resultou em maior ativação do SA, quando comparado com a execução mantendo as escápulas estáticas em retração (IC95%: 0,2-0,4; $p < 0,001$), porém não houve diferença entre essas duas variações (IC95%: -0,03-0,11; $p = 0,475$).

Partindo para a comparação entre os três músculos na mesma variação, a ativação do DA se mostrou maior do que a ativação do PM e SA, em relação a sua própria CIVM, em todas as três condições (IC95%; $p < 0,001$).

Dentre as três variações analisadas neste estudo, a única em que houve diferença significativa entre PM e SA foi quando as

escápulas estiveram estáticas em retração (IC95%: 0,17-0,49; $p < 0,001$).

DISCUSSÃO

A ativação do PM mais elevada durante puMOV pode estar relacionada com o fato de o PM ser um protractor secundário da escápula, conforme, Kim e colaboradores (2019).

No estudo de Kim e colaboradores (2019) é possível observar uma ativação do PM (43,48% da CIVM) bastante expressiva durante um movimento isolado de protração das escápulas, em indivíduos sem escápula alada; sendo esse valor superior aos encontrados neste presente estudo para todas as 3 variações do exercício push-up.

Levando em consideração também que movimentar determinado músculo em maiores amplitudes pode resultar em maior ativação eletromiográfica (Reiser e colaboradores, 2014), pode-se explicar por que o puMOV resultaram em maior ativação do PM: Nessa variação o PM atingiu o ponto de maior estiramento, similar ao puRET, mas também atingiu o ponto de maior encurtamento, similar ao puPRO.

Por outro lado, no estudo de Lehman e colaboradores (2006), a ativação do PM durante a realização do exercício push-up, mantendo as mãos afastadas na mesma largura dos ombros, foi menor (14% da CIVM), quando houve movimento das escápulas (protração seguida de retração) ao final da fase ascendente; porém nas demais variações, em que não houve movimento das escápulas (21,4% da CIVM), não foi citado qual a posição em que permaneceram; isto é, se estavam estáticas em retração, protração ou alguma posição neutra.

Mesmo sem considerar em que posição as escápulas permaneceram quando não houve movimento, o estudo de Lehman e colaboradores (2006) é o que melhor se assemelha a este presente estudo, limitando esta discussão pela ausência de estudos que investiguem o comportamento da cintura escapular e os efeitos da modificação de sua posição durante o push-up.

Considerando que Lehman e colaboradores (2006) também analisaram a média da ativação eletromiográfica normalizada por CIVM, a diferença no resultado pode ser decorrente da cadência de execução dos exercícios.

Enquanto neste estudo optou-se por não realizar pausas entre as fases descendente e ascendente, Lehman e colaboradores (2006) optaram por realizar uma pausa de 4 segundos entre cada fase.

Da mesma forma que para o músculo PM, Kim e colaboradores (2019) observaram a ativação do DA em um movimento puro de protração das escápulas, sem diferença significativa entre indivíduos com (45,05% da CIVM) ou sem (41,13% da CIVM) escápulas aladas.

Sobre o SA, temos descrito na literatura sua função de protração das escápulas ao final da fase ascendente do push-up (Neumann, 2011).

Ludewig e colaboradores (2004) observaram valores de ativação do SA superiores a 80% da CIVM para muitas variações do exercício push-up com acentuação da protração das escápulas ao final da fase ascendente e para o movimento isolado de protração das escápulas.

Juan e colaboradores (2015) ao analisarem a ativação do SA durante o push-up com as escápulas protraindo ao final da fase ascendente (não foi citado se as escápulas retraíram durante a fase descendente) em diferentes angulações de cotovelo, relataram que o SA atingia os maiores valores de ativação antes da fase de protração das escápulas e por isso sugeriram que a fase de protração das escápulas poderia ser dispensada, caso o foco seja ativar o SA.

Por outro lado, no estudo de Park e Yoo (2011), se observa justamente o contrário; os maiores valores de ativação do SA foram exatamente durante a protração das escápulas, diminuindo significativamente esses valores quando esse período de protração (4 segundos) foi desconsiderado da análise.

Esses achados de Park e Yoo (2011) convergem com o estudo de Horsak e colaboradores (2017), em que a ativação do SA foi comparada em 2 condições: Push-up com protração das escápulas ao final da fase ascendente e somente a protração das escápulas, sem flexão e extensão dos cotovelos.

Foi observado que nessas duas condições não houve diferença de ativação do SA, e os autores sugeriram que quando o foco for a ativação do SA, pode ser realizado apenas a fase de protração das escápulas.

Considerando que o músculo com maior ativação eletromiográfica pode ser

considerado o motor primário do movimento em questão (Kim e colaboradores, 2019), os achados encontrados nesse presente estudo diverge do que foi dito por Lehman e colaboradores (2006) sobre o motor primário do exercício push-up ser o PM.

Em contrapartida, esses mesmos achados corroboram com os de Bezerra e colaboradores (2019), que ao analisar o push-up realizado com apoio estável (solo) e instável (mãos sobre uma bola suíça), identificou que durante o apoio no solo o DA (~75% CIVM) ativou mais do que o PM (~60% CIVM).

No entanto os push-ups no estudo de Bezerra e colaboradores (2019) foram realizados com as mãos afastadas entre si a uma distância igual à largura dos ombros do participante, aproximando mais o movimento ocorrido na articulação glenoumeral de uma flexão e extensão do que uma adução e abdução horizontal.

Essa forma de executar o exercício (mãos na largura dos ombros) é similar à realizada no estudo de Ho e colaboradores (2019), que analisou a ativação de 14 músculos durante oito variações do push-up e constatou que ao realizar o push-up com as mãos na largura dos ombros o DA ativou 26,2% da CIVM contra 19,1% do PM em sua porção esternal.

Todavia, no estudo de Bezerra e colaboradores (2019) não foi citado o comportamento das escápulas durante os movimentos, enquanto Ho e colaboradores (2019) afirmam que em todas as oito variações realizadas em seu estudo, foi enfatizado a protração das escápulas ao final da fase ascendente.

Embora Ho e colaboradores (2019) tenham encontrado esse resultado similar referente ao músculo DA comparado ao PM, resultados diferentes foram encontrados referentes ao SA, que ativou 84,4% da CIVM.

Além disso, foi evidenciado por Ho e colaboradores (2019) valores de pico de ativação do SA superiores a 200% da CIVM, o que pode indicar que o teste de CIVM não foi capaz de produzir ativações máximas. O mesmo ocorreu neste estudo para a ativação do DA (valores de pico superiores a 100% da CIVM) em alguns sujeitos, indicando uma possível limitação deste estudo.

Para outros estudos, sugere-se que além da execução do push-up com as escápulas em retração, protração e em movimento, também seja analisado o padrão

postural dos sujeitos, isto é, a presença de encurtamentos e fraquezas musculares que possam estar relacionadas a diferentes padrões de ativação muscular, pois mesmo sem ser o objetivo deste trabalho, observou-se que durante a coleta de dados, sujeitos com determinados padrões posturais obtiveram resultados que aumentaram muito o desvio padrão dos dados.

Além disso, também é pertinente que outros estudos façam uma randomização referente à ordem dos exercícios executados, a fim de minimizar possíveis efeitos da fadiga.

CONCLUSÃO

Para o PM se encontrou maior ativação durante o puMOV, comparado com as duas outras variações. Já para o DA, a superioridade da ativação muscular durante o puMOV só foi significativa comparando com puRET.

Para o PM o resultado pode ser explicado de acordo com a origem, inserção e função deste músculo, mas para o DA ainda faltam explicações a respeito das diferenças de ativação, quando se compara ele com ele mesmo nas três variações.

Já os valores superiores de ativação do DA, quando comparado com os demais músculos, pode estar relacionado com o fato deste músculo ser totalmente apendicular, enquanto PM e SA são tóraco-apendiculares.

Dessa forma, encoraja-se que outros estudos sejam conduzidos, objetivando explorar a função do DA nos movimentos de protração escapular.

O SA teve maior ativação durante o puMOV e puPRO, quando comparado com puRET, e não se encontrou diferenças (estatísticas) entre puMOV e puPRO.

De acordo com os resultados encontrados nesse estudo, realizar o push-up com as escápulas em movimento demonstrou valores mais elevados de atividade muscular para os três músculos analisados.

Para todas as três variações do exercício push-up (puRET, puPRO e puMOV), o músculo DA foi mais ativado do que PM e SA. Durante o puRET se encontrou baixa ativação do SA, quando comparado com PM e DA.

REFERÊNCIAS

1-AdavamPurath, F.; Raza, S.; Moiz, J.A.; Mujaddadi, A.; Bhati, P. Activity of shoulder

girdle muscles during the perfect push-up and push-up bar exercises using different hand positions in young overhead athletes. *Sport Sciences For Health*. Vol. 16. Num. 1. 2019. p. 65-73.

2-Araújo, R.C.; Nascimento, V.Y.S.; Torres, R.J.B.; Trombini-Souza, F.; Behm, D.; Pitangui, A.C.R. Can the Use of Unstable Surfaces and Instruction for Conscious Abdominal Contraction Increase the EMG Activity of the Periscapular Muscles During the Dynamic Push-Up? *Journal of Sport Rehabilitation*. Vol. 29. Num. 2. 2019. p. 225-230.

3-Batista, L.S.P.; Oliveira, V.M.A.; Pirauá, A.L.T.; Pitangui, A.C.R.; Araújo, R.C. Atividade eletromiográfica dos músculos estabilizadores da escápula durante variações do exercício push up em indivíduos com e sem síndrome do impacto do ombro. *Motricidade*. Vol. 9. Num. 3. 2013. p. 70-81.

4-Bezerra, E.S.; Orssatto, L.B.R.; Werlang, L.C.; Generoso, A.M.; Moraes, G.; Sakugawa, R. L. Effect Of Push-Up Variations Performed With Swiss Ball On Muscle Electromyographic Amplitude In Trained Men: A Cross-Sectional Study. *Journal of Bodywork And Movement Therapies*. Vol. 24. Num. 2. 2019. p. 74-78.

5-Borreani, S.; Calatayud, J.; Colado, J.C.; Moya-Nájera, D.; Triplett, N.T.; Martin, F. Muscle activation during push-ups performed under stable and unstable conditions. *Journal of Exercise Science & Fitness*. Vol. 13. Num. 2. 2015. p. 94-98.

6-Boyle, M. Avanços no treinamento funcional. Porto Alegre. Artmed. 2015.

7-Boyle, M. O novo modelo de treinamento funcional de Michael Boyle. 2ª edição. Porto Alegre. Artmed. 2016.

8-Field, A. Descobrimos a estatística usando o SPSS. 2ª edição. Porto Alegre. Artmed. 2009.

9-Fleck, S.J.; Kraemer, W.J. Fundamentos do treinamento de força muscular. 4ª edição. Porto Alegre. Artmed. 2017.

10-Gottschall, J.S.; Hastings, B.; Becker, Z. Muscle Activity Patterns do not Differ Between Push-Up and Bench Press Exercises. *Journal*

of Applied Biomechanics. Vol. 34. Num. 6. 2018. p.442-447.

11-Gouvali, M.K.; Boudolos, K. Dynamic and Electromyographical Analysis in Variants of Push-Up Exercise. *The Journal of Strength And Conditioning Research*. Vol. 19. Num. 1. 2005. p.146-151.

12-Hermens, H.J.; Freriks, B.; Disselhorst-Klug, C.; Rau, G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of Electromyography And Kinesiology*. Vol. 10. Num. 5. 2000. p. 361-374.

13-Hintermeister, R.A.; Lange, G.W.; Schultheis, J.M.; Bey, M.J.; Hawkins, R.J. Electromyographic Activity and Applied Load During Shoulder Rehabilitation Exercises Using Elastic Resistance. *The American Journal of Sports Medicine*. Vol. 26. Num. 2. 1998. p. 210-220.

14-Ho, A.J.; Cudlip, A.C.; Ribeiro, D.C.; Dickerson, C.R. Examining upper extremity muscle demand during selected push-up variants. *Journal Of Electromyography And Kinesiology*. Vol. 44. 2019. p. 165-172.

15-Horsak, B.; Kiener, M.; Pötzelberger, A.; Siragy, T. Serratus anterior and trapezius muscle activity during knee push-up plus and knee-plus exercises performed on a stable, an unstable surface and during sling-suspension. *Physical Therapy In Sport*. Vol. 23. 2017. p. 86-92.

16-Juan, J.G.S.; Suprak, D.N.; Roach, S.M.; Lyda, M. The effects of exercise type and elbow angle on vertical ground reaction force and muscle activity during a push-up plus exercise. *Bmc Musculoskeletal Disorders*. Vol. 16. Num. 23. 2015.

17-Kikuchi, N.; Nakazato, K. Low-load bench press and push-up induce similar muscle hypertrophy and strength gain. *Journal Of Exercise Science & Fitness*. Vol. 15. num. 1. 2017. p. 37-42.

18-Kim, J.; Kim, M.; Ahn, D.; Oh, J. Comparison of Shoulder Protraction Strength and Electromyography Activity of Serratus Anterior and Pectoralis Major in Subjects With or Without a Winged Scapula. *Journal of Sport*

Rehabilitation. Vol. 28. Num. 3. 2019. p. 272-277.

19-Lehman, G.J.; Macmillan, B.; Macintyre, I.; Chivers, M.; Flutter, M. Shoulder muscle EMG activity during push up variations on and off a Swiss ball. *Dynamic Medicine*. Vol. 5. Num. 1. 2006. p. 7-14.

20-Ludewig, P.M.; Hoff, M.S.; Osowski, E.E.; Meschke, S.A.; Rundquist, P.J. Relative Balance of Serratus Anterior and Upper Trapezius Muscle Activity during Push-Up Exercises. *The American Journal of Sports Medicine*. Vol. 32. Num. 2. 2004. p. 484-493.

21-Maeo, S.; Chou, T.; Yamamoto, M.; Kanehisa, H. Muscular activities during sling- and ground-based push-up exercise. *BMC Research Notes*. Vol. 7. Num. 1. 2014. p. 192.

22-Marcolin, G.; Petrone, N.; Moro, T.; Battaglia, G.; Bianco, A.; Paoli, A. Selective Activation of Shoulder, Trunk, and Arm Muscles: a comparative analysis of different push-up variants. *Journal of Athletic Training*. Vol. 50. Num. 11. 2015. p. 1126-1132.

23-Miotecsuite. 1.0.1108. Porto Alegre. Miotec Equipamentos Biomédicos Ltda. 2013.

24-Mok, K.; Ho, C.O.N.A.; Yung, P.S.; Chan, K. Are the muscle activations different in various type of push-up exercise? *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 51. Num. 4. 2017. p. 363-364.

25-Neumann, D.A. *Cinesiologia do Aparelho Musculoesquelético: Fundamentos para Reabilitação Física*. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan. 2011.

26-Page, P.; Frank, C. C.; Lardner, R. Evaluation of Movement Patterns. In Page, P.; Frank, C. C.; Lardner, R. *Assessment and Treatment of Muscle Imbalance: The Janda Approach*. Human Kinetics. 2010.

27-Park, S.; Yoo, W. 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*, Vol. 21. Num. 5. 2011. p. 861-867.

28-Pirauá, A.L.T.; Pitangui, A.C.R.; Silva, J.P.; Passos, M.H.P.; Oliveira, V.M.A.; Batista,

L.S.P.; Araújo, R.C. Electromyographic analysis of the serratus anterior and trapezius muscles during push-ups on stable and unstable bases in subjects with scapular dyskinesis. *Journal of Electromyography And Kinesiology*. Vol. 24. Num. 5. 2014. p. 675-681.

29-Reiser, F.C.; Moura, J.A.R.; Cardoso, J.M.D.; Grzelczak, M.T.; Souza, W.C.; Mascarenhas, L.P.G. Eletromiografia do exercício de crucifixo em diferentes planos e angulações de movimento. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*. São Paulo. Vol. 8. Num. 50. 2014. p. 864-870. Disponível em: <<http://www.rbpfex.com.br/index.php/rbpfex/article/view/725>>.

30-Riebe, D; Ehrman, J.K.; Liguori, G.; Magal, M. *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 10ª edição. Philadelphia. Wolters Kluwer Health. 2016.

31-Salvtye, L. *Basics of Applied Statistics: Course Handbook*. Klaipeda. Smk University of Applied Social Sciences. 2015.

32-Suprak, D.N.; Bohannon, J.; Morales, G.; Stroschein, J.; Juan, J.G.S. Scapular Kinematics and Shoulder Elevation in a Traditional Push-Up. *Journal of Athletic Training*. Vol. 48. Num. 6. 2013. p. 826-835.

33-Thompson, W. R. Worldwide survey of fitness trends for 2019. *Acsm's Health & Fitness Journal*. Vol. 22. Num. 6. 2018. p.10-17.

Recebido para publicação em 21/06/2020
Aceito em 20/01/2021