

ESTUDO VIRTUAL DO MOVIMENTO DE ABDUÇÃO DA ARTICULAÇÃO GLENOUMERAL COM VARIAÇÕES ANATÔMICAS DO ACRÔMIO

Igor Duarte de Almeida*, Eduardo Seige Ianaguivara***, Márcia Aparecida Silva Bissaco**

*Universidade de Mogi das Cruzes (NPT), Mogi das Cruzes, Brasil

**Universidade de Mogi das Cruzes (NPT), Mogi das Cruzes, Brasil

***Universidade de Mogi das Cruzes (NPT), Mogi das Cruzes, Brasil

e-mail: dr_igor@outlook.com

Resumo: Esta pesquisa tem como objetivo criar um modelo 3D do ombro, considerando as variações anatômicas do acrômio, para simular o movimento de abdução do ombro e verificar se essas variações diminuem a amplitude de movimento (ADM). O software Blender foi usado para modelar e texturizar os ossos e os músculos do manguito rotador levando em conta as características do acrômio (Tipo-I plano, Tipo-II curvo e o Tipo-III em gancho). Foi utilizado o método *blue-print* para criar os ossos 3D e inserir os músculos do manguito rotador e um esqueleto virtual para tornar o modelo mais realista. As texturas foram inseridas através do método *MAP UV* e o modelo 3D representado em quatro diferentes pontos de vista. Os resultados mostraram que o acrômio tipo-I teve 18 mm de espaço subacromial e inclinação de 3,3°, o acrômio tipo-II teve uma inclinação de 24° e o acrômio tipo-III teve espaço de 5 mm com uma inclinação de 38°. O tipo-I não comprime as estruturas subacromiais. O acrômio tipo-II diminui o espaço, mas o movimento não é prejudicado. O modelo tipo-III mostrou sua relação direta com a redução da ADM, diminuindo o espaço em todos os ângulos de abdução. Os resultados corroboram com a literatura atual onde o tema “variação anatômica do acrômio e movimento de abdução do ombro” é abordado. O modelo 3D desenvolvido pode auxiliar professores, estudantes, pesquisadores das ciências da saúde e biomecânica a compreenderem como se comportam as estruturas que compõem o ombro durante o movimento de abdução.

Palavras-chave: *Acrômio, articulação glenoumeral, movimento de abdução, ombro, modelagem e simulação, modelagem 3D.*

Abstract: *This research aimed to create a 3D model of the shoulder, taking into account the anatomical acromion's variations, to simulate shoulder abduction movement and to check whether acromion's variations have influence on the range of the shoulder motion. Blender software was used for modeling and texturing bones and muscles according different acromion's variations (Type-I – flat, Type-II – curved, and Type-III – hooked). The BLUE PRINT method was used to create both the 3D bones and the rotator cuff muscles. In addition, a virtual skeleton was added to make the model more realistic. The bone's texture was implemented through UV MAP method and the 3D model was represented in four different views. The results showed that Type-I acromion had 18mm of subacromial space and slope of 3.3°, Type-II had a slope of 24° and Type-III had a gap of 5mm with a slope of 38°. Additionally, Type-I did not compress the subacromial structures and Type-II decreased the space*

but its movement was not affected. Type-III showed a direct relationship with the reduction of the motion range by decreasing the space at all angles of abduction movement. To conclude, the results corroborated with the current literature where the theme "acromion's anatomical variations and shoulder abduction movement" was addressed. The 3D model developed can help teachers, students, researchers in the health sciences and biomechanics to understand better the movement of shoulder abduction.

Keywords: *Acromion, glenoumeral joint, shoulder, abduction movement, modeling and simulation, 3D modeling.*

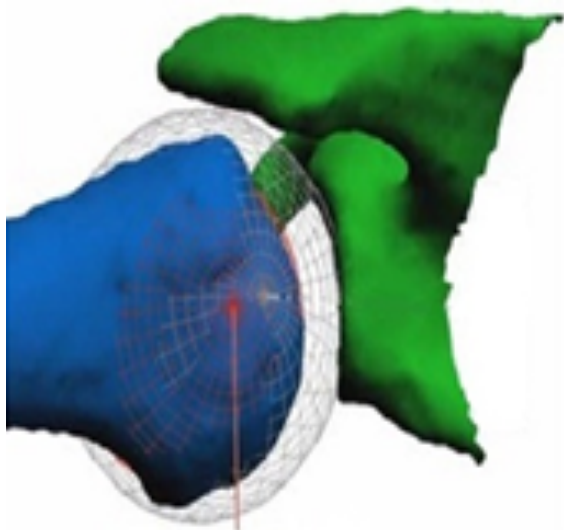
Introdução

Acrômio é o acidente ósseo do osso escápula e atua como limitador do movimento do ombro. A abdução consiste em um movimento onde o membro se distancia do tronco e no ombro pode alcançar a 180° [1,2]. Quando o acrômio apresenta variações anatômicas, ocorre a síndrome do impacto que é dolorosa e muito frequente, podendo acometer 36% de pessoas ativas [3]. Só em 2007 as doenças osteoarticulares ocuparam a décima terceira posição no *rankin* de internação do SUS [4]. A análise do movimento de abdução do ombro pode ser realizada de várias formas, porém nenhuma evidencia o trajeto ósseo da articulação [5]. O movimento de abdução diminui o espaço subacromial e leva a compressão do tendão do músculo supraespinhal e bursa. Essa compressão ocorre pelo estreitamento devido às variações anatômicas do acrômio [6]. O músculo supraespinhal forma o grupo manguito rotador que dentre outras funções abduzem e rodam o úmero [7]. Pesquisas anteriores verificaram a existência de 3 tipos de acrômios; tipo-I, tipo-II e tipo-III [8]. O Tipo-I é caracterizado por ser plano (reto), é o mais comum sendo caracterizado como acrômio normal. O acrômio Tipo-II apresenta uma leve curvatura inferior e por isso é conhecido por curvo, aparece com frequência na população. O acrômio Tipo-III apresenta uma curvatura inferior acentuada e por isso é conhecido por acrômio em gancho. Comumente, é relacionado com lesões do músculo manguito rotador pelo suposto atrito entre as estruturas devido à diminuição do espaço subacromial Helms et. al. [9]. Para adquirir o conhecimento sobre estes tipos de acrômio e sobre a anatomia do ombro, estudantes recorrem ao método tradicional de estudo em cadáveres, mas esse método não permite o estudo funcional de um órgão [10]. Os equipamentos eletrônicos atuais possibilitam ao aluno estar em contato com o material de estudo em qualquer parte e existem atlas de anatomia virtuais que demonstram as diversas estruturas do corpo humano. As pesquisas que

envolvem o ombro são numerosas, mas pouco se relacionam com o acrômio como a proposta desta pesquisa. Além disso, o computador está inserido em todas as áreas do conhecimento e se tornou importante no auxílio ao diagnóstico e na transmissão da informação [11]. Assim sendo, o autor desta pesquisa que é docente da saúde, motivado pela sua observação pessoal sobre a dificuldade na compreensão dos mecanismos de lesão do ombro, percebeu a necessidade de contribuir para a sua área de conhecimento desenvolvendo um método computacional para auxiliar na transmissão das informações de maneira conclusiva, tornando o aluno ou o profissional da saúde mais capacitado tanto no tratamento da doença já instalada, quanto na prevenção dessas doenças que acometem o ombro.

Materiais e métodos

Após levantamento de dados, foram modelados os componentes anatômicos do ombro direito [12] com ênfase na articulação glenoumeral considerando as variações anatômicas tipo-I, tipo-II e tipo-III do acrômio [13, 14]. Foi utilizado o *software* Blender 3D que é um programa de modelagem e animação com características profissionais e de código livre. Os ossos do complexo do ombro foram modelados a partir do método *blue-print* utilizando-se imagens de um importante atlas de anatomia [12]. Esse método consiste no contorno das superfícies de um modelo 2D. Os músculos foram agregados ao modelo através do método UV/Map, enquanto que a animação da articulação foi conseguida usando-se o método *armature*. Para aquisição das imagens, foram posicionadas 4 câmaras; uma com visão anterior, uma com visão lateral, outra com visão posterior e a última posicionada com visão exclusiva para o túnel do músculo supraespinhal. Os dados obtidos na revisão bibliográfica foram acrescentados ao modelo bem como a determinação do centro de rotação do úmero ilustrada na figura 1 [13, 14].



Albu et. Al (2004)

Figura 1: Centro de rotação geométrica

De acordo com a literatura, os ossos foram alinhados considerando pontos anatômicos específicos para que o modelo estivesse mais próximo possível do fisiológico. Nesse caso, utilizou-se como referência a superfície inferior do acrômio como limite superior e a cabeça do

úmero foi posicionada à distância de 18 mm. Após essas etapas, foi alterada a malha inferior do acrômio para simular as variações deste e possibilitar a análise de suas possíveis implicações nos movimentos do braço. A partir de então foi possível aplicar as características dos 3 tipos de acrômio no modelo produzido.

Resultados

As figuras 2 e 3 apresentam os tipos de acrômio modelados e as visões do músculo supraespinhal, respectivamente.

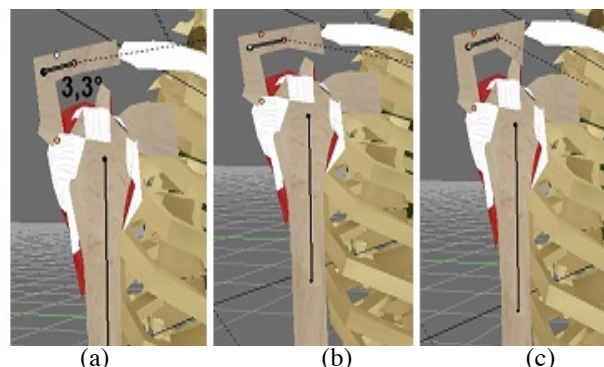


Figura 2: Modelos de acrômio: (a) tipo-I, (b) tipo-II e (c) tipo-III

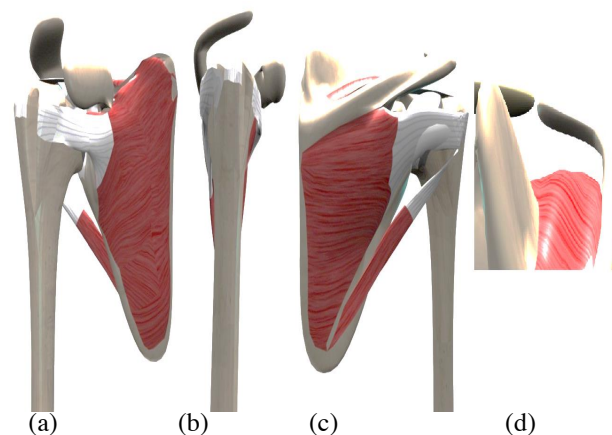


Figura 3: visões (a) anterior, (b) lateral, (c) posterior e (d) túnel do músculo supraespinhal.

Nos modelos que representam os tipos I, II e III é possível mensurar para o úmero em repouso um espaço subacromial de 18 mm, 10 mm e 6 mm de sua borda inferior ao tubérculo maior do úmero, respectivamente. Com o movimento de abdução do ombro em 120° de abdução temos 10 mm, 5 mm e 3 mm da sua borda inferior ao tubérculo maior do úmero (Figura 4). O eixo de rotação da cabeça do úmero ascendente em 26 mm e se projeta medialmente em 21 mm no modelo acrômio tipo I e II. O modelo acrômio tipo-III ascende em 23 mm e se projeta medialmente em 21 mm.

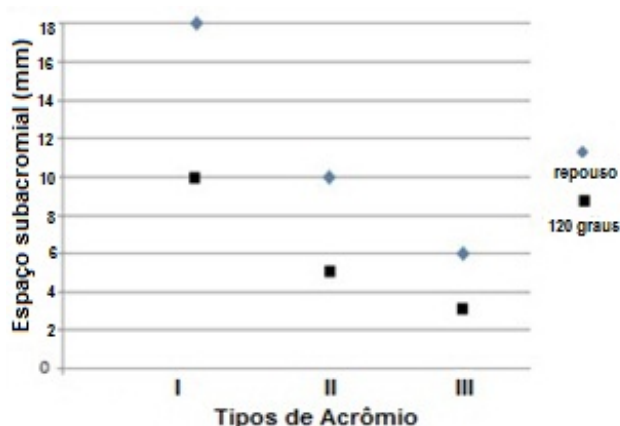


Figura 4: Espaço subacromial nos 3 tipos de acrômio considerando o braço em repouso e a 120 graus de abdução.

Discussão

A pesquisa de Petersson, Johnell [15] apresentou dados referentes apenas ao úmero em repouso e ainda sem concordância com os dados do modelo tipo-II dessa pesquisa. Graichen et. al. [16] se aproxima dos dados do modelo tipo-I com 15 mm com braço em repouso e do modelo tipo-III com o braço em movimento com 4 mm. Embora os números estejam próximos devemos salientar que ambos os trabalhos não mencionam o tipo de acrômio predominante. Albu et. al. [14] apresentaram 9 mm em repouso e 4 mm em movimento bem próximo dos 10 mm e 4 mm apresentados pelo nosso modelo tipo-II. Júnior, Petrucci, Nobeschi [17] encontraram espaço subacromial médio de 18,52 mm em repouso. O mesmo apresentado pelo nosso modelo tipo-I, porém seus dados em movimento apresentam diminuição de mais de 80% do espaço com 2,8 mm quase o dobro do que diz Graichen et. al. [16] com 44% em 120 graus. Esse fato nos leva a crer que houve algum equívoco por parte do trabalho de Júnior, Petrucci, Nobeschi [17] pela discrepância com os dados das outras pesquisas. Chopp, Dickerson [18] tem 13,8 mm em repouso e 6 mm em movimento. Veja que os dados não se aproximam de nenhum modelo em repouso, mas se levamos a ascendência do úmero antes do movimento, temos aproximação com o modelo tipo-I com 15 mm, porém os dados com movimento se aproximam do modelo tipo-II.

Conclusão

O modelo 3D foi animado e os dados extraídos foram confrontados com os dados encontrados na literatura que contextualiza nossa pesquisa. O fato de estes dados apresentarem uma aproximação é um indicativo de que nosso modelo representa as características fisiológicas e mecânicas dos componentes do ombro. Ao término do levantamento de dados, observamos que os tópicos que correlacionam modelos 3D, acrômio e simulação de movimento resultaram em um número pouco expressivo de artigos corroborando com a nossa expectativa de que é um tema carente na literatura. Isso torna nossa pesquisa original e relevante por abordar um tema pouco pesquisado e fornecer informações que podem servir para a compreensão da anatomia e fisiologia do ombro, além de conter informações importantes da biomecânica. Nosso trabalho representou as estruturas do ombro através de modelos 3D, simulando as

variações anatômicas do acrômio para estimar o percentual de limitações que estas variações causam nos movimentos do braço. Dessa maneira, a nossa pesquisa contribuirá para o enriquecimento da literatura podendo auxiliar em futuros trabalhos sobre o complexo do ombro.

Agradecimentos

Agradecemos a Deus pela direção de nossas vidas, aos amigos e familiares que, com carinho e boas palavras, puderam nos dar força para a execução e conclusão dessa obra. A CAPES e FAEP pelo suporte financeiro e a UMC pela oportunidade de estudo.

Referências

- [1] LECLER, A.; CHASTANG, J. F.; LANDRE, M. F.; ROQUELAURE, Y. Incidence of shoulder pain in repetitive work. **Occup Environ Med.** v. 61. p. 39-44. 2004.
- [2] COELHO, C. T.; DIAS, D.; NETO, M.; MATOS, M. A. Prevalência da síndrome do impacto do ombro doloroso e sua influência na qualidade de vida em professores de uma instituição privada de nível superior na cidade de Lauro de Freitas. **Revista Baiana de Saúde Pública.** v. 34. n. 1. p. 19-29. jul./dez. Bahia. 2010.
- [3] IKEMOTO, R. Y.; BEZERRA, A. D.; MONTE, F. A.; TELLES, R. B.; FUJIKI, E. N.; PORTO, L. C. K. Acrômio em forma de gancho, variação anatômica ou processo degenerativo. **Rev Bras Ortop.** v. 40. n. 8. p. 454-463. Agosto. 2005.
- [4] Painel de indicadores do SUS. Ministério da Saúde/Secretaria de Gestão Estratégica e Participativa. Departamento de Monitoramento e Avaliação da Gestão do SUS [s.e.] : [s. n.] : [s. d.].
- [5] LECH, O.; SEVERO, A. **Ombro e Cotovelo.** In: HEBERT, S.; XAVIER, R.; JÚNIOR, A. G. P.; FILHO, T. E. P. B. **Ortopedia e Traumatologia: Princípios e Prática.** 3. ed. Porto Alegre. Artmed. 2003.
- [6] SERNIK, R. A.; RODRIGUES, JR. A. J.; RODRIGUES, C. J. **Ombro.** In: SERNIK, R. A.; CERRI, G. G. **Ultrassonografia do sistema musculoesquelético.** São Paulo: Sarvier. 1999.
- [7] PRATO, N.; PELOSO, D.; FRANCONERI, A.; TEGALDO, G.; RAVERA, G. B.; SILVESTRI, E.; DERCHI, L. E. The anterior tilt of the acromion: radiographic evaluation and correlation with shoulder diseases. **Eur. Radiol.** v. 8. p. 1639-46. 1998.
- [8] NICOLETTI, S. J.; FILHO, J. L.; FALOPPA, F. Ângulo de inclinação do acrômio: um novo parâmetro radiológico na avaliação do ombro. **A folha médica.** v. 101. n. 2. p. 109-113. 1990.
- [9] HELMS, N. M.; MAJOR, M.W.; ANDERSON, P.A.;

KAPLAN, R. D. **Ressonância magnética musculoesquelética**. 2. ed. Rio de Janeiro. Elsevier, 2010.

- [10] FRANCHI, R. G.; COZIN, L. F.; COSTA, C. T. A. **Construção computacional dos membros superiores de um esqueleto humano utilizando computação gráfica**. Centro de Ciências Exatas, Naturais e Tecnológicas (CCENT), Universidade de Ribeirão Preto. 2009.
- [11] ALVES, L. **Fazendo música no computador**. 2. ed. Rio de Janeiro. Elsevier, 2006.
- [12] SOBOTTA, J. **Atlas de Anatomia Humana**. ed. 21. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2006.
- [13] BONG, G. L.; NAM, S. C.; HOEN, C.; YONG, G. **R. Reverse Total Shoulder Arthroplasty for Massive Cuff Tear and Cuff Tear Arthropathy in Elderly Patients**. *J Korean Orthop Assoc*. v. 46. n. 3. p. 212-221. Korean. Jun. 2011.
- [14] ALBU, A. B.; LAURENDEAU, D.; HÉBERT, L. J.; MOFFET, H.; DUFOUR, M.; MOISAN, C. Image-guided analysis of shoulderpathologies: modelling the 3D deformation of the subacromial space during arm flexion and abduction. *Medical Simulation Lecture Notes in Computer Science*. V. 3078. p. 193-202. 2004.
- [15] PETERSSON, C. J.; JOHNELL, I. R. The subacromial space in normal shoulder radiographs. *Acta Orthop*. v. 55. p. 57-58. Sweden. 1984.
- [16] GRAICHEN H.; BONEL, H.; STAMMBERGER, T.; HAUBNER, M.; ROHRER, H.; ENGLMEIER, K.; REISER, M.; ECKSTEIN, F. Three-dimensional analysis of the width of the subacromial space in healthy subjects and patients with impingement syndrome. *American Journal Roentgenology*. v. 172. April. 1999.
- [17] JÚNIOR, N. P. G.; PETRUCCI LUIZ, A. F.; NOBESCHI, L. Morfometria do espaço subacromial utilizando imagens radiográficas digitais em indivíduos adultos de ambos os gêneros. **Anuário da produção de iniciação científica discente**. v. XII. n. 15. 2009.
- [18] CHOPP, J. N.; DICKERSON, C. R. Resolving the contributions of fatigue-induced migration and scapular reorientation on the subacromial space: an orthopaedic geometric simulation analysis. **Human Movement Science**. v. 31. p. 448–460. 2012.