



Artigo Original

A tomografia computadorizada e sua reconstrução 3D aumentam a reprodutibilidade das classificações das fraturas da extremidade proximal do úmero? ☆

Thaís Matsushigue, Valmir Pagliaro Franco, Rafael Pierami*,
Marcel Jun Sugawara Tamaoki, Nicola Archetti Netto e Marcelo Hide Matsumoto

Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

INFORMAÇÕES SOBRE O ARTIGO

Histórico do artigo:

Recebido em 4 de setembro de 2012

Aceito em 1 de agosto de 2013

Palavras-chave:

Fraturas do úmero/radiografia

Fraturas do úmero/classificação

Tomografia

Keywords:

Fractures of the

humerus/radiography

Fractures of the

humerus/classification

Tomography

R E S U M O

Objetivo: determinar se as imagens da reconstrução 3D da tomografia computadorizada (TC) aumentam a concordância inter e intraobservador dos sistemas de classificação de Neer e Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO).

Métodos: foram obtidas imagens radiográficas em três posições do ombro e imagens tomográficas com reconstrução 3D, que foram analisadas em dois tempos por quatro observadores independentes.

Resultados: a avaliação radiográfica demonstrou que o uso da TC melhora a concordância intra e interobservadores para a classificação de Neer. O mesmo não foi observado na classificação AO, na qual a TC demonstrou aumento somente da concordância interobservadores.

Conclusão: o uso de TC 3D permite uma melhor avaliação da fratura quanto às partes que a compõem e aos seus desvios, mas mesmo assim apresenta uma concordância intraobservadores menor do que a ideal.

© 2014 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob a licença de [CC BY-NC-ND](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Do computed tomography and its 3D reconstruction increase the reproducibility of classifications of fractures of the proximal extremity of the humerus?

A B S T R A C T

Objective: to determine whether 3D reconstruction images from computed tomography (CT) increase the inter and intraobserver agreement of the Neer and Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) classification systems.

Methods: radiographic images and tomographic images with 3D reconstruction were obtained in three shoulder positions and were analyzed on two occasions by four independent observers.

☆ Trabalho realizado no Departamento de Ortopedia da Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo.

* Autor para correspondência.

E-mail: rpierami@gmail.com (R. Pierami).

Results: the radiographic evaluation demonstrated that using CT improved the inter and intraobserver agreement of the Neer classification. This was not seen with the AO classification, in which CT was only shown to increase the interobserver agreement.

Conclusion: use of 3D CT allows better evaluation of fractures with regard to their component parts and their displacements, but nevertheless the intraobserver agreement presented is less than ideal.

© 2014 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Published by Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND

Introdução

As fraturas da extremidade proximal do úmero têm uma incidência aproximada entre 63 e 105 por 100.000 por ano¹⁻⁴ e representam 5% de todos os acometimentos do esqueleto apendicular.^{4,5} Apresentam baixa incidência em indivíduos com idade inferior a 40 anos e aumentam exponencialmente após essa faixa etária. Há uma maior prevalência dessas fraturas no sexo feminino, com aproximadamente 70% a 80%.¹⁻⁵ As características da fratura (traço, localização, envolvimento articular, cominuição e grau de acometimento de partes moles) estão diretamente relacionadas à força do trauma, à posição do membro no momento do trauma e à qualidade óssea.^{6,7}

Vários sistemas de classificação foram desenvolvidos numa tentativa de guiar o tratamento e comparar resultados. Para um sistema de classificação ser considerado bom ele precisa ser validado, confiável e reprodutível, além de guiar o tratamento e prever possíveis complicações e o prognóstico; deve, ainda, funcionar como mecanismo de comparação de resultados obtidos com os diversos tipos de tratamento.

A classificação da Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen/Association for the Study of Internal Fixation (AO/Asif), criada em 1986 e revisada em 1990, usa um sistema alfanumérico para dividir as fraturas da extremidade proximal do úmero em 27 subgrupos. Existem três tipos de lesões básicas consideradas nessa classificação: fratura unifocal extra-articular, fratura bifocal extra-articular e fratura articular. Os três grupos são organizados de acordo com ordem crescente de complexidade e a dificuldade no tratamento e no prognóstico. Trata-se de um dos mais completos sistemas de classificação; porém, sua reprodutibilidade intra e interobservadores tem se mostrado um problema no que se refere à divisão entre grupos e subgrupos.⁸

Neer usou as partes definidas por Codman para propor a classificação mais empregada nos dias atuais.^{9,10} As quatro partes da extremidade proximal do úmero definidas nessa classificação são: tuberosidade maior, tuberosidade menor, diáfise do úmero e cabeça do úmero; para ser considerado uma parte, o fragmento deve estar com desvio superior a 1 cm ou 45°, exceto a tuberosidade maior, que é considerada como uma parte se houver desvio maior do que 0,5 cm ou 45° de angulação. Sendo assim, as fraturas podem ser classificadas como em uma, duas, três ou quatro partes. Uma crítica à classificação de Neer reside no fato de ela não considerar a possibilidade de luxação glenoumeral associada à fratura, fato que é englobado pela classificação AO.

Atualmente, alguns estudos questionaram a reprodutibilidade das classificações das fraturas da extremidade proximal

do úmero.¹¹⁻¹⁶ A principal crítica aos sistemas de classificação reside na dificuldade da avaliação do grau de desvio e da angulação com o uso somente de radiografias simples. Nesse contexto, a tomografia computadorizada fornece maior detalhamento da lesão e tem sido amplamente usada para avaliação dessas fraturas, principalmente as mais complexas; entretanto, esse exame não é inócua e o paciente recebe alta taxa de radiação. Além disso, suas indicações ainda não estão bem estabelecidas e seu benefício não está claramente comprovado.^{12,13,16}

A levar em conta que o tratamento dessas fraturas depende da avaliação radiográfica e que as classificações mais usadas (AO e Neer) apresentam baixa reprodutibilidade,¹¹⁻¹³ desenvolvemos este estudo com o objetivo de avaliar a reprodutibilidade dos dois sistemas de classificação mais usados no nosso meio, pela radiografia e pela TC e sua reconstrução 3D.

Materiais e métodos

O estudo foi submetido à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp) sob o número 0212/11 em 24 de fevereiro de 2011 e aprovado.

Foi feita análise retrospectiva de todos os pacientes com o diagnóstico de fratura da extremidade proximal do úmero do Setor de Cirurgia de Ombro e Cotovelo do Hospital São Paulo da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp) atendidos entre agosto de 2009 e abril de 2012.

Foram selecionados consecutivamente 72 pacientes, dos quais 37 puderam ser incluídos no estudo. As imagens selecionadas foram analisadas de acordo com as incidências obtidas (anteroposterior, perfil da escápula e axilar), o total de incidências, a qualidade da radiografia e a presença de TC com reconstrução em 3D no momento do trauma. Foram excluídas radiografias de má qualidade, aquelas nas quais não havia as incidências necessárias para o estudo e aquelas que não tinham imagens tomográficas com reconstrução em 3D. Além disso, foram excluídos todos os pacientes que já haviam sido submetidos a procedimentos cirúrgicos prévios no membro estudado, bem como aqueles que já haviam apresentado fratura na região estudada e as fraturas consideradas patológicas.

As imagens foram analisadas por quatro observadores independentes: um residente do terceiro ano de ortopedia e traumatologia (C), um ortopedista estagiário no setor de ombro e cotovelo (B) e dois ortopedistas e traumatologistas especializados em cirurgia de ombro e cotovelo (A e D). Eles classificaram as fraturas de acordo com as classificações AO/Asif e de Neer, independentemente, por meio da análise das imagens que foram previamente digitalizadas, em dois tempos distintos, com intervalo de uma semana entre eles. Em

Tabela 1 – Concordância interobservadores pelos exames de radiografia e TC pelas classificações de Neer e AO

Exame	Classificação	Kappa
Radiografias	Neer	0,37
	AO	0,25
Tomografia	Neer	0,57
	AO	0,36

Tabela 2 – Médias das concordâncias intraobservador para as classificações de Neer e AO quando usados os exames por meio de TC e RX

Exame	Classificação	Kappa
Radiografia	Neer	0,45
	AO	0,39
Tomografia	Neer	0,56
	AO	0,33

cada avaliação, as imagens foram randomizadas em sequências diferentes para se evitarem vieses.

Os dados foram coletados e submetidos a análise estatística. Obteve-se o coeficiente kappa (κ) para se determinar a concordância inter e intraobservadores das classificações. Os valores de kappa variam de -1 a +1; valores entre -1 e 0 indicam que a concordância foi menor do que a esperada e se considera somente o acaso; valores iguais a 0 indicam concordância semelhante ao acaso e a +1 indicam total concordância. Geralmente valores de 0,5 são considerados como insatisfatórios, entre 0,5 e 0,75 satisfatórios e apropriados e acima de 0,75 excelentes.¹⁷

Resultados

O método com a maior concordância interobservadores foi a classificação de Neer quando usada a TC ($\kappa=0,57$). A TC proporcionou um aumento da concordância interobservadores em ambas as classificações (tabela 1).

Em relação à concordância intraobservador, não foi observado aumento com o uso TC quando aplicada a classificação AO ($\kappa=0,39$ para radiografia e $\kappa=0,33$ para TC). Já para a classificação de Neer houve um aumento dessa concordância ($\kappa=0,45$ para radiografia e $\kappa=0,56$ para TC) (tabela 2).

Discussão

Nas últimas décadas, com a introdução de novas tecnologias para o diagnóstico das fraturas da extremidade proximal do úmero, tem-se questionado se o uso da tomografia computadorizada com reconstrução em três dimensões (TC 3D) traria benefícios na identificação do padrão de fratura e direcionaria a forma de tratamento.¹¹⁻¹⁶ Contudo, esse método não é inócuo, porque expõe o paciente a uma alta carga de radiação. Além disso, o custo desse método ainda é muito superior ao da radiografia simples. Por esses motivos, novos estudos devem ser feitos para definir a utilidade e as possíveis indicações para o emprego da TC.

No nosso estudo, a concordância interobservador, quando usada a classificação de Neer por meio de radiografias, foi

insatisfatória ($\kappa=0,37$). Esse achado é concordante com outros trabalhos publicados com essa finalidade.^{12,13,18} Quando avaliada por meio da TC, a concordância interobservador passou a ter um valor satisfatório ($\kappa=0,57$), em consonância com outros estudos já publicados,^{12,13} o que justifica o uso da TC. Em relação à classificação AO, os valores encontrados com o uso da radiografia e da TC foram considerados insatisfatórios, apesar de haver um aumento no valor de kappa ($\kappa=0,25$ para radiografia e $\kappa=0,36$ para TC). Esses valores insatisfatórios talvez sejam justificados pela complexidade da classificação. O mesmo é observado quando ela é usada para classificar fraturas em outros segmentos, como extremidade distal do rádio, tornozelo e colo do fêmur.¹⁹⁻²²

Em relação à concordância intraobservador, a TC mostrou-se útil quando usada a classificação de Neer e demonstrou um valor satisfatório ($\kappa=0,56$). O mesmo foi mostrado por outros estudos.^{11,12,18} Para a classificação AO, a TC não se mostrou útil e levou a um decréscimo no valor de kappa (de 0,39 para 0,33), o que talvez seja justificado pela complexidade da classificação, como já discutido previamente.

Desse modo, nosso estudo demonstrou melhor reprodutibilidade das classificações de Neer com o uso da TC com reconstrução em 3D, o que justifica seu uso na classificação das fraturas da extremidade proximal do úmero, já que é a mais aplicada no nosso meio. No entanto, em valores absolutos a reprodutibilidade ainda permanece baixa. O mesmo não foi observado quando foi usada a classificação AO.

Uma limitação deste estudo foi o baixo número de casos avaliados, o que pode levar a um viés. Além disso, por se tratar de um serviço de referência em trauma, é provável que possa haver maior número de casos complexos na casuística, o que levaria a uma menor concordância intra e interobservador, já que nas fraturas mais complexas da extremidade proximal do úmero se torna mais difícil aferir a angulação, o desvio e a impacção. Essas características da fratura que fazem parte dos critérios para a classificação têm sido apontadas como os fatores que causam a baixa reprodutibilidade das classificações. É importante salientar que este estudo visa somente a verificar a reprodutibilidade das classificações pelas radiografias convencionais e pela TC com reconstrução em 3D. Não se trata de um estudo de acurácia nem avalia o mérito desses exames quanto à indicação cirúrgica.

Conclusão

A TC com reconstrução em 3D melhora a concordância intra e interobservadores para a classificação de Neer. O mesmo não foi observado para a classificação AO, na qual houve melhoria somente na concordância interobservadores com o uso da TC com reconstrução em 3D.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

REFERÊNCIAS

1. Court-Brown CM, Garg A, McQueen MM. The epidemiology of proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand*. 2001;72(4):365-71.
2. Horak J, Nilsson BE. Epidemiology of fracture of the upper end of the humerus. *Clin Orthop Relat Res*. 1975;(112):250-3.
3. Kristiansen B, Barfod G, Bredesen J, Erin-Madsen J, Grum B, Horsnaes MW, et al. Epidemiology of proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand*. 1987;58(1):75-7.
4. Lind T, Krøner K, Jensen J. The epidemiology of fractures of the proximal humerus. *Arch Orthop Trauma Surg*. 1989;108(5):285-7.
5. Court-Brown CM, Caesar B. Epidemiology of adult fractures: a review. *Injury*. 2006;37(8):691-7.
6. Palvanen M, Kannus P, Parkkari J, Pitkääjärvi T, Pasanen M, Vuori I, et al., Järvinen M. The injury mechanisms of osteoporotic upper extremity fractures among older adults: a controlled study of 287 consecutive patients and their 108 controls. *Osteoporos Int*. 2000;11(10):822-31.
7. Mills HJ, Horne G. Fractures of the proximal humerus in adults. *J Trauma*. 1985;25(8):801-5.
8. Marsh JL, Slongo TF, Agel J, Broderick JS, Creevey W, DeCoster TA, et al. Fracture and dislocation classification compendium – 2007 Orthopaedic Trauma Association classification, database, and outcomes committee. *J Orthop Trauma*. 2007;21 Suppl 10:S1-133.
9. Neer CS. Displaced proximal humeral fractures. I. Classification and evaluation. *J Bone Joint Surg Am*. 1970;52(6):1077-89, 2nd.
10. Neer CS. Four-segment classification of proximal humeral fractures: purpose and reliable use. *J Shoulder Elbow Surg*. 2002;11(4):389-400, 2nd.
11. Bernstein J, Adler LM, Blank JE, Dalsey RM, Williams GR, Iannotti JP. Evaluation of the Neer system of classification of proximal humeral fractures with computerized tomographic scans and plain radiographs. *J Bone Joint Surg Am*. 1996;78(9):1371-5.
12. Brunner A, Honigsmann P, Treumann T, Babst R. The impact of stereo-visualisation of three-dimensional CT datasets on the inter- and intraobserver reliability of the AO/OTA and Neer classifications in the assessment of fractures of the proximal humerus. *J Bone Joint Surg Br*. 2009;91(6):766-71.
13. Foroohar A, Tosti R, Richmond JM, Gaughan JP, Ilyas AM. Classification and treatment of proximal humerus fractures: inter-observer reliability and agreement across imaging modalities and experience. *J Orthop Surg Res*. 2011 29; 6:38.
14. Siebenrock KA, Gerber C. The reproducibility of classification of fractures of the proximal end of the humerus. *J Bone Joint Surg Am*. 1993;75(12):1751-5.
15. Mahadeva D, Dias RG, Deshpande SV, Datta A, Dhillon SS, Simons AW. The reliability and reproducibility of the Neer classification system – Digital radiography (PACS) improves agreement. *Injury*. 2011;42(4):339-42.
16. Sjöedén GO, Movin T, Aspelin P, Güntner P, Shalabi A. 3D-radiographic analysis does not improve the Neer and AO classifications of proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand*. 1999;70(4):325-8.
17. Fleiss JL, Slakter MJ, Fischman SL, Park MH, Chilton NW. Inter-examiner reliability in caries trials. *J Dent Res*. 1979;58(2):604-9.
18. Majed A, Macleod I, Bull AM, Zyto K, Resch H, Hertel R, et al. Proximal humeral fracture classification systems revisited. *J Shoulder Elbow Surg*. 2011;20(7):1125-32.
19. Matsunaga FT, Tamaoki MJ, Cordeiro EF, Uehara A, Ikawa MH, Matsumoto MH, et al. Are classifications of proximal radius fractures reproducible? *BMC Musculoskelet Disord*. 2009;10:120.
20. Belloti JC, Tamaoki MJ, Franciozi CE, Santos JB, Balbachevsky D, Chap Chap E, et al., Albertoni WM, Faloppa F. Are distal radius fracture classifications reproducible? Intra interobserver agreement. *Sao Paulo Med J*. 2008;126(3):180-5.
21. Tenório R, Mattos CA, Araujo LH, Belangero WD. Análise da reprodutibilidade das classificações de Lauge-Hansen e Danis-Weber para fraturas de tornozelo. *Rev Bras Ortop*. 2001;36(1):434-7.
22. Gusmão PD, Mothes FC, Rubin LA, Gonçalves RZ, Telöken MA, Schwartzmann CR. Avaliação da reprodutibilidade da classificação de Garden para fraturas do colo femoral. *Rev Bras Ortop*. 2002;37(8):381-6.