

ANÁLISE DOS ÂNGULOS DAS ARTICULAÇÕES GLENOUMERAL E COTOVELO DURANTE O EXERCÍCIO FLEXÃO EXECUTADO POR PRATICANTES DE CROSSFIT

Júlia Valério de Mendonça¹, Davi Andrade Galvão de Melo¹, Felipe Augusto da Cruz¹
 Marcelo Rodrigues da Cunha³, Carlos Alberto de Moraes³, Giovanna Cavalcanti Banov³
 Maria Carolina Delforno³, Tiago Negrão de Andrade³, Eduardo José Caldeira³, Marcelo Conte¹
 Victor Augusto Ramos Fernandes^{2,3}

RESUMO

Introdução: O exercício flexão, praticado em muitos esportes e programas de treinamento, possui uma diversidade de técnicas e formas de execução, envolvendo maior risco de lesões articulares. **Objetivo:** Comparar a execução da flexão entre homens e mulheres praticantes de CrossFit e analisar padrões de movimento prejudiciais às articulações glenoumeral e do cotovelo. **Materiais e Métodos:** Foram selecionados sete praticantes avançados na modalidade, os quais executaram três repetições de flexão. Os movimentos foram filmados para a coleta dos ângulos das articulações glenoumeral e do cotovelo nas fases inicial, média e final do movimento. A análise cinemática foi realizada com o software Kinovea®. **Resultados:** Foi identificada uma diminuição significativa do ângulo da articulação glenoumeral no sexo feminino, enquanto no sexo masculino o ângulo sofreu um ligeiro aumento. Os homens adotaram uma posição mais afastada das mãos em comparação com as mulheres. **Conclusão:** A maior atividade do tríceps braquial nas mulheres levaria à preferência pela posição mais fechada das mãos, priorizando uma maior flexão dos cotovelos em relação aos homens, com maior ativação no peitoral maior e força muscular na adução dos ombros. A posição elevada dos ombros, observada nos homens, ocasiona um risco de impacto no ombro, justificando a adoção do posicionamento fechado ou com os cotovelos mais próximos do tronco no CrossFit.

Palavras-chave: Articulação glenoumeral. Exercício. Lesão musculoesquelética. Esporte.

ABSTRACT

Analysis of the glenohumeral and elbow joints angles during the push-up exercise executed by crossfit practitioners

Introduction: The push-up exercise, practiced in many sports and training programs, has a variety of techniques and forms of execution, involving a greater risk of joint injuries. **Objective:** to compare the execution of the push-up exercise between men and women CrossFit practitioners and to analyze the movement patterns that are harmful to the glenohumeral and elbow joints. **Materials and methods:** Seven advanced practitioners in the sport were selected, who performed three repetitions of the push-up exercise. The movements were filmed to collect the angles of the glenohumeral and the elbow joints in the initial, middle and final phases of the movement. The kinematic analysis was performed with the Kinovea® software. **Results:** A significant decrease in the angle of the glenohumeral joint was identified in females, while in males the angle suffered a slight increase. Men took a wider position of the hands and elbows compared to women. **Conclusion:** The greater activity of the triceps brachii in women would lead to a preference for the narrow position of the hands, prioritizing greater flexion of the elbows compared to men, with greater activation in the pectoralis major and muscle strength in the adduction of the shoulders. The elevated position of the shoulders, observed in men, causes a risk of impact on the shoulder, justifying the adoption of the closed position or with the elbows closer to the trunk in CrossFit.

Key words: Glenohumeral joint. Exercise. Musculoskeletal injury. Sport.

1 - Escola Superior de Educação Física de Jundiaí-ESEF, Jundiaí-SP, Brasil.

2 - Centro Universitário Nossa Senhora do Patrocínio, Universidade Cruzeiro do Sul, Itu-SP, Brasil.

3 - Faculdade de Medicina de Jundiaí, Jundiaí-SP, Brasil.

INTRODUÇÃO

A flexão é um exercício tradicional de cadeia cinética fechada utilizado para o fortalecimento dos membros superiores, com ênfase nos músculos peitoral maior e tríceps braquial, executado com o próprio peso corporal (Gouvali e Boudoulos, 2005).

O movimento é realizado na posição em prancha com os braços estendidos, as palmas das mãos afastadas sobre o solo e alinhadas com os ombros; o indivíduo deve realizar uma flexão dos cotovelos e abduzir horizontalmente os ombros até aproximar ou tocar o peitoral no chão, em seguida estender os cotovelos e aduzir os ombros, retornando à posição inicial.

Utilizado em diversos esportes e programas de treinamento, existe uma alta probabilidade deste exercício sofrer modificações em seu padrão de movimento, como no CrossFit, principalmente por conta de sua execução em alta velocidade e numerosas repetições numa determinada duração ou no menor tempo possível (Dominski e colaboradores, 2018; Claudino e colaboradores, 2016; Summit e colaboradores, 2016; Aune e Powers, 2017).

Estes fatores influenciam diretamente o padrão do movimento e propiciam a fadiga muscular precoce, o aumento do estresse oxidativo à nível celular e a diminuição da resistência ao esforço repetitivo, resultando na redução da técnica correta e potencializando o risco de lesões na articulação glenoumeral e no cotovelo (Dominski e colaboradores, 2018; Claudino e colaboradores, 2018; Tavares, 2019; Klimek e colaboradores, 2018).

Portanto, compreender a anatomia e as ativações musculares envolvidas na flexão deve possibilitar uma análise de relações mais específicas de outros aspectos determinantes na técnica deste exercício.

O recrutamento muscular na flexão tradicional ocorre principalmente nos músculos peitoral maior (cabeça clavicular e esternal), tríceps braquial (cabeça longa e lateral), serrátil anterior, deltoide anterior, fibras transversas do trapézio, bíceps braquial, oblíquo externo, latíssimo do dorso, reto abdominal e eretores da espinha (iliocostal, espinal e longuíssimo) (Marcolin e colaboradores, 2015; Brum e colaboradores, 2008; Youdas e colaboradores, 2010; Tillar, 2019).

O principal músculo responsável pela extensão do cotovelo é o tríceps braquial -

com maior ativação na cabeça longa na fase ascendente e na cabeça lateral na fase descendente -, contribuindo também na abdução e na estabilização da articulação glenoumeral enquanto aduzida (Marcolin e colaboradores, 2015; Moore, Dalley e Agur, 2014).

A cabeça longa do tríceps braquial possui fixação proximal no tubérculo infraglenoidal da escápula, e a cabeça lateral, na face posterior do úmero; ambas possuem fixação distal na extremidade proximal do olécrano da ulna e fásia do antebraço.

O músculo ancônio (com fixação proximal no epicôndilo lateral do úmero e inserção na face lateral do olécrano e na face posterior da ulna) auxilia o tríceps braquial na extensão do antebraço, também tensionando a cápsula articular do cotovelo e agindo como um estabilizador da articulação. Quando o cotovelo está estendido o bíceps braquial é ativo apenas contra a resistência durante a flexão do antebraço (Moore, Dalley e Agur, 2014; Hamill, Knutzen e Derrick, 2016).

A contração simultânea dos músculos peitoral maior e latíssimo do dorso promove a adução dos ombros, enquanto sua abdução ocorre por meio da ativação do músculo deltoide, também estabilizador do braço nesta posição.

A cabeça clavicular do peitoral se insere na face anterior da metade medial da clavícula e possui maior ativação durante o exercício flexão comparado com a cabeça esternocostal - com fixação proximal na face anterior do esterno, nas seis cartilagens costais superiores e na aponeurose do músculo oblíquo externo do abdome.

As duas cabeças do peitoral maior seguem até o lábio lateral do sulco intertubercular do úmero e são mais recrutadas na fase ascendente da flexão de braços (Moore, Dalley e Agur, 2014; Marcolin e colaboradores, 2015).

O músculo deltoide possui origem no terço lateral da clavícula, no acrômio e na espinha da escápula, seguindo até a tuberosidade deltoidea do úmero.

A parte clavicular do deltoide e a cabeça clavicular do peitoral maior realizam a flexão do úmero, e a parte espinal do deltoide e a cabeça esternocostal do peitoral maior atuam na sua extensão em conjunto com o músculo latíssimo do dorso (Moore, Dalley e Agur, 2014).

Já os músculos serrátil anterior e peitoral realizam a protração escapular e

auxiliam na elevação do úmero, ao mesmo tempo que a retração escapular ocorre pela parte transversa do trapézio e pelo latíssimo do dorso.

O serrátil anterior possui fixação proximal nas faces externas das partes laterais das costelas I a VIII e fixação distal na borda medial e no ângulo inferior da escápula (Moore, Dalley e Agur, 2014).

Durante o exercício, cerca de 75% do peso corporal é sustentado pelos membros superiores enquanto os cotovelos estão flexionados e 69% sustentado na posição estendida; este aumento de força no final do movimento ocorre possivelmente pelo centro de massa corporal ser deslocado mais à frente do ponto de contato com o solo (ponta dos pés), resultando em maior torque comparado com a posição inicial (Suprak, Dawes e Stephenson, 2011).

O pico de força nos braços gira em torno de 41% e 98%, com carga axial na articulação do cotovelo entre 28% e 41% (ambos relativos ao peso corporal), dependendo da velocidade de execução, do biotipo e da distribuição de massa na região do tronco (Mier e colaboradores, 2014; An e colaboradores, 1992; An e colaboradores, 1990; Donkers e colaboradores, 1993; Chou e colaboradores, 2011; Lou e colaboradores, 2001; Suprak, Dawes e Stephenson, 2011).

Considerando isso, diferenças relacionadas ao sexo nas cargas relativas resultantes da flexão foram encontradas, sendo que homens apresentam maior carga relativa em relação às mulheres durante a posição estática com os cotovelos flexionados (Gouvali e Boudoulos, 2005; Suprak, Dawes e Stephenson, 2011).

As mulheres possuem uma proporção menor de massa muscular esquelética na região superior do corpo, bem como o tórax e a circunferência dos ombros mais estreita em comparação aos homens. Isso poderia contribuir para um braço de momento mais curto em mulheres e influenciar o torque e, portanto, a carga e a intensidade da flexão (Janssen e colaboradores, 2000).

Em vista das influências da velocidade de movimento, do número de repetições, das cargas relativas e das diferenças de gênero na execução deste exercício, o presente estudo visa comparar a execução da flexão entre homens e mulheres praticantes de CrossFit, analisando padrões de movimento considerados ineficientes ou prejudiciais às articulações glenoumeral e do cotovelo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram selecionados sete praticantes experientes - quatro homens e três mulheres, considerados avançados na modalidade e praticantes há mais de dois anos.

A média da idade dos voluntários era de 34 (+9) anos. A altura para os homens era de 177cm + 2,5. A média de altura das mulheres era de 160cm+1,7.

Todos os voluntários foram orientados quanto ao protocolo experimental e assinaram o termo de consentimento livre esclarecido (TCLE), explicativo a respeito do estudo.

Os participantes foram esclarecidos de que poderiam desistir do estudo a qualquer momento, sem que isso trouxesse prejuízos físicos, psicológicos, sociais ou de qualquer ordem ao voluntário. O presente estudo foi realizado entre abril e dezembro de 2020, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola Superior de Educação Física de Jundiaí (Jundiaí, São Paulo/Brasil), sob o CAAE: 29288320.7.0000.5396, parecer nº 4.045.924.

Protocolo experimental

Os voluntários receberam marcações adesivas reflexivas nas regiões do acrômio da escápula, corpo da clavícula, manúbrio do esterno (região da incisura jugular), proximidades do tubérculo maior do úmero, epicôndilos medial e lateral do úmero e região medial do carpo.

Todas as marcações foram feitas em ambos os antímeros corporais dos participantes. Em seguida executaram três repetições do movimento de flexão, sendo orientados a iniciarem com os membros superiores estendidos.

Recomendou-se também que, para a validade da repetição (do movimento) o participante deveria executar a flexão da articulação do cotovelo e abdução horizontal da articulação glenoumeral até que a região peitoral tocasse o solo.

Os movimentos foram filmados para a coleta dos ângulos das articulações glenoumeral e do cotovelo. A filmagem foi realizada com uma câmera Vicon MX-T40® com resolução (2352 x 1728 px) e escala de cinza de 10 bits, com alta definição de imagem, posicionada no plano sagital a 50cm de altura do solo.

A análise cinemática das imagens do exercício foi realizada com o software Kinovea® (modelo 0.8.15), utilizando a

ferramenta “ângulos” sobre as articulações descritas.

Os valores dos ângulos da articulação glenoumeral e do cotovelo foram tabulados em software Microsoft Excel (versão 2010) para o tratamento estatístico, foi utilizado o software BioStat (versão LE 6.9.10), aplicando o tratamento de medida central e análises descritivas dos dados.

Foi dada preferência para os ângulos do início do gesto, fase média do movimento (com o ângulo da articulação do cotovelo próximo a 90°) e aos ângulos da fase final do movimento (momento em que o indivíduo toca a região peitoral no chão).

RESULTADOS

A articulação glenoumeral das mulheres sofre uma significativa redução enquanto nos homens há um ligeiro aumento (Figura 1).

Em ambos os planos frontal (Figura 2) e sagital (Figura 3), o ângulo do cotovelo das mulheres sofre uma ligeira diminuição a partir da fase média, levando a uma maior flexão dos cotovelos comparado com os homens, principalmente no plano sagital.

Os homens utilizaram uma posição mais aberta das mãos (Figura 4) em relação às mulheres, que optaram por uma posição mais fechada das mãos e dos cotovelos (Figura 5).

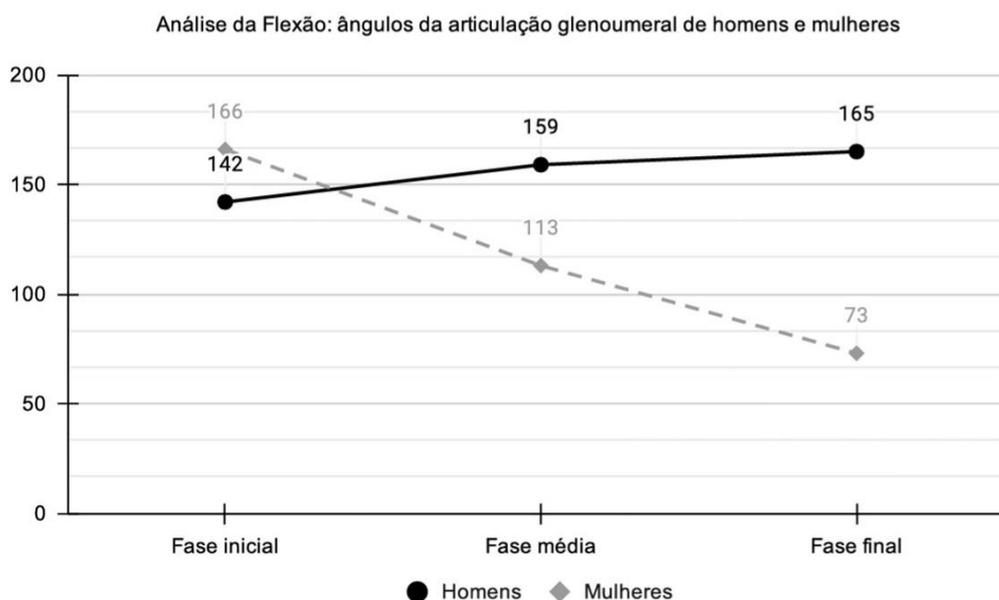


Figura 1 - Análise da média angular da articulação glenoumeral de homens e mulheres durante as fases inicial (braços estendidos), média (cotovelos flexionados em aproximadamente 90°) e final (ápice da mandíbula acima da barra, flexão máxima do cotovelo, abdução máxima da articulação glenoumeral e com o peito em contato com o solo) no plano frontal; valores expressos em ângulos.

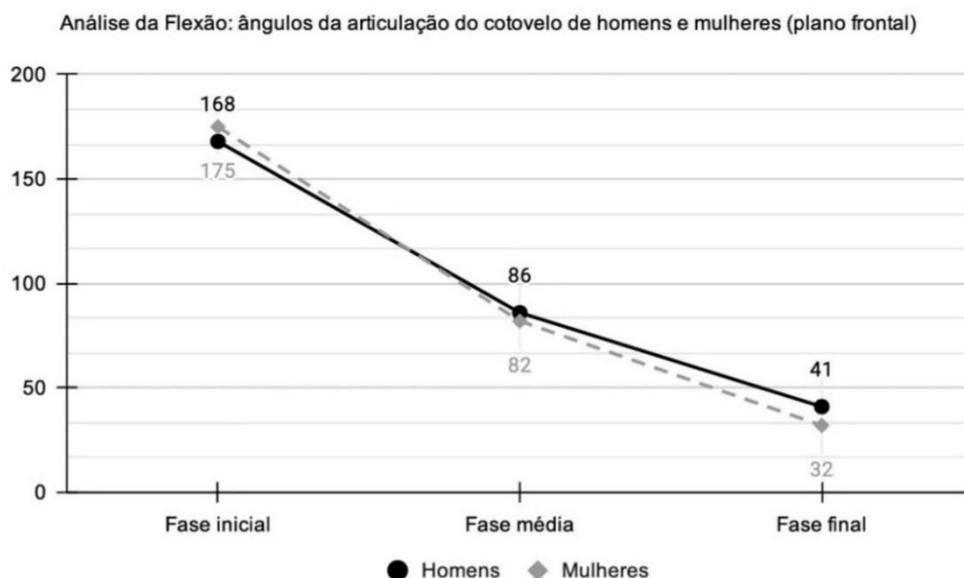


Figura 2 - Análise da média angular da articulação do cotovelo de homens e mulheres durante as fases inicial, média e final no plano frontal; valores expressos em ângulos

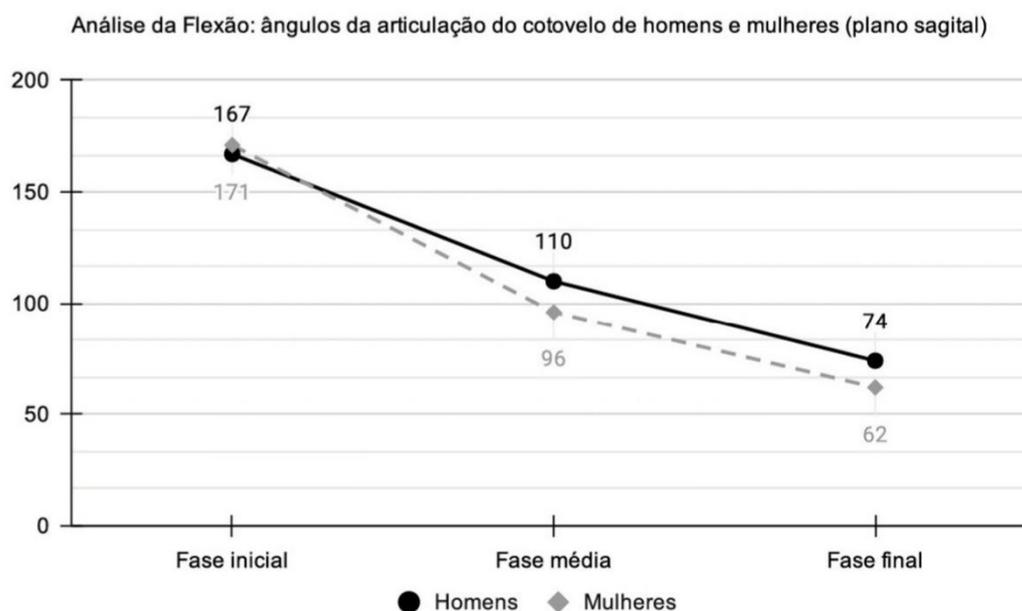


Figura 3 - Análise da média angular da articulação do cotovelo de homens e mulheres durante as fases inicial, média e final no plano sagital; valores expressos em ângulos.



Figura 4 - Análise de imagens do exercício flexão executado por um indivíduo do sexo masculino no software Kinovea® (planos frontal e sagital).



Figura 5 - Análise de imagens do exercício flexão executado por um indivíduo do sexo feminino no software Kinovea® (planos frontal e sagital).

DISCUSSÃO

No presente estudo foi observada uma diminuição significativa do ângulo da articulação glenoumeral no sexo feminino em comparação com o masculino, que apresentou um ligeiro aumento no valor angular, durante a execução do exercício flexão no plano frontal.

Alguns pontos importantes a ressaltar diante dos resultados são a posição das mãos

de cada indivíduo e o trajeto dos cotovelos à medida que o indivíduo realiza sua flexão.

Os homens adotaram uma posição das mãos mais aberta - em relação ao alinhamento dos ombros -, levando a um leve aumento ou a uma manutenção aproximada do valor angular da articulação glenoumeral.

Já as mulheres apresentaram uma posição mais fechada das mãos e dos cotovelos, mais próxima ao alinhamento dos ombros, o que resultou na significativa

redução do ângulo. A atividade, inserção e força muscular são determinantes na execução da flexão, especificamente no posicionamento das mãos e na trajetória dos cotovelos.

Ao comparar a posição das mãos na linha dos ombros e a posição mais aberta, a atividade muscular no peitoral maior, no tríceps braquial e no serrátil anterior (em ordem decrescente de ativação) é maior na posição alinhada aos ombros, entretanto na posição fechada o recrutamento muscular é ainda maior em relação às duas anteriores (Youdas e colaboradores, 2010; Cogley e colaboradores, 2005).

O peitoral maior é mais recrutado do que o tríceps braquial no sexo masculino, enquanto no sexo feminino ocorre o contrário; além disso, essas ativações são maiores nas mulheres do que nos homens (Cogley e colaboradores, 2005).

Também é possível observar um maior torque na flexão do cotovelo na posição fechada, com as mãos unidas (Donkers e colaboradores, 1993).

O aumento do ângulo da articulação glenoumeral nos homens pode ser explicado pela posição mais afastada dos cotovelos, considerando que o peitoral maior, mais recrutado do que o tríceps braquial no sexo masculino, realiza a adução do úmero em conjunto com o latíssimo do dorso.

Nas mulheres a trajetória dos cotovelos é mais próxima do esqueleto axial e a posição das mãos é mais fechada, justificando a maior ativação do tríceps na flexão e na extensão dos cotovelos em relação aos homens (Moore, Dalley e Agur, 2014; Cogley e colaboradores, 2005).

A proporção reduzida de massa muscular nas regiões do tórax e dos ombros no sexo feminino também esclareceria essa dificuldade maior na adução dos ombros, portanto pela preferência na adoção da posição mais estreita das mãos e a uma maior flexão dos cotovelos (Janssen e colaboradores, 2000).

A maior atividade eletromiográfica neste exercício ocorre nas fibras anteriores do deltoide e do serrátil anterior, por conta de sua ação sinérgica na flexão dos ombros e por se encontrarem em posição encurtada durante o movimento, aumentando a quantidade de unidades motoras ativas (Marcolin e colaboradores, 2015; Brum e colaboradores, 2008; Moore, Dalley e Agur, 2014; Sharkey e Marder, 1995; De Luca, 1997).

Devido à direção axial da carga na flexão, transmitida posteriormente à articulação escapulotorácica, o serrátil anterior contrabalança essa carga estabilizando a articulação, o que justifica sua elevada atividade eletromiográfica (Lippert, 2003).

Dentre os músculos estabilizadores da escápula, se encontram o serrátil anterior e o trapézio.

O serrátil anterior realiza protração escapular enquanto as fibras transversas do trapézio, mais recrutadas do que as fibras ascendentes e descendentes, são responsáveis pela retração da escápula durante a flexão (Marcolin e colaboradores, 2015; Moore, Dalley e Agur, 2014).

Em indivíduos diagnosticados com síndrome do impacto no ombro, tanto o trapézio transverso quanto o trapézio inferior (que auxilia na elevação escapular) e o serrátil anterior possuem uma ativação significativamente menor comparado com indivíduos saudáveis (Boroto, Dein e La Torre, 2018; Batista e colaboradores, 2013).

A elevada atividade eletromiográfica do trapézio inferior e do serrátil anterior indica um trabalho de estabilização da escápula - enquanto abduzida e aduzida durante a flexão de braços -, e sua ativação reduzida, comum em indivíduos com síndrome do impacto, é associada a uma maior rotação superior e inclinação da escápula, resultando na alteração do ritmo escapulotorácico, na diminuição do espaço subacromial e aumentando a propensão ao impacto no ombro e a uma discinesia escapular (Phadke, Camargo e Ludewig, 2009; Ludewig e Cook, 2000; Cools e colaboradores, 2003; Lukaszewicz e colaboradores, 1999).

Tendo em vista que o serrátil anterior possui inserções na borda medial e no ângulo inferior da escápula, contribuindo para todos os seus movimentos tridimensionais em relação ao tórax e para a estabilização da articulação escapulotorácica, a ativação reduzida desse músculo prejudicaria o ritmo escapular, reduzindo o espaço subacromial e sobrecarregando as estruturas envolvidas no complexo do ombro (Boroto, Dhein e La Torre, 2018).

Logo, o exercício de flexão deve ser realizado com cautela em indivíduos com instabilidade posterior do complexo articular do ombro, uma vez que a posição dos braços é mais propícia ao deslocamento ou luxação do ombro e ao impacto (em posições de flexão,

rotação interna e adução) (Uhl e colaboradores, 2003).

À medida que o úmero é elevado no plano escapular, a escápula apresenta um padrão característico de aumento da inclinação posterior, rotação superior e rotação externa. Indivíduos com instabilidade na articulação glenoumeral, lesões no manguito rotador, especialmente síndrome do impacto no ombro, apresentam uma redução nos valores angulares dos movimentos escapulares citados.

Essas alterações são ocasionadas por diferentes ativações dos músculos serrátil anterior e trapézio superior, dependendo também da posição adotada das mãos, ombros e dos ângulos articulares durante a execução da flexão (Uhl e colaboradores, 2003; Decker e colaboradores, 1999; Lear e Gross, 1998; Lehman e colaboradores, 2006; Suprak e colaboradores, 2013).

Um estudo analisou os efeitos de diferentes posições dos ombros na cinemática escapular na flexão tradicional (Suprak e colaboradores, 2013).

A primeira posição fora autosselecionada (considerada "normal"), na segunda os ombros foram aduzidos, com os cotovelos posicionados ao lado das costelas, e na terceira posição os ombros e cotovelos eram elevados em aproximadamente 90° do tronco.

Os participantes que executaram a flexão na primeira e na segunda posição apresentaram maior inclinação posterior, rotação superior e rotação externa, enquanto na posição elevada a inclinação posterior e a rotação externa foram significativamente reduzidas, contribuindo para o impacto no ombro.

Os autores desta pesquisa consideram a hipótese de que uma maior atividade no trapézio superior que o serrátil anterior não pudesse compensar, juntamente com o aumento do grau de alongamento passivo do peitoral maior (responsável pela adução e elevação do úmero e abdução da escápula), gerariam uma redução na inclinação posterior e aumento na rotação interna da escápula na condição elevada dos ombros (Suprak e colaboradores, 2013; Ludewig, Cook e Nawoczenski, 1996; Ludewig e colaboradores, 2004; Borstad e Ludewig, 2005).

Portanto, o exercício flexão com a posição afastada das mãos, dos ombros e dos cotovelos, adotada pelos homens no presente estudo, promove um maior risco de impacto na

articulação glenoumeral comparado com a posição mais fechada, utilizada pelas mulheres - especialmente se executado em alta velocidade e número de repetições, resultando na fadiga muscular precoce e diminuição da qualidade do movimento (Dominski e colaboradores, 2018; Claudino e colaboradores, 2018; Tavares, 2019; Klimek e colaboradores, 2018; Summit e colaboradores, 2016; Aune e Powers, 2017).

CONCLUSÃO

Neste estudo foi identificado uma diminuição significativa do ângulo da articulação glenoumeral no sexo feminino, em que fora adotado uma posição mais fechada das mãos e dos cotovelos, enquanto no sexo masculino o ângulo sofreu um ligeiro aumento, com a utilização de uma posição mais afastada.

A atividade maior do tríceps braquial nas mulheres levaria à preferência pela posição mais fechada das mãos, priorizando uma maior flexão dos cotovelos em relação aos homens, com maior ativação no peitoral maior e força muscular na adução dos ombros.

Por fim, posicionar os ombros mais afastados e num ponto mais elevado, observado principalmente nos homens, ocasionaria um maior risco de impacto no ombro, o que justifica a adoção do posicionamento fechado ou com os cotovelos mais próximos do tronco no CrossFit.

AGRADECIMENTOS

Os autores do artigo agradecem à Escola Superior de Educação Física de Jundiaí pelo apoio e auxílio.

REFERÊNCIAS

- 1-An, K.N.; Korinek, S.L.; Kilpela, T.; Edis, S. Kinematic and kinetic analysis of push-up exercise. *Biomed Scie Instr.* Vol. 26. 1990. p. 53-57.
- 2-An, K.N.; Chao, E.Y.; Morrey, B.F.; Donkers, M.J. Intersegmental elbow joint load during pushup. *Biomed Sci Instrum.* Vol. 28. 1992. p. 69-74.
- 3-Aune, K.T.; Powers, J.M. Injuries in an extreme conditioning program. *Sports Health.* Vol. 9. Num. 1. 2017. p. 52-58.

- 4-Batista, L.P.; Oliveira, V.A.; Pirauá, A.T.; Pitangui, A.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.
- 5-Boroto, L.; Dhein, W.; La Torre, M. Análise eletromiográfica dos músculos estabilizadores da escápula durante os exercícios push up e bench press em atletas universitários com e sem síndrome do impacto do ombro. *Fisioter Bras*. Vol. 19. Num. 5. 2018. p. 597-606.
- 6-Borstad, J.D.; Ludewig, P.M. The effect of long versus short pectoralis minor resting length on scapular kinematics in healthy individuals. *J Orthop Sports Phys Ther*. Vol. 35. Num. 4. 2005. p. 227-238.
- 7-Brum, D.P.C.; Carvalho, M.M.; Tucci, H.T.; Oliveira, A.S. Avaliação eletromiográfica de músculos da cintura escapular e braço durante a realização de exercícios com extremidade fixa e carga axial. *Rev Bras Med Esporte*. Vol. 14. Num. 5. 2008. p. 466-471.
- 8-Chou, P.; Hsu, H.; Chen, S.K.; Yang, S.K.; Kuo, C.M.; Chou, Y.L. Effect of push-up speed on elbow joint loading. *J Med Bio Eng*. Vol. 31. Num. 3. 2011. p. 161-168.
- 9-Claudino, J.G.; Gabbett, T.J.; Bourgeois, F.; Souza, H.S.; Miranda, R.C.; Mezêncio, B.; Soncin, R.; Cardoso Filho, C.A.; Bottaro, M.; Hernandez, A.J.; Amadio, A.C.; Serrão, J.C. CrossFit Overview: Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Med - Open*. Vol. 4. Num. 1. 2018. p. 11.
- 10-Cogley, R.M.; Archambault, T.A.; Fibeger, J.F.; Koverman, M.M.; Youdas, J.W.; Holmann, J.H. Comparison of muscle activation using various hand positions during the push-up exercise. *J Strength Cond Res*. Vol. 19. Num. 3. 2005. p. 628-633.
- 11-Cools, A.M.; Witvrouw, E.E.; Declercq, G.A.; Danneels, L.A.; Cambier, D.C. Scapular muscle recruitment patterns: trapezius muscle latency with and without impingement symptoms. *Am J Sports Med*. Vol. 31. Num. 4. 2003. p. 542-9.
- 12-Decker, M.J.; Hintermeister, R.A.; Faber, K.J.; Hawkins, R.J. Serratus anterior muscle activity during selected rehabilitation exercises. *Am J Sports Med*. Vol. 27. Num. 6. 1999. p. 784-91.
- 13-De Luca, C.J. The use of surface electromyography in biomechanics. *J Biomech*. Vol. 13. 1997. p. 135-63.
- 14-Dominski, F.H.; Siqueira, T.C.; Serafim, T.T.; Andrade, A. Perfil de lesões em praticantes de Crossfit: revisão sistemática. *Fisioter Pesqui*. Vol. 25. Num. 2. 2018. p. 229-239.
- 15-Donkers, M.J.; An, K.N.; Chao, E.Y.; Morrey, B.F. Hand position affects elbow joint load during push-up exercise. *J Biomech*. Vol. 26. Num. 6. 1993. p. 625-632.
- 16-Gouvali, M.K.; Boudoulos, K. Dynamic and electromyographical analysis in variants of push-up exercise. *J Strength Cond Res*. Vol. 19. Num. 1. 2005. p. 146-151.
- 17-Hamill, J.; Knutzen, K.M.; Derrick, T.R. Bases biomecânicas do movimento humano. Baueri, SP. Manole. 4ª ed. 2016. P. 144-159.
- 18-Janssen, I.; Heymsfield, S.B.; Wang, Z.M.; Ross, R. Skeletal muscle mass and distribution in men and women aged 18-88 yr. *J Applied Physiol*. Vol. 89. Num. 1. 2000. p. 81-88.
- 19-Klimek, C.; Ashbeck, C.; Brook, A.; Durall, C. Are Injuries More Common With CrossFit Training Than Other Forms of Exercise?. *J Sport Rehabil*. Vol. 27. Num. 3. 2018. p. 295-299.
- 20-Lear, L.J.; Gross, M.T. An electromyographical analysis of the scapular stabilizing synergists during a push-up progression. *J Orthop Sports Phys Ther*. Vol. 28. Num. 3. 1998. p. 146-157.
- 21-Lehman, G.J.; MacMillan, B.; MacIntyre, I.; Chivers, M.; Fluter, M. Shoulder muscle EMG activity during push up variations on and off a Swiss ball. *Dyn Med*. Vol. 5. 2006. p. 7.
- 22-Lippert, L.S. *Cinesiologia Clínica para Fisioterapeutas*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 3ª edição. 2003. p. 109-111.
- 23-Lou, S.; Lin, C.J.; Chou, P.H.; Chou, Y.L.; Su, F.C. Elbow load during pushup at various

forearm rotations. Clin Biomech. Vol. 16. Num. 5. 2001. p. 408-414.

24-Ludewig, P.M.; Cook, T.M.; Nawoczenski, D.A. Three-dimensional scapular orientation and muscle activity at selected positions of humeral elevation. J Orthop Sports Phys Ther. Vol. 24. Num. 2. 1996. p. 57-65.

25-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. Am J Sports Med. Vol. 32. Num. 2. 2004. p.484-93.

26-Ludewig, P.M.; Cook, T.M. Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. Phys Ther. Vol. 80. Num. 3. 2000. p. 276-91.

27-Lukasiewicz, A.C.; McClure, P.; Michener, L.; Pratt, N.; Sennett, B. Comparison of 3-dimensional scapular position and orientation between subjects with and without shoulder impingement. J Orthop Sports Phys Ther. Vol. 29. Num. 10. 1999. p. 574-86.

28-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. J Athl Train. Vol. 50. Num. 11. 2015. p. 1126-32.

29-Mier, C.; Amasay, T.; Capehart, S.; Garner, H. Differences between men and women in percentage of body weight supported during push-up exercise. Int J Exerc Sci. Vol. 7. Num. 2. 2014. p. 161-168.

30-Moore, K.L.; Dalley, A.F.; Agur, A.M.R. Anatomia orientada para a clínica. Guanabara Koogan. 7ª edição. 2014. p. 832-955.

31-Phadke, V.; Camargo, P.R.; Ludewig, P.M. Scapular and rotator cuff muscle activity during arm elevation: A review of normal function and alterations with shoulder impingement. Rev Bras Fisioter. Vol. 13. Num. 1. 2009. p. 1-9.

32-Sharkey, N.A.; Marder, R.A. The Rotator Cuff Opposes Superior Translation of the Humeral Head. Am J Sports Med. Vol. 23. 1995. p. 301-6.

33-Summit, R.J.; Cotton, R.A.; Kays, A.C.; Slaven, E.J. Shoulder Injuries in Individuals Who Participate in CrossFit Training. Sports Health. Vol. 8. Num. 6. 2016. p. 541-546.

34-Suprak, D.N.; Dawes, J.; 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. Vol. 25. Num. 2. 2011. p. 497-503

35-Suprak, D.; Bohannon, J.; Morales, G.; Stroschein, J.; San Juan, J.G. Scapular Kinematics and Shoulder Elevation in a Traditional Push-Up. J Athl Train. Vol. 48. Num. 6. 2013. p. 826-35.

36-Tavares, S.L.S. As lesões musculoesqueléticas em praticantes de crossfit: uma revisão integrativa da literatura. Repos Inst UFMG. EEEFTO. 2019.

37-Tillar, R.V. Comparison of Kinematics and Muscle Activation between Push-up and Bench Press. Sports Med Int Open. Vol. 3. Num. 3. 2019. p. E74-E81.

38-Uhl, T.L.; Carver, T.J.; Mattacola, C.G.; Mair, S.D.; Nitz, A.J. Shoulder musculature activation during upper extremity weight-bearing exercise. J Orthop Sports Phys Ther. Vol. 33. Num. 3. 2003. p. 109-17.

39-Youdas, J.W.; Budach, B.D.; Ellerbusch, J.V.; Stucky, C.M.; Wait, K.R.; Hollman, J.H. Comparison of muscle-activation patterns during the conventional push-up exercises. J Strength Cond Res. Vol. 24. Num. 12. 2010. p. 3352-3362.

E-mail dos autores:

personalfelipeac@hotmail.com

davi_agm@hotmail.com

marcelocunha@g.fmj.br

carlosmoraes@g.fmj.br

gibanovv@gmail.com

carol.delforno@gmail.com

tiagonandr@gmail.com

drdcaldeira@gmail.com

marcelo.conte.prof@gmail.com

victorramosfernandes@gmail.com

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbpex.com.br

Autor correspondente:

Júlia Valério de Mendonça.

juliavaleriom@hotmail.com

R. Rodrigo Soares de Oliveira, 1.

Anhangabaú, Jundiaí-SP, Brasil.

CEP: 13208-120.

Telefone: (11)98957-5351.

Recebido para publicação em 13/05/2021

Aceito em 11/08/2021