



ISSN: 2178-7514

Vol. 6 | Nº. 3 | Ano 2014

## ARTIGO DE REVISÃO

# EXERCÍCIO DE FLEXÃO DE BRAÇOS - UMA REVISÃO DA LITERATURA

## Exercise of Push up - a review of literature

José Alexandre Barbosa<sup>1</sup>; Kléber Adams dos Santos Leal <sup>1</sup>; Willy Andrade Gomes<sup>2</sup>;

João Baptista de Godoy A. Martins<sup>3</sup>; Idico Luis Pellegrinotti<sup>2</sup>

### RESUMO

O exercício de flexão de braços ou push-up exercise, é uma atividade física de notória popularidade. Pode ser utilizado tanto em treinamentos, como em ocasiões recreativas. Tem uma técnica de fácil aprendizagem e pode ser praticado em qualquer local, não necessitando de aparelhagem. O presente trabalho foi realizado a partir de uma revisão bibliográfica, de forma a verificar os aspectos anatômicos, cinesiológicos e biomecânicos do exercício de flexão de braços tradicional e em algumas de suas variações. Foram analisadas 52 publicações nacionais e internacionais, datadas de abril a julho de 2014 retiradas das bases de dados Pubmed/Medline, SciELO, Google Scholar, Scopus e periódicos CAPES. Dentre os artigos que se propuseram a investigar os aspectos do exercício de push-up tradicional e suas variantes destacam-se 30 trabalhos atendendo assim aos critérios de inclusão. Na maioria dos estudos verificou-se uma mudança significativa nos níveis de ativação eletromiográfica das musculaturas monitoradas, além de diferentes aspectos cinéticos e cinemáticos quando o exercício de push-up foi realizado numa de suas várias formas de execução. Foram também descritos dois casos envolvendo incidentes traumáticos com o exercício de flexão de braços.

**Palavras-chave:** flexão de braços, exercício, musculatura, eletromiografia, cinética, biomecânica

### ABSTRACT

The push-up exercise is considered very popular for presenting an easy to learn technique and the ability to be practiced in any space and does not require any equipment so can be used in both training as in recreational activities. This study aimed to conduct a systematic review in an attempt to verify the anatomical, kinesiological and biomechanical aspects of the traditional push-up exercise and some of its variations. The search was conducted from April to July 2014, no date limits in the Pubmed/Medline, SciELO, Google Scholar, Scopus and periodicals CAPES data. 30 papers were selected from 52 considered, which met the inclusion criteria, which were intended to investigate aspects of the push-up in their variations. Most studies found a significant change in the levels of electromyography activation (EMG) of the muscles studied, and kinetic and kinematic aspects when the push-up exercise was done on the various forms of execution. Were also described two cases involving traumatic incidents with push-up exercise.

**Key words:** push-up, exercise, muscles, electromyography, kinetics, biomechanics.

#### Autor de correspondência

José Alexandre Barbosa

Rua José Bonifácio, 1425 – apto 21  
Campinas/SP, Brasil, CEP. 13.091-140

E-mail: alexandrebarbosapersonal@gmail.com

<sup>1</sup>Núcleo de Pesquisas em Biomecânica Ocupacional e Qualidade de Vida / UNIMEP,  
Piracicaba, SP, Brasil;

<sup>2</sup>Programa de Mestrado e Doutorado em Ciências do Movimento Humano, UNIMEP,  
Piracicaba, SP, Brasil;

<sup>3</sup>UNICAMP, Campinas, SP, Brasil.

## 1. INTRODUÇÃO

O exercício de flexão de braços ou push-up exercise, é um exercício físico de notória popularidade. Pode ser utilizado em treinamentos e em atividades recreativas. Sua técnica é de fácil aprendizado, podendo ser praticado em qualquer espaço livre sem a necessidade de qualquer tipo de aparelhagem, além de sua intensidade ser facilmente ajustável (1,5,6). Vários pesquisadores ao realizarem análises eletromiográficas (EMG), cinemáticas e cinéticas na estrutura musculoesquelética de indivíduos submetidos a execução deste exercício identificaram variações técnicas tanto na eficácia do aumento da força muscular quanto na geração de maior estresse musculoesquelético (1,2,18,19,27,28,30). O exercício de push-up pode ser usado para a avaliação do desempenho muscular, hipertrófico dos músculos peitorais e porção clavicular do deltóide, ou ainda para aumento da força dos braços (3). O push-up convencional pode ser utilizado para avaliar a resistência muscular de uma pessoa ou como uma forma de melhorar o desempenho dos músculos dos ombros, dos braços e do tronco (4). Este exercício é tradicionalmente realizado em uma superfície plana e estável, apoiando-se as mãos numa posição um pouco maior do que a largura dos ombros (4). São comuns variações envolvendo mudanças na distância das mãos, modificação da postura corporal, elevação dos pés ou apoio dos joelhos sobre o solo. A condição de estabilidade de superfície

também promove aumento da intensidade do movimento do exercício push-up (29). Pesquisas nessa área sugerem que o uso de dispositivos de instabilidade (bolas suíças, placas de balanço) possa aumentar a atividade mioelétrica da cintura escapular e dos braços, em comparação com a abordagem tradicional deste movimento (7,19,26,28,29,30,32,35). Outros estudos biomecânicos do push-up têm se concentrado principalmente nas musculaturas relativas às articulações dos membros superiores. Com base nos níveis de ativação muscular do tronco, o push-up também aparece como um meio eficaz de ativar a musculatura abdominal, especialmente quando as mãos encontram-se em contato com uma superfície de apoio instável (7,19,26,28,29,30,32,35). É difícil quantificar as consequências mecânicas internas de tais ações musculares durante a execução do exercício de push-up, embora os estudos mencionados tentem fornecer um índice de carga de trabalho neuromuscular. Entender as implicações biomecânicas dos diferentes padrões de ativação dos músculos do tronco durante o exercício de push-up leva à prevenção de lesões na região lombar, além de trazer melhorias de desempenho na execução do próprio exercício (8). A fim de verificar os aspectos anatômicos, cinesiológicos e biomecânicos do movimento push-up tradicional e em algumas de suas variações (com ou sem o apoio dos joelhos no solo, distâncias entre as mãos, base de apoio estável e instável, em pliometria, em sua forma tradicional ou em suspensão foram selecionados alguns trabalhos,

em pliométrie, em sua forma tradicional ou em suspensão foram selecionados alguns trabalhos, propondo-se investigar aspectos do movimento push-up em suas diversas variações, analisando principalmente dois aspectos: a Perspectiva Cinesiológica (o push-up em seu contexto funcional); e a Perspectiva Biomecânica (realizadas análises eletromiográficas, cinéticas e cinemáticas do movimento push-up).

## 2. MÉTODOS E INSTRUMENTOS

Para esta revisão de literatura foram acessadas diferentes bases de dados no período de abril a julho de 2014. Selecionados 30 artigos sendo 17 publicações nos periódicos CAPES, 7 publicações na Google Scholar, 2 publicações na Pubmed/Medline, 2 publicações na SciELO, e, 2 publicações na Scopus. As referências citadas nos textos, de autores amplamente reconhecidos na literatura específica, foram lidas e incorporadas à versão final, considerando-se o idioma português. As “palavras-chave” empregadas foram: “push-up electromyography”, “push-up exercise” e “push-up kinetics analysis”, “flexão de braços”, “flexão de braços e eletromiografia”, “exercício de flexão de braços”, “flexão de braços e análise cinética”, “flexão de braços e biomecânica”, “biomecânica”, “flexão de braços e análise cinemática”.

## 3. REVISÃO DE LITERATURA

### 3.1 – Cinesilogia do movimento push-up

A cinesilogia é a área que estuda os fundamentos do movimento humano, através da análise minuciosa de suas estruturas anatômicas, ossos e músculos esqueléticos (12).

O push-up tradicional é um movimento que requer uma posição corporal adequada na sua execução, mantendo a curva anatômica da espinha dorsal, além da posição para cima da articulação glenoumeral. As mãos devem estar retas e a articulação glenoumeral deverá estabilizar-se acima da articulação do punho. Para a correta execução do movimento, a posição do corpo se abaixa em direção ao solo com a flexão do cotovelo, voltando em seguida, à posição inicial. Temos duas fases dinâmicas: fase concêntrica, etapa mais lenta do movimento, e fase excêntrica, correspondendo à fase mais explosiva (20). Devido à posição da articulação glenoumeral, o complexo do ombro necessita de estabilização dinâmica e estática no movimento (14).

No push-up uma combinação de manobras articulares: adução horizontal do ombro e extensão do cotovelo, manutenção postural e força dos membros inferiores (3), estão presentes.

### 3.2 Músculos envolvidos no movimento push-up

Destacam-se neste movimento ossos e músculos das articulações do cingulo superior e das articulações do ombro e do cotovelo.

Cingulo Superior: é um tipo de estrutura óssea suspensa sobre a parte superior da caixa

Destacam-se neste movimento ossos e músculos das articulações do cingulo superior e das articulações do ombro e do cotovelo.

Cingulo Superior: é um tipo de estrutura óssea suspensa sobre a parte superior da caixa torácica, que oferece mobilidade e sustentação para o restante dos membros superiores, permitindo a eles uma grande variedade e amplitude de movimentos.

O músculo serrátil anterior (*serratus anterior*) é uma delgada lâmina muscular que cobre o lado do tórax, entre as costelas e a escápula. Desempenha um papel crucial na estabilização da escápula e dos ombros durante movimentos do membro superior, impedindo que a escápula seja pressionada para trás (9,10,11).

O músculo peitoral menor (*pectoralis minor*) é um músculo triangular achatado e delgado, situado na parede anterior do tórax na profundidade em relação ao peitoral maior (9). Inferiormente, fixa-se nas superfícies externas da terceira, quarta e quinta costelas, junto das suas cartilagens costais e na fáscia intercostal interveniente.

Articulações do ombro: Os músculos que participam de movimentos na articulação do ombro são o peitoral maior (*pectoralis major*) [região clavicular e do esterno]; o deltóide (*deltoideus*) [anterior, posterior e médio]; a bainha rotadora: redondo menor (*teres minor*), subescapular (*subscapularis*), infraespinhoso (*infraspinatus*) e supraespinhoso

(*supraspinatus*), o coracobraquial (*coracobrachialis*); grande dorsal (*latissimus do dorso*); redondo maior (*teres major*); bíceps braquial (*bíceps brachii*) [longo e curto] e tríceps braquial (*tríceps brachii*) [longo] (12,16). Os principais movimentos desta articulação são: adução, abdução, extensão, flexão, rotação interna e externa (15), circundução (16), flexão e extensão horizontais (12).

O músculo peitoral maior (*pectoralis major*) é o mais superficial dos músculos da parede torácica anterior. Tem aparência de leque e encontra-se na porção anterossuperior do tórax sobre o peitoral menor (*pectoralis minor*), costelas e serrátil anterior (*serratus anterior*), dando ao tórax seu formato característico. De origem ampla, se estende a partir da metade esternal da clavícula junto a superfície anterior do esterno, alcançando inferiormente as cartilagens das costelas verdadeiras, e da aponeurose do músculo oblíquo externo do abdome (*external oblique*)(11). Em exercícios de flexão e extensão de braços com apoio de frente para o solo (*push-up*), o peitoral maior contrai-se concêntricamente no movimento para cima e excentricamente no movimento para baixo quando baixando o corpo(9). O músculo peitoral maior (*pectoralis major*), assim como o tríceps braquial (*tríceps brachii*), deltóide (*deltoideus*), serrátil anterior (*serratus anterior*) e trapézio (*trapezius*), é ativado através da flexão e extensão dos braços (*push-up*), mantendo uma grande distância entre as

mãos(10).

O músculo deltóide (deltoideus) é um espesso músculo que recobre a articulação do ombro anterior, posterior e lateralmente. Semelhante a letra grega delta ( $\Delta$ ), de forma triangular, confere a esta região um formato arredondado (11).

Funcionalmente, pode ser dividido em três partes: clavicular, com origem no terço lateral da clavícula, acromial, partindo da superfície superior do acrômio, e espinal, junto a espinha da escápula. É o principal abductor do braço na articulação do ombro e o movimento é produzido pelas suas fibras médias multipenadas (9,10,11).

O músculo coracobraquial (coracobrachialis), com formato semelhante à cabeça de um corvo, origina-se por um tendão arredondado, em conjunção com a cabeça curta do bíceps do braço, do ápice do processo coracóide da escápula e fixa-se por um tendão chato no lado medial da diáfise do úmero próximo de seu ponto médio, entre o tríceps braquial (tríceps brachii) e o braquial (brachialis).

Articulação do cotovelo: é do tipo gínglimo ou dobradiça (16). Encontra-se entre o úmero e ulna (trocóide), entre ulna e rádio (esferoide) e entre o úmero e o rádio(10). Esta

articulação realiza os movimentos de flexão e extensão, no plano sagital sobre o eixo frontal. Os músculos que participam dos movimentos desta articulação são: bíceps braquial (bíceps brachii), tríceps braquial (tríceps brachii), braquiorradial (brachioradialis) e braquial (brachialis) (16).

O músculo tríceps braquial (tríceps brachii) está situado no seu dorso, origina-se de três cabeças denominadas: cabeça lateral, cabeça medial e cabeça longa. As duas primeiras, partem do úmero, sendo separadas pelo sulco espiral, e a terceira vem da escápula. O músculo fixa-se por um tendão na ulna. Este músculo é o extensor da articulação do cotovelo. A cabeça longa também é capaz de aduzir o braço e de estendê-lo a partir de uma posição flexionada.

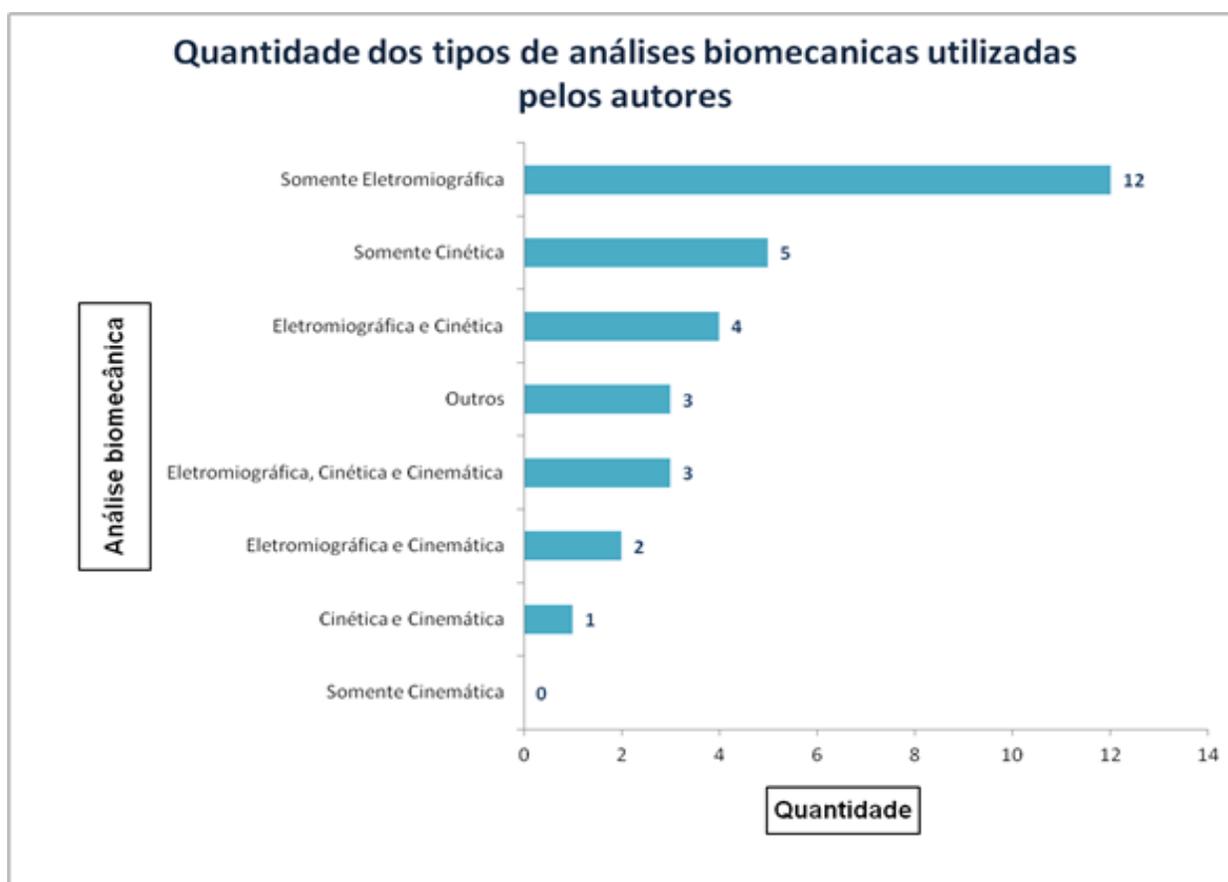
Ele trabalha fortemente em atividades de empurrar e dar socos e ao executar flexões e extensões de braço com apoio de frente sobre o solo (push-up) (9).

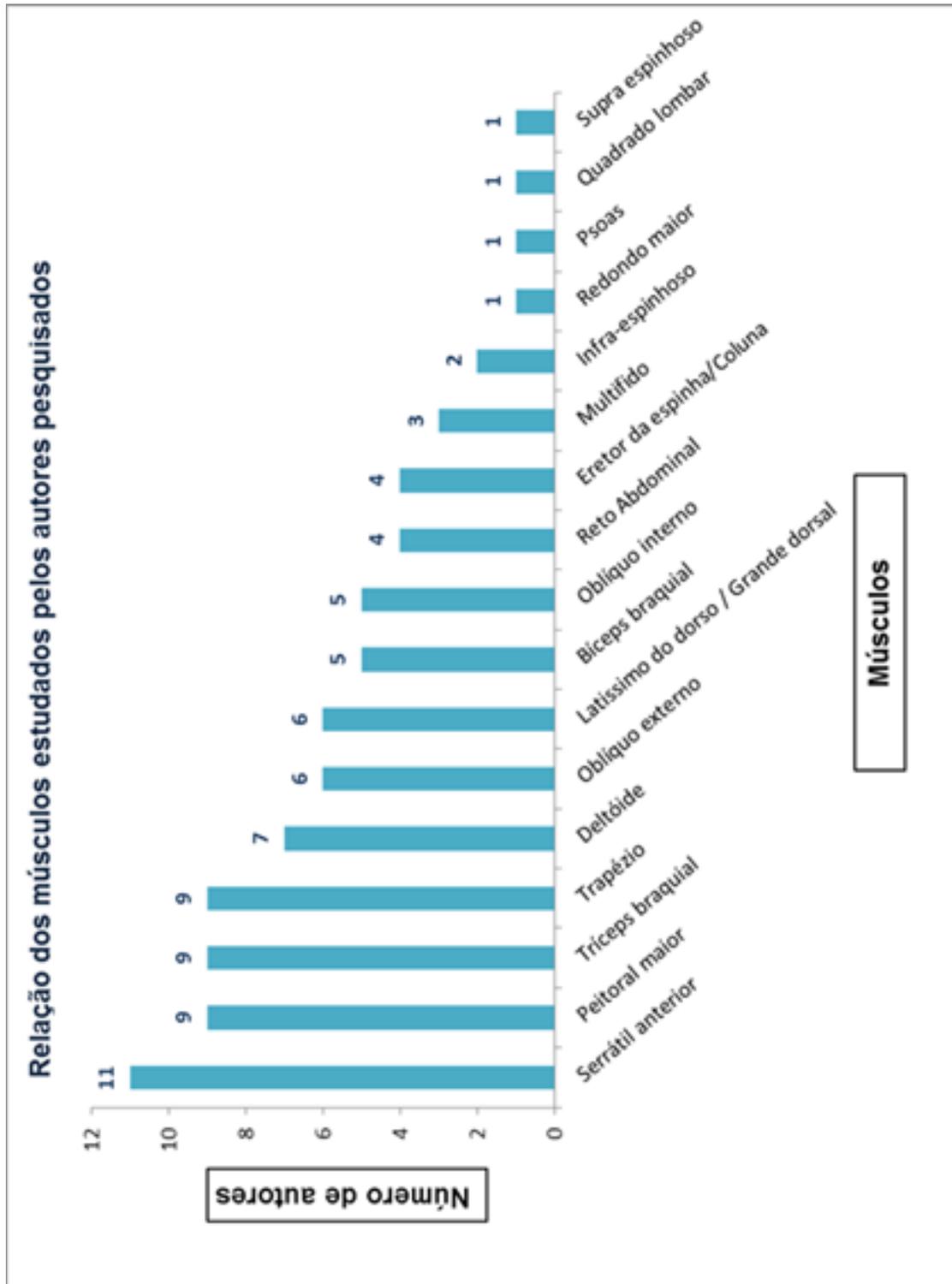
O músculo ancônio (anconeus) é um pequeno músculo triangular, imediatamente atrás da articulação do cotovelo, muito ativo nos movimentos de extensão (9).

No gráfico 1, segue a relação dos músculos estudados pelos autores pesquisados nesta revisão de literatura.

Como é mostrado no Quadro 1 e no Quadro 2 a eletromiografia foi a análise biomecânica mais utilizada pelos autores citados nesta pesquisa (12 análises), seguida pela análise cinética (5 análises) e em seguida, pela combinação de ambas [eletromiográfica e cinética] (4 análises). Em contrapartida, a análise cinemática – de forma isolada -, não foi

realizada em nenhum dos estudos dos autores citados neste estudo. Outros tipos de análises biomecânicas também foram realizados em alguns dos estudos citados nesta revisão de literatura, como também outras combinações entre as análises cinética, cinemática e eletromiográfica, porém em menor número.





<b>Autor</b>	<b>Ano</b>	<b>Músculos e/ou Estruturas Estudadas</b>
Maeo, S. et. al.	2014	Latíssimo do dorso, cabeça longa do tríceps braquial, cabeça longa do bíceps braquial, reto abdominal, oblíquo externo, oblíquo interno e eretor da espinha.
Snarr, R. L., Esco, M. R.	2013	Peitoral maior, deltóide anterior e tríceps braquial
Kim, G, Kim, S.	2013	Multífido
Vaseghi, B. et. al.	2013	Porção superior e inferior do trapézio, bíceps braquial, redondo maior, serrátil anterior e deltóide posterior.
Seo, S. et. al.	2013	Serrátil anterior, porção superior, medial e inferior do trapézio e latíssimo do dorso.
Yoon, J., Lee, H	2013	Porção superior do trapézio, serrátil anterior, latíssimo do dorso e infraespinhoso.
Koch, J. et. al.	2012	*Estudo somente das GRFs (forças máximas verticais de reação do solo).
Anastasia, T. et. al.	2012	Tríceps braquial, deltóide, peitoral maior, serrátil anterior e multífido
Chulvi-Medrano, et. al.	2012	*Estudo somente da resistência
García-Massó, X.	2011	Peitoral maior, tríceps braquial, deltóide anterior e oblíquo externo.
Ebben, W. P.	2011	*Estudo somente das GRFs (forças máximas verticais de reação do solo).
Suprak, D. N.	2011	*Estudo somente das GRFs (forças máximas verticais de reação do solo).
Kim, J. et. al.	2011	Serrátil anterior, porção superior do trapézio, oblíquo externo e oblíquo interno.
Chow, P. et. al.	2011	Peitoral maior, cabeça longa do tríceps, bíceps braquial, supra-espinhoso, deltóide médio, deltóide anterior e deltóide posterior.
Park, S, Yoo, W.	2011	Serrátil anterior e trapézio.
Youdas, J. W.	2010	Peitoral maior, tríceps braquial, serrátil anterior e deltóide posterior
Maenhout, E. et. al.	2010	Trapézio superior e serrátil anterior.
Borstad, J. D. et. al.	2009	Serrátil anterior, porção superior do trapézio, porção inferior do trapézio e infraespinhoso.
Beach, T. A. C. et al.	2008	Reto abdominal, oblíquo externo, oblíquo interno, latíssimo do dorso e eretor da espinha em seus respectivos níveis: T9, L3 e L5.
Lehman, G. J. et. al.	2008	Porção superior e inferior do trapézio, serrátil anterior e bíceps braquial.
Howarth, S. et. al.	2008	Reto abdominal, transverso abdominal, oblíquo externo, oblíquo interno, grande dorsal, eretor da coluna torácica, eretor da coluna lombar, psoas, quadrado lombar e multífido.
Tucker, W. S. et. al.	2008	Serrátil anterior, porção medial do trapézio e porção inferior do trapézio
Toya, N. et. al.	2007	Vascularização do membro superior direito
Gouvali, M. K.	2005	Peitoral maior e tríceps braquial.
Cogley, R. M.	2005	Peitoral maior e tríceps braquial
Freeman, S. et. al.	2005	Reto abdominal, oblíquo interno/externo, latíssimo do dorso e eretor da coluna lombar (Bilaterais) e peitoral maior, cabeça longa do bíceps braquial, cabeça lateral do tríceps braquial e deltóide anterior (Lado direito do corpo).
Lou, S. et. al.	2001	Articulação do cotovelo
Vossen, J. F. et. al.	2000	Peito e cintura escapular
Mikawa, Y. et. al.	1994	Coluna vertebral
Donkers, M. J. et. al.	1993	Articulação do cotovelo

<b>Autor</b>	<b>Ano</b>	<b>Sujeitos pesquisados</b>	<b>Tipo de análise biomecânica</b>
Maeo, S. et. al.	2014	20 homens – estudantes de Ed. Física – com média de idade de 21,4 ( $\pm$ 2,3 anos).	Eletromiográfica e Cinética
Snarr, R. L., Esco, M. R.	2013	21 sujeitos, sendo 15 homens com média de idade de 25,93 ( $\pm$ 3,67 anos) 6 mulheres com média de idade de 23,50 ( $\pm$ 1,97 anos).	Eletromiográfica
Kim, G, Kim, S.	2013	30 pacientes que apresentaram dor lombar durante 3 meses	Eletromiográfica
Vaseghi, B. et. al.	2013	30 indivíduos participaram da pesquisa, sendo 17 homens e 13 mulheres com idades entre 18 e 36 anos.	Eletromiográfica
Seo, S. et. al.	2013	10 sujeitos do sexo masculino, com média de idade de 24,6 anos.	Eletromiográfica
Yoon, J., Lee, H.	2013	20 homens	Eletromiográfica e Cinemática
Koch, J. et. al.	2012	22 homens participaram deste estudo com média de idade de 25,9 ( $\pm$ 1,3 anos).	Cinética
Anastasia, T. et. al.	2012	11 jovens homens saudáveis idade (22,5 $\pm$ 2,4 anos)	Eletromiográfica e Cinética
Chulvi-Medrano, I. et. al.	2012	30 homens jovens saudáveis, com idade de (24,97 $\pm$ 3,09 anos).	*Estudo somente da resistência
García-Massó, X.	2011	27 homens fizeram parte do estudo, com média de idade de 22,44 ( $\pm$ 0,31 anos).	Eletromiográfica e Cinética
Ebben, W. P.	2011	14 homens com idade = 22,5 $\pm$ 3,6 anos e 9 mulheres com idade = 21,1 $\pm$ 1,6 anos.	Cinética
Suprak, D. N.	2011	28 homens participaram do estudo (idade de 33,62 $\pm$ 8,59 anos).	Cinética
Kim, J. et. al.	2011	14 Homens. Todos com o lado direito dominante. Idade = 23,7 $\pm$ 2,32 anos.	Eletromiográfica
Chow, P. et. al.	2011	15 homens com idade média de 19,8 ( $\pm$ 1,4 anos).	Eletromiográfica e Cinética
Park, S, Yoo, W.	2011	12 homens (24,6 $\pm$ 2,4 anos)	Eletromiográfica
Youdas, J. W.	2010	11 homens (24,9 $\pm$ 2,6 anos) e 9 mulheres (23,8 $\pm$ 1 ano)	Eletromiográfica
Maenhout, E. et. al.	2010	32 estudantes de fisioterapia, sendo 16 homens e 16 mulheres com média de idade de 22,88 ( $\pm$ 2,43 anos).	Eletromiográfica
Borstad, J. D. et. al.	2009	28 voluntários, sendo 12 homens com idade média de 25,9 anos e 16 mulheres com idade média de 24,6 anos.	Eletromiográfica e Cinemática
Beach, T. A. C. et al.	2008	11 homens com idade média de 27,4 ( $\pm$ 0,8 anos).	Eletromiográfica, Cinética e Cinemática
Lehman, G. J. et. al.	2008	10 homens com idade de (26,3 $\pm$ 1,1 anos).	Eletromiográfica
Howarth, S. et. al.	2008	11 homens com média de idade de 27,4 anos.	Eletromiográfica, Cinética e Cinemática

Tucker, W. S. et. al.	2008	(13 mulheres com idade = $19,69 \pm 1,55$ anos e 15 homens com idade = $22,00 \pm 3,91$ anos).	Eletromiográfica
Toya, N. et. al.	2007	1 mulher com 27 anos de idade	Ultrassonografia e tomografia computadorizada, por se tratar de um caso de patologia.
Gouvali, M. K.	2005	8 homens com média de idade de $20,5 \pm 0,4$ anos.	Eletromiográfica, Cinética e Cinemática
Cogley, R. M.	2005	11 homens ( $24,3 \pm 6,4$ anos) e 29 mulheres ( $24,3 \pm 15,8$ anos)	Eletromiográfica
Freeman, S. et. al.	2005	10 sujeitos, sendo 9 homens e 1 mulher (idade 22–34 anos, média = 24)	Eletromiográfica
Lou, S. et. al.	2001	10 homens saudáveis, com idades entre 23 e 29 anos (média = $26,1$ anos).	Cinética e Cinemática
Vossen, J. F. et. al.	2000	18 mulheres com média de idade de $17,4 (\pm 2,1)$ anos e 17 mulheres com média de idade de $17,3 (\pm 2,1)$ anos.	Cinética
Mikawa, Y. et. al.	1994	Um senhor de 52 anos de idade	Tomografia computadorizada e ressonância magnética, por se tratar de um caso de patologia.
Donkers, M. J. et. al.	1993	9 homens entre 20 e 30 anos de idade	Cinética



### **3.3 Estudos realizados em algumas variações do movimento push-up.**

Durante as pesquisas sobre as inúmeras variações possíveis no movimento push-up alguns trabalhos destacaram-se, objetivando registrar tanto o comportamento dinâmico, quanto a atividade muscular durante a execução do movimento (M.K. Gouvali, 2005); identificar os exercícios mais apropriados em cadeia cinética fechada para restaurar o desequilíbrio intramuscular entre o músculo trapézio superior e serrátil anterior (E. Maenhout, 2010); determinar a influência do uso de recrutamento muscular diagonal durante o movimento push-up com os joelhos apoiados no chão na atividade eletromiográfica da escápula (E. Maenhout, 2010); avaliar as forças máximas verticais de reação do solo (GRF) de algumas variações do exercício push-up (W.P. Ebben, 2011); e examinar os efeitos da posição e da amplitude do movimento do exercício push-up relacionados com a porcentagem da massa corporal suportada pelas extremidades superiores (D.N. Suprak, 2011).

Concluiu-se que há diferenças significativas para a maioria das variáveis de força vertical, mas não para as variáveis de força anteroposterior ao decorrer do tempo. Na variação do exercício push-up com os braços posteriormente apoiados, o músculo peitoral maior foi ativado acima

do normal. O comportamento dinâmico e a atividade muscular foram significativamente alterados entre as variações do push-up. Os exercícios push-ups realizados com os pés elevados produziram uma GRF maior do que em todas as outras variações de execução.

### **3.4 – Influência da posição das mãos no movimento push-up**

As diferentes formas de posicionamento das mãos no movimento push-up faz com que ocorram diferenças significativas em vários aspectos deste exercício, como por exemplo, dos níveis de ativação mioelétrica nos músculos envolvidos e na mudança do centro de pressão (COP)(38).

Alguns estudos investigaram o movimento e as forças atuantes nas extremidades superiores em diferentes posições do movimento push-up (M.J. Donkers, 1993); outros realizaram investigações cinéticas e cinemáticas na articulação do cotovelo durante o a execução dos movimentos (S. Lou, 2001); tivemos a atividade eletromiográfica dos músculos peitoral maior e tríceps braquial monitorada (R.M. Cogley, 2005); e a quantificação das amplitudes normalizadas da musculatura da parede abdominal e dos músculos extensores das costas durante vários estilos do movimento push-up (S. Freeman, 2005).

Outros estudos fizeram a comparação através da EMG da ativação muscular no movimento push-up executado com as mãos apoiadas diretamente no solo e em aparelhos do tipo Perfect Push-up™ sob diferentes posições das mãos (J.W. Youdas, 2010). Outros ainda, fizeram a análise dos dados coletados em diferentes posições do movimento push-up através da EMG, e da análise cinética (T. Anastasia, 2012). Os estudos produziram distintas conclusões. No músculo reto abdominal a ativação mostrou-se significativamente maior de um lado do que no outro, quando a mão oposta estava mais a frente apoiada. O movimento push-up apoiado com apenas uma das mãos, resultou numa maior compressão da coluna. Observou-se que há diferenças significativas na atividade EMG alterando-se o tipo de para alguns músculos, enquanto para outros, não. Observou-se também que os exercícios de extensão de braços ativam muitos grupos musculares, como o peitoral maior, tríceps braquial e serrátil anterior, havendo mudanças na ativação muscular, no deslocamento do COP (centro de pressão) e nas forças verticais entre as extremidades superiores esquerda e direita .

### **3.5 Push-up em base estável e instável**

Como acontece quando mudamos a posição das mãos no movimento push-up, os tipos de base neste exercício também causam diferenças significativas em diferentes aspectos,

como o nível de ativação mioelétrica nos músculos envolvidos, aumentos de força, além de auxiliar na estabilização de algumas estruturas corporais. Destacam-se importantes pesquisas descrevendo alguns destes aspectos investigados, onde buscou-se determinar as influências de amplitude EMG (atividade eletromiográfica) nos músculos escápulo-torácicos, nas variações do exercício push-up, realizados numa superfície instável (bola suíça) e numa superfície estável (banco) (G.J. Lehman, 2008); comparar a ativação dos músculos dos ombros e do tronco durante o movimento push-up em diferentes variações (J. Kim, 2011); investigar os efeitos da base de apoio e cargas externas no início da EMG (atividade eletromiográfica) nos músculos dos ombros em algumas variações do movimento push-up (B. Vaseghi, 2013). Concluiu-se que não houve diferença estatística significativa na amplitude EMG (atividade eletromiográfica) com a incorporação da bola suíça no movimento push-up em comparação com o mesmo movimento realizado no banco. A ativação muscular dos músculos oblíquo externo e oblíquo interno foi maior nos exercícios realizados sobre uma superfície instável, comparada aos exercícios realizados sobre uma superfície estável. Portanto, o exercício realizado sobre uma superfície instável ativou os músculos do ombro e fortaleceu o músculo oblíquo interno, melhorando a estabilização lombar.

Há uma maior ativação na porção inferior do músculo serrátil anterior durante o movimento push-up realizado na base instável, requisitando, portanto, de uma maior estabilidade da articulação quando comparado à base estável. Tanto a adição de cargas externas,

quanto a instabilidade da base de apoio, reduziram o tempo de início da EMG (atividade eletromiográfica), mas ainda com maiores valores para a base de apoio.

Autor	Ano	Tipos de base no movimento push up	Conclusões
Vaseghi, B. et. al.	2013	(1) movimento push up sem carga externa e com ambas as mãos sobre uma superfície estável (posição tradicional); (2) push up com carga externa, referente a 2% do peso corporal, com ambas as mãos sobre uma superfície estável; (3) push up com carga externa, referente a 4% do peso corporal, com ambas as mãos sobre uma superfície estável; (4) push up com a mão dominante no centro de uma plataforma instável e a outra mão sobre uma superfície estável; (5) push up com a mão dominante sobre uma Medicine ball colocada no centro de uma plataforma instável e a outra mão sobre uma superfície estável.	Concluiu-se que tanto as cargas externas quanto a instabilidade da base de apoio, reduziram o tempo de início da EMG, mas ainda com maiores valores para a base de apoio.
Seo, S. et. al.	2013	(1) Posição tradicional do push up com as mãos apoiadas sobre uma cadeira (base estável); (2) posição com os joelhos apoiados no solo e com as mãos apoiadas sobre uma cadeira (base estável); (3) posição tradicional do push up com as mãos apoiadas sobre uma medicine ball (base instável); (4) posição com os joelhos apoiados no solo e com as mãos apoiadas sobre uma medicine ball (base instável).	Concluiu-se que o movimento push-up tradicional realizado em uma base instável de apoio, ajuda a aumentar a atividade muscular, especialmente no músculo trapézio em sua porção superior e medial e no músculo serrátil anterior.
Yoon, J., Lee, H.	2013	2 posições: (1) com os pés apoiados sobre o banco; (2) com os pés apoiados sobre uma bola elástica.	Chegou-se a conclusão de que quando o exercício push up é realizado sobre uma superfície instável, o recrutamento dos músculos da região periscapular ajuda na estabilização da escápula.

Chulvi-Medrano, I. et. al.	2012	(1) No chão; (2) no T-Bow; (3) no BOSU.	Chegou-se a conclusão que a adição de superfícies instáveis em treinamento com o exercício push-up, não fornece melhorias significativas na força e na resistência muscular, quando comparadas ao treinamento realizado em uma superfície estável.
Kim, J. et. al.	2011	3 diferentes variações, todas elas com a articulação do joelho dominante estendida: (1) joelho de apoio numa esteira; (2) joelho de apoio numa superfície instável e (3) com carga aplicada na perna estendida.	Concluiu-se que a ativação muscular do músculo oblíquo externo e oblíquo interno, foi maior nos exercícios realizados sobre uma superfície instável, comparada aos exercícios realizados sobre uma superfície estável. Portanto, o exercício realizado sobre uma superfície instável ativou os músculos do ombro e fortaleceu o músculo oblíquo interno, melhorando a estabilização lombar. Observaram-se diferenças significantes na atividade mioelétrica do músculo serrátil anterior, entre as condições dos exercícios. Com a perna dominante estendida e o joelho de apoio sobre uma superfície estável, produziu-se maior atividade no músculo serrátil anterior e sobre uma superfície instável, produziu-se maior atividade nos músculos oblíquo interno e oblíquo externo.
Park, S, Yoo, W.	2011	2 diferentes situações: (1) com as mãos apoiadas sobre uma superfície estável e (2) com as mãos apoiadas sobre uma superfície instável.	Pôde-se concluir que existiu uma maior ativação na porção inferior do músculo serrátil anterior durante o movimento push up realizado na base instável, requisitando, portanto de uma maior estabilidade da articulação quando comparado à base estável. Adicionalmente, foi confirmado que o músculo serrátil anterior mostrou grande ativação no push up em isometria (4''), do que no tradicional.
Lehman, G. J. et. al.	2008	Superfície instável (Bola suíça) e numa superfície estável (Banco).	Concluiu-se que não houve diferença estatística significativa na amplitude EMG com a incorporação da Bola suíça no movimento push up em comparação com o mesmo movimento realizado no Banco. Diferenças significantes na atividade muscular foram vistas na porção superior do trapézio e serrátil anterior como resultado da mudança da posição dos pés em relação à posição das mãos, sendo irrelevante o tipo de superfície.

### 3.5 Push-up em base estável e instável

Como acontece quando mudamos a posição das mãos no movimento push-up, os tipos de base neste exercício também causam diferenças significativas em diferentes aspectos, como o nível de ativação mioelétrica nos músculos envolvidos, aumentos de força, além de auxiliar na estabilização de algumas estruturas corporais. Destacam-se importantes pesquisas descrevendo alguns destes aspectos investigados, onde buscou-se determinar as influências de amplitude EMG (atividade eletromiográfica) nos músculos escápulo-torácicos, nas variações do exercício push-up, realizados numa superfície instável (bola suíça) e numa superfície estável (banco) (G.J. Lehman, 2008); comparar a ativação dos músculos dos ombros e do tronco durante o movimento push-up em diferentes variações (J. Kim, 2011); investigar os efeitos da base de apoio e cargas externas no início da EMG (atividade eletromiográfica) nos músculos dos ombros em algumas variações do movimento push-up (B. Vaseghi, 2013).

Concluiu-se que não houve diferença estatística significativa na amplitude EMG (atividade eletromiográfica) com a incorporação da bola suíça no movimento push-up em comparação com o mesmo movimento realizado no banco. A ativação muscular dos músculos oblíquo externo e oblíquo interno foi maior nos exercícios realizados sobre uma superfície instável,

comparada aos exercícios realizados sobre uma superfície estável. Portanto, o exercício realizado sobre uma superfície instável ativou os músculos do ombro e fortaleceu o músculo oblíquo interno, melhorando a estabilização lombar. Há uma maior ativação na porção inferior do músculo serrátil anterior durante o movimento push-up realizado na base instável, requisitando, portanto, de uma maior estabilidade da articulação quando comparado à base estável. Tanto a adição de cargas externas, quanto a instabilidade da base de apoio, reduziram o tempo de início da EMG (atividade eletromiográfica), mas ainda com maiores valores para a base de apoio. O movimento push-up tradicional realizado em uma base instável de apoio ajuda a aumentar a atividade muscular, especialmente no músculo trapézio em sua porção superior e medial e no músculo serrátil anterior. E que, quando o exercício push-up é realizado sobre uma superfície instável, o recrutamento dos músculos da região periscapular ajuda na estabilização da escápula.

De acordo com o quadro 5, os estudos realizados por Seo, S. et. al., Yoon, J. et al., Kim, J. et. al. e Park, S. et. al., mostraram que o movimento push up realizado sob uma base instável, comparado ao realizado sobre uma base estável, contribuiu para o aumento da amplitude EMG (atividade eletromiográfica). em alguns músculos e da estabilidade articular.

#### 4 - CONCLUSÕES

O push-up é um exercício de fortalecimento para a construção de força e resistência dos músculos da parte superior dos braços e ombros, além de ser um exercício fundamental em programas de reabilitação do ombro como ativador do músculo serrátil anterior em pessoas com esta disfunção. As diferentes vari-

ações do exercício push-up podem promover alterações na atividade muscular, estabilidade estrutural, aumento ou diminuição do desempenho do atleta na execução do exercício, como apontam os estudos revisados. Também foi constatado que lesões decorrentes do movimento push-up são extremamente raras, incomuns, e que o exercício corretamente executado só traz benefícios aos praticantes.

## REFERÊNCIAS

- 1 Anastasia, T. et. al. Biomechanical Evaluation of the Push-Up Exercise of the Upper Extremities from Various Starting Points. *Journal of Physical Education and Sport*® (JPES), 12(1), Art 12, pp.71 - 80, 2012.
- 2 Beach, T. A. C. et al. Muscular contribution to low-back loading and stiffness during standard and suspended push-ups. *Human Movement Science* 27 (2008) 457–472.
- 3 Borstad, J. D. et. al. Scapula kinematic alterations following a modified push-up plus task. *Human Movement Science* 28 (2009) 738–751.
- 4 Braga, A.B. et. al. Comparison of static postural balance between healthy subjects and those with low back pain. *Acta Ortop Bras.* [online]. 2012; 21(4): 210-2. Available from URL: <http://www.scielo.br/aob>.
- 5 Campos, M. A. *Biomecânica da Musculação*. 2000, Rio de Janeiro: Sprint.
- 6 Chow, P. et. al. Comparative analysis of elbow joint loading in push-up and bench-press. *Biomedical Engineering: Applications, Basis and Communications*, Vol. 23, No. 1 (2011) 21–28.
- 7 Chulvi-Medrano, I. et. al. Comparison of the effects of an eight-week push-up program using stable versus unstable surfaces. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, Volume 7, Number 6, December 2012, Page 586.
- 8 Cogley, R. M., Archambault, T. A., et. al. Comparison of muscle activation using various hand positions during the Push-Up exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2005, 19(3), 628–633.
- 9 Dimon, T. *Anatomia do corpo em movimento: ossos, músculos e articulações*. 2010, São Paulo: Manole.
- 10 Donkers, M. J. et. al. Hand position affects elbow joint load during push-up exercise. *J. Biomechanics*, Vol. 26, No 6. pp 625-632. 1993.
- 11 Ebben, W.P., Wurm, B., VanderZanden, T.L., Spadavecchia, M.L., Durocher, J.J., Bickham, C.T., and Petushek, E.J. Kinetic analysis of several variations of push-ups. *J. Strength Cond. Res.* 25(10): 2891–2894, 2011.
- 12 Freeman, S. et. al. Quantifying Muscle Patterns and Spine Load during Various Forms of the Push-Up. *Official Journal of the American College of Sports Medicine, Medicine & Science in Sports & Exercise*, (2005) 570-577.
- 13 García-Massó, X., Colado, J.C., González, L.M., Salvá, P., Alves, J., Tella, V. and Triplett, N.T. Myoelectric activation and kinetics of different plyometric push-up exercises. *J. Strength Cond. Res.* 25(7): 2040–2047, 2011.
- 14 Gouvali, M.K. and Boudolos, K. Dynamic and electromyographical analysis in variants of push-up exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2005, 19(1), 146–151 © 2005 National Strength & Conditioning Association.
- 15 Hamill, J., Knutzen, K. M. *Bases biomecânicas do movimento humano*. 1999, São Paulo: Manole.
- 16 Howarth, S. et. al. Abdominal muscles dominate contributions to vertebral joint stiffness during the push-up. *Journal of Applied Biomechanics*, 2008, 24, 130-139.
- 17 Lippert, L. S. *Cinesiologia Clínica e Anatomia*. 2013, São Paulo: Guanabara Koogan.
- 18 Kim, G, Kim, S. Effects of Push-ups Plus Sling Exercise on Muscle Activation and Cross-sectional Area of the Multifidus Muscle in Patients with Low Back Pain. *J. Phys. Ther. Sci.* 25: 1575–1578, 2013.
- 19 Kim, J. et. al. A comparison of scapulothoracic and trunk muscle activities among three variations of knee push-up-plus exercises. *J. Phys. Ther. Sci* 23: 365-367, 2011.
- 20 Koch, J. et. al. Ground reaction force patterns in plyometric push-ups. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2012, 26(8)/2220–2227.
- 21 Lehman, G. J. et. al. An unstable support surface does not increase scapulothoracic stabilizing muscle activity during push-up and push-up plus exercises. *Manual Therapy* 13(2008)500–506.
- 22 Lou, S. et. al. Elbow load during pushup at various forearm rotations. *Clinical Biomechanics* 16 (2001) 408-414.
- 23 Maenhout, E. et. al. Electromyographic analysis of knee push-up plus variations: what is the influence of the kinetic chain on scapular muscle activity? *Br J Sports Med* 2010; 44:1010–1015. doi: 10.1136/1010 bjsm.2009.062810.

- 24 Maeo, S. et. al. Muscular activities during sling- and ground-based push-up exercise. Maeo et al. BMC Research Notes 2014, 7:192.
- 25 Mikawa, Y. et. al. Quadriplegia caused by push-up exercises. Arch Orthop Trauma Surg (1994) 113:174-175.
- 26 Oliveira, A. L., Dagnone F. D., Vilela Junior, G. B., Hauser, M.W. Cinesiologia. 2011, Ponta Grossa: Editora UEPG.
- 27 Palastanga, N. et. al. Anatomia e movimento humano: estrutura e função. 2010, São Paulo: Manole.
- 28 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 21 (2011) 861–867.
- 29 Seo, S. et. al. Surface EMG during the Push-up plus Exercise on a Stable Support or Swiss Ball: Scapular Stabilizer Muscle Exercise. J. Phys. Ther. Sci. 25: 833–837, 2013.
- 30 Snarr, R. L., Esco, M. R. Electromyographic comparison of traditional and suspension pushes ups. Journal of Human Kinetics, volume 39/2013, 75-83.
- 31 Suprak, D. N., Dawes, J., and Stephenson, M.D. The effect of position on the percentage of body mass supported during traditional and modified push-up variants. J. Strength Cond. Res. 25(2): 497–503, 2011.
- 32 Toya, N. et. al. Push-up exercise induced thrombosis of the subclavian vein in a young woman: report of a case. Surg Today (2007) 37:1093–1095 DOI 10.1007/s00595-007-3528-2. Department of Surgery, Jikei University School of Medicine, 3-25-8 Nishi-shinbashi, Minato-ku, Tokyo 105-8461, Japan.
- 33 Tucker, W. S. et. al. Electromyography of 3 Scapular Muscles: A Comparative Analysis of the Cuff Link Device and a Standard Push-Up. Journal of Athletic Training, 2008; 43(5):464–469.
- 34 Vaseghi, B. et. al. The impact of load and base of support on electromyographic onset in the shoulder muscle during push-up exercises. Journal of Bodywork & Movement Therapies (2013) 17, 192 e 199.
- 35 Vossen, J. F. et. al. Comparison of Dynamic Push-Up Training and Plyometric Push-Up Training on Upper-Body Power and Strength. Journal of Strength and Conditioning Research, 2000, 14(3), 248–253.
- 36 Wirhed, R. Atlas de anatomia do movimento. 1986, São Paulo: Manole.
- 37 Yoon, J., Lee, H. Periscapular Muscle Activities and Kinematic Analysis of the Performed on Different Supporting Surfaces for the Lower Limbs Push-up Plus Exercise. J. Phys. Ther. Sci. 25: 259–262, 2013.
- 38 Youdas, J. W., Budach, B. D., et. al. Comparison of muscle-activation patterns during the conventional push-up and perfectpush-up™ exercises. J. Strength Cond. Res. 24(12): 3352–3362, 2010.