

Reprodutibilidade de três classificações de fraturas na região proximal do úmero

Reproducibility of three classifications of proximal humeral fractures

Eduardo da Frota Carrerra¹, Andre Wajnsztein², Mario Lenza¹, Nicola Archetti Netto²

RESUMO

Objetivo: Propor um novo sistema para classificação das fraturas que envolvem o colo do úmero e avaliar a concordância intra e interobservador do sistema de classificação de Neer (a mais utilizada em nosso meio), do sistema proposto pelo grupo europeu *Arbeit Gemeinschaft für Osteosynthesefragen* e de um novo sistema de classificação proposto pelos autores. **Métodos:** Foram selecionados 56 pacientes com fraturas da região proximal do úmero, com radiografias simples digitalizadas nas incidências anteroposterior do ombro e perfil da escápula. Quatro observadores avaliaram as imagens radiográficas em três momentos diferentes, com intervalos de 3 semanas. Os dados foram analisados segundo o coeficiente de concordância kappa, modificado por Fleiss. **Resultados:** O índice de concordância kappa intraobservador médio da nova classificação ($k=0,687$) foi superior ao da classificação de Neer ($k=0,362$) e da *Arbeit Gemeinschaft für Osteosynthesefragen* ($k=0,46$). O índice de concordância kappa interobservador da nova classificação ($k=0,446$) também apresentou um valor médio maior que o da classificação de Neer ($k=0,063$) e da *Arbeit Gemeinschaft für Osteosynthesefragen* ($k=0,028$). **Conclusão:** A nova classificação, que considera o conceito de compressão óssea, apresentou melhores resultados inter e intraobservador, em relação às classificações de Neer e *Arbeit Gemeinschaft für Osteosynthesefragen*.

Descritores: Fraturas do ombro/classificação; Variações dependentes do observador

ABSTRACT

Objective: To propose a new system for classifying proximal humeral neck fractures, and to evaluate intra- and interobserver agreement using the Neer system that is the most commonly used in the area and the *Arbeit Gemeinschaft für Osteosynthesefragen* system created by an European group, and a new classification system proposed by the authors of this study. **Methods:** A total of 56 patients with proximal humeral fractures were selected, and submitted to digitized

simple radiography in antero-posterior shoulder and scapular profile. Radiographs were analyzed by three observers at time one, and then three and six weeks later. The kappa coefficient modified by Fleiss was used for the analysis. **Results:** The mean intra-observer Kappa agreement index ($k=0.687$) of the new classification, was higher than both the Neer classification ($k=0.362$) and the *Arbeit Gemeinschaft für Osteosynthesefragen* ($k=0.46$). The mean interobserver Kappa agreement index (0.446) of the new classification, also had better results than both the Neer classification ($k=0.063$) and the *Arbeit Gemeinschaft für Osteosynthesefragen* ($k=0.028$). **Conclusion:** the new classification considering bone compression had higher results for intra- and interobserver compared to the Neer system, and the *Arbeit Gemeinschaft für Osteosynthesefragen* system.

Keywords: Shoulder fractures/classification; Observer variation

INTRODUÇÃO

A fratura do úmero proximal é a sétima mais comum em frequência, correspondendo a aproximadamente 80% de todas as fraturas no úmero⁽¹⁾. A incidência das fraturas nessa região pode variar de 63 a 73 em cada 100 mil habitantes, ocorrendo predominantemente nos pacientes idosos. Esse tipo de fratura acomete até 75% dos indivíduos acima de 60 anos e é mais comum no gênero feminino, em uma proporção de três mulheres para cada homem^(1,2).

O sistema de classificação proposto por Neer em 1970 é amplamente utilizado como forma de avaliar e determinar diretrizes para o tratamento das fraturas na região proximal do úmero⁽³⁾. O sistema proposto pelo grupo europeu *Arbeit Gemeinschaft für Osteosynthesefragen* (AO/ASIF)⁽⁴⁾, mais recentemente, também passou a ser reconhecido para classificar estas fraturas.

Trabalho realizado na Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, São Paulo (SP), Brasil.

¹ Hospital Israelita Albert Einstein – HIAE, São Paulo (SP), Brasil.

² Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP São Paulo (SP), Brasil.

Autor correspondente: Eduardo da Frota Carrerra – Avenida Albert Einstein, 627, bloco A1, conj. 322 – CEP: 05652-900 – São Paulo (SP), Brasil – Tel.: (11) 2151 2417 – E-mail: e.carrera@me.com

Data de submissão: 29/6/2012 – Data de aceite: 5/11/2012

Conflito de interesse: não há.

Os sistemas de classificação de fraturas atualmente utilizados para a extremidade proximal do úmero apresentam baixa concordância e reprodutibilidade, tanto com a radiografia quanto com a tomografia computadorizada. Essa disparidade em relação à concordância das classificações pode ser atribuída a múltiplas variáveis, incluindo estudos de imagens de má qualidade, devido à dificuldade em posicionar o paciente com fratura da região proximal do úmero e, ainda, a falta de experiência do cirurgião em analisar tais fraturas⁽⁵⁻¹⁰⁾.

Apesar de alguns autores demonstrarem melhora na concordância dos resultados inter e intraobservador com o uso de exames mais complexos, como tomografia simples e reconstruções tridimensionais (3D), os resultados são inconclusivos quando avaliada a relação entre as classificações e as recomendações de tratamento, em função da experiência do médico⁽⁷⁻⁹⁾.

OBJETIVO

Este trabalho teve como objetivo primário avaliar a concordância intra e interobservadores dos sistemas de classificação propostos por Neer e pelo grupo AO/ASIF, e compará-los a outra classificação proposta pelos autores deste artigo, utilizando radiografias de pacientes adultos com fratura da extremidade proximal do úmero.

MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido no Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa dessa instituição (processo número 0234/08). No período compreendido entre janeiro de 2002 e janeiro de 2008, foram selecionadas radiografias do ombro nas incidências anteroposterior e perfil no plano da escápula de pacientes adultos com fratura isolada ou fratura luxação da região proximal do úmero.

As radiografias foram realizadas com o paciente sentado ou em pé. Para a radiografia anteroposterior, a face posterior do ombro afetado foi posicionada de encontro com o filme e o ombro do paciente foi rodado externamente, em torno de 40°; para as radiografias de perfil, a face anterior do ombro afetado foi posicionada de encontro com o filme e o ombro oposto do paciente foi rodado também em 40°. A incidência axilar não foi realizada em todos os pacientes incluídos no estudo devido à dificuldade de posicionamento do paciente. Assim, como nem toda a amostra de pacientes apresentavam essa incidência, ela não foi incluída na análise.

Critérios de exclusão: (1) radiografias de fratura patológica na região proximal do úmero ou qualquer

outra alteração ou tumor que interferisse na anatomia normal da articulação; (2) radiografias de pacientes esqueleticamente imaturos; (3) fratura pregressa; (4) fratura isolada dos tubérculos; (5) exames de má qualidade.

Para cálculo do tamanho da amostra, foi utilizado como variável principal o índice kappa modificado por Fleiss et al.⁽¹¹⁾. O erro tipo I foi pré-estabelecido como 5% (confiança de 95%) e o erro tipo II como 20% (poder do teste de 80%). Utilizou-se um desvio padrão populacional de 0,40 do valor do kappa e uma diferença mínima a ser detectada de 0,30 do valor do kappa. Definidos esses valores, calculou-se uma amostra total de 14 radiografias por observador.

As radiografias simples do ombro nas incidências anteroposterior e perfil da escápula foram digitalizadas por um radiologista não envolvido com o estudo; para esse processo utilizou-se uma câmera fotográfica da marca Nikon®, modelo Coolpix 4500. Após a digitalização, as imagens foram analisadas por quatro observadores, que consideraram a classificação de Neer⁽³⁾, o sistema proposto pelo grupo europeu AO/ASIF⁽⁴⁾ e a nova classificação proposta pelos autores.

Os observadores, não envolvidos com o estudo, foram: um aluno do sexto ano de medicina (1), um ortopedista especialista em ombro (2), um radiologista com especialidade em patologias musculoesqueléticas (3) e um ortopedista com especialidade em trauma (4).

As classificações foram ilustradas e explicadas em um encarte com a descrição própria de cada classificação (Figuras 1 a 3). Cada observador teve acesso a uma régua e um goniômetro para auxílio na avaliação das fraturas. Nomes e identificações presentes nas radiografias ficaram encobertos e todas foram numeradas aleatoriamente. As imagens foram avaliadas e classificadas por todos os observadores em um primeiro momento (T1); as imagens foram randomizadas e o mesmo procedimento foi realizado após 3 (T2) e 6 (T3) semanas. Os quatro observadores avaliaram individualmente as mesmas radiografias aos mesmos três tempos (T1, T2 e T3).

Conforme a classificação de Neer⁽³⁾, as fraturas foram divididas em seis grupos (Figura 1):

Grupo I: fratura minimamente desviada, com desvio <1 cm ou angulação <45°;

Grupo II: fratura com desvio do colo anatômico do úmero proximal;

Grupo III: fratura com desvio do colo cirúrgico do úmero proximal;

Grupo IV: fratura com desvio do tubérculo maior do úmero, que se divide em duas partes quando não há desvio do colo cirúrgico; em três partes quando há desvio do colo cirúrgico; ou em quatro partes quando há fratura com desvio do tubérculo menor;

Grupo V: fratura com desvio do tubérculo menor, que possui as mesmas características das fraturas do grupo IV em relação à subdivisão em duas, três ou quatro partes;

Grupo VI: fratura associada à luxação glenoumeral e que também se subdivide em duas, três ou quatro partes.

CLASSIFICAÇÃO DE NEER

- Grupo I:** fratura minimamente desviada (desvio menor que 1cm ou angulação menor que 45°).
- Grupo II:** fratura com desvio (maior que 1cm ou angulação maior que 45°).
Fragmento = colo anatômico do úmero proximal.
- Grupo III:** fratura com desvio (maior que 1cm ou angulação maior que 45°).
Fragmento = colo cirúrgico do úmero proximal.
- Grupo IV:** fratura com desvio do tubérculo maior do úmero (maior que 1cm ou angulação maior que 45°).
2 partes: (sem desvio do colo cirúrgico);
3 partes: (com desvio do colo cirúrgico);
4 partes: (com desvio do colo cirúrgico e tubérculo menor).
- Grupo V:** fratura com desvio do tubérculo menor (maior que 1cm ou angulação maior que 45°).
2 partes: (sem desvio do colo cirúrgico);
3 partes: (com desvio do colo cirúrgico);
4 partes: (com desvio do colo cirúrgico e tubérculo menor).
- Grupo VI:** fratura associada à luxação gleno-umeral e que também se subdividem em duas, três ou quatro partes.

FRATURAS ÚMERO PROXIMAL COM DESLOCAMENTO				
I Deslocamento mínimo	FRATURAS DESLOCADAS			Superfície articular
	2 parte	3 parte	4 parte	
II Colo anatômico				
III Colo cirúrgico				
IV Grande tuberosidade				
	V Pequena tuberosidade			
Fratura deslocada				
	Anterior			
Posterior				

Figura 1. Classificação de Neer (1970)³ para as fraturas do úmero proximal

Pelo sistema AO/ASIF⁽⁴⁾, as fraturas são classificadas em três tipos, estruturados em três grupos, em um total de nove tipos de fraturas (Figura 2).

Pelo sistema de classificação proposto pelos autores deste estudo, as fraturas dividem-se em: fraturas compressivas e fraturas não compressivas (Figura 3). As fra-

AO/ASIF

11 – região proximal do úmero:

- A – fratura extra-articular unifocal:
 - A1: tuberosidade;
 - A2: região metafisária impactada;
 - A3: região metafisária não impactada.
- B – fratura extra-articular bifocal:
 - B1: região metafisária impactada;
 - B2: região metafisária não impactada;
 - B3: com luxação glenoumeral.
- C – fratura articular:
 - C1: leve desvio;
 - C2: impactada com desvio;
 - C3: com luxação gleno-umeral.

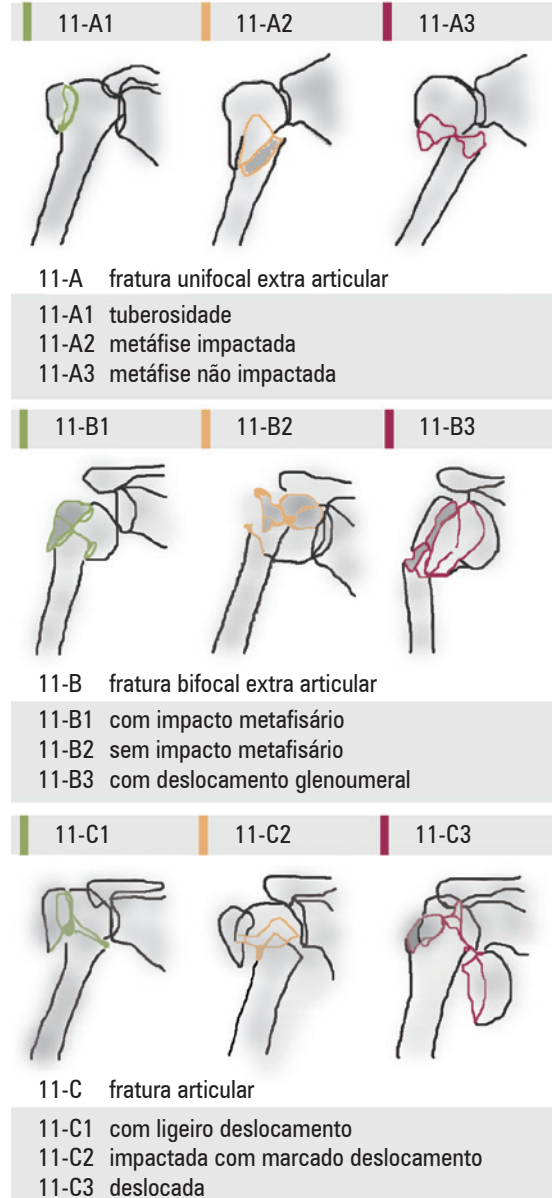


Figura 2. Classificação Arbeit Gemeinschaft für Osteosynthesefragen⁽⁴⁾

turas são consideradas compressivas quando ocorre deformidade plástica ou permanente do osso esponjoso da metáfise, por compressão ou cisalhamento entre os frag-

NOVA CLASSIFICAÇÃO

Não-compressiva: não há perda de tecido ósseo por compressão entre os fragmentos.
Compressiva: há deformidade permanente do osso esponjoso metafisário, por compressão ou cisalhamento entre os fragmentos.

As fraturas do tubérculo maior e do tubérculo menor não estão incluídas nesta classificação pois o conceito de compressão óssea não se aplica a este tipo de fratura, que em geral, ocorrem por avulsão pela tração do manguito rotador.

A fratura-luxação segue o mesmo princípio das fraturas, após a redução da luxação.

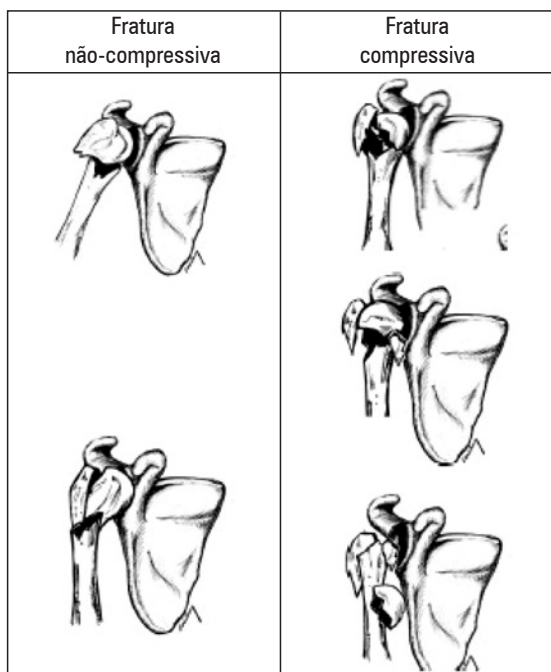


Figura 3. Classificação proposta pelos autores deste trabalho (esquemática por: Prof. Caio Nery)

mentos fraturados, não importando o número de fragmentos envolvidos. Em geral, a imagem radiográfica dos fragmentos fraturados não é perfeitamente identificada ou definida nas fraturas compressivas. As fraturas não compressivas, em geral, caracterizam-se por apresentarem todos os fragmentos bem definidos na imagem obtida por radiografia. Nesse tipo de fratura, não há perda de tecido ósseo como consequência do mecanismo de compressão ou cisalhamento entre os fragmentos.

Análise estatística

Para a análise de concordância inter e intraobservadores, foi utilizado o coeficiente de concordância kappa modificado por Fleiss et al.⁽¹¹⁾.

O coeficiente kappa oferece uma proporção de concordância emparelhada entre observadores. Os valores do coeficiente kappa variam de -1 e +1. Quando o valor é -1, o significado é de discordância total; quando o valor é +1, indica total concordância; e quando o valor é zero, representa não concordância. Os valores do coeficiente kappa podem ainda ser arbitrariamente atribuídos a subdivisões com valores entre 0,00 e 0,20, indicando concordância insatisfatória; entre 0,21 e 0,40,

pouca concordância; entre 0,41 e 0,60, moderada concordância; entre 0,61 e 0,80, concordância satisfatória e adequada; e, valores acima de 0,80, sugerem quase perfeita concordância⁽¹²⁻¹⁴⁾.

Adotando-se um nível de significância de 5%, rejeitou-se que o coeficiente fosse nulo para níveis descritivos (p) <0,05. Note que concluir que o coeficiente é diferente de zero não indica alta concordância.

Também foi calculada a porcentagem de concordância entre as várias medidas, que têm interpretação mais fácil.

Os cálculos foram realizados no programa estatístico R.

RESULTADOS

Foram atendidos 174 pacientes com fratura na extremidade proximal do úmero, no período de janeiro de 2002 a janeiro de 2008. Destes, apenas 71 pacientes preencheram os critérios de inclusão. As radiografias desses 71 pacientes foram avaliadas por um ortopedista e um radiologista não envolvidos com o estudo, que selecionaram as 56 imagens nas incidências anteroposterior do ombro e perfil da escápula. Os dados demográficos desses pacientes estão apresentados na tabela 1.

O maior índice de concordância kappa intraobservador médio obtido nos três momentos (M1, M2 e M3) foi o da classificação proposta no estudo ($k=0,687$), seguido pela classificação AO/ASIF ($k=0,460$) e pela classificação de Neer ($k=0,362$) (Tabela 2).

Em relação ao índice kappa interobservador, a classificação proposta no estudo apresentou um valor mé-

Tabela 1. Dados demográficos dos pacientes

Dados demográficos	
Parâmetros	Variação
Média de idade (anos/variância)	63,6 (20-89)
Masculino (%)	18 (32,1)
Feminino (%)	38 (67,9)
Lado acometido	
Direito (%)	15 (26,8)
Esquerdo (%)	41 (73,2)
Lado dominante	
Direito (%)	48 (85,7)
Esquerdo (%)	8 (14,3)
Mecanismo de trauma	
Queda sem diferença de nível (%)	43 (76,8)
Queda da escada (%)	6 (10,7)
Acidente de moto (%)	2 (3,6)
Acidente de carro (%)	5 (8,9)

Tabela 2. Concordância intraobservador

Concordância intraobservador											
Classificação proposta				Classificação AO/ASIF				Classificação Neer			
Observador	Kappa	Valor de p	%	Observador	Kappa	Valor de p	%	Observador	Kappa	Valor de p	%
1	0,501	<0,001	61,4	1	0,134	<0,001	8,8	1	0,109	<0,001	10,5
2	0,722	<0,001	80,7	2	0,595	<0,001	50,9	2	0,600	<0,001	61,4
3	0,659	<0,001	73,7	3	0,390	<0,001	40,4	3	0,151	<0,001	3,51
4	0,866	<0,001	91,2	4	0,723	<0,001	73,7	4	0,587	<0,001	56,1
Média kappa = 0,687				Média kappa = 0,460				Média kappa = 0,362			

AO/ASIF: Arbeit Gemeinschaft für Osteosynthesefragen.

Tabela 3. Concordância interobservador

Concordância interobservador											
Classificação proposta				Classificação AO/ASIF				Classificação de Neer			
Avaliação	Kappa	Valor de p	%	Avaliação	Kappa	Valor de p	%	Avaliação	Kappa	Valor de p	%
T1	0,520	<0,001	56,1	T1	0,0263	0,202	1,75	T1	0,0301	0,186	1,75
T2	0,331	<0,001	38,6	T2	0,0326	0,131	1,75	T2	0,0677	0,005	1,75
T3	0,488	<0,001	54,4	T3	0,0252	0,235	1,75	T3	0,0918	<0,001	3,51
Média kappa=0,446				Média kappa=0,028				Média kappa=0,063			

AO/ASIF: Arbeit Gemeinschaft für Osteosynthesefragen.

dio maior nos três momentos ($k=0,446$), seguido pela classificação de Neer ($k=0,063$) e pela classificação AO/ASIF ($k=0,028$) (Tabela 3).

Verificou-se que o observador menos experiente (1), obteve os menores valores do índice kappa intraobservadores em todos os sistemas de classificação. O ortopedista especialista em trauma apresentou os maiores valores do índice kappa nas classificações proposta pelo estudo e pelo AO/ASIF. O ortopedista especialista em ombro obteve o maior índice kappa na classificação de Neer (Tabela 2).

DISCUSSÃO

Os sistemas de classificação devem fornecer ferramentas que subsidiem a avaliação clínica. Um bom sistema de classificação precisa ser válido, confiável e reproduzível. No entanto, para ser ideal, é necessário que padronize uma linguagem de comunicação segura, gere diretrizes para o tratamento e auxilie na obtenção do prognóstico de uma doença. Deve ainda, ser um instrumento que possibilite avaliar e comparar os resultados obtidos com o tratamento de doenças semelhantes, em diversos centros de pesquisa, registrados na literatura em diferentes momentos⁽¹⁵⁾.

O conceito de que os principais sistemas de classificação das fraturas da extremidade proximal do úmero possuem uma baixa concordância e são pouco repro-

duzíveis é demonstrado pelos resultados deste estudo. As classificações propostas por Neer e pelo grupo AO/ASIF são amplamente aceitas e comumente usadas nos dias de hoje, apesar de serem alvos de inúmeras críticas relacionadas à sua reprodutibilidade^(5,10,16,17).

Brorson e Hróbjartsson⁽¹⁷⁾ apresentaram estudo no modelo de revisão da literatura em que se avaliou a classificação de Neer. Foram incluídos 11 estudos envolvendo 88 observadores e 468 fraturas. Como resultado, obteve-se um índice de concordância kappa interobservador médio entre 0,17 e 0,52, variando de insatisfatória a moderada. Este estudo avaliou grupos heterogêneos de observadores e apresentou um índice de concordância médio da classificação de Neer inferior, ou seja, insatisfatório.

Siebenrock e Gerber⁽¹⁶⁾ avaliaram 96 fraturas consecutivas proximais do úmero, em, no mínimo três incidências radiográficas; essas radiografias foram classificadas por cinco observadores, com particular interesse e experiência em cirurgia do ombro, em dois momentos distintos (diferença de 8 meses entre a primeira e segunda análise), pelas classificações de Neer e de AO/ASIF. Como resultados, obtiveram um coeficiente de concordância kappa interobservador médio de 0,40 pela classificação de Neer e 0,42 avaliando os nove grupos da classificação AO/ASIF, além de um coeficiente de concordância kappa intraobservador médio de 0,60 no sistema de classificação de Neer e 0,48 analisando a

classificação AO/ASIF. Os resultados do presente estudo, em relação à classificação AO/ASIF, apresentaram índice de concordância interobservador médio insatisfatório e índice de concordância intraobservador médio moderado.

É discutido se o grau de experiência dos avaliadores pode influenciar as concordâncias intra e interobservadores. Estudos têm demonstrado que observadores com menos experiência atingem menores índices de concordância intraobservador do que os médicos especialistas^(18,19). Por outro lado, em outros estudos, que compararam um grupo no qual os observadores detinham mais experiência com a classificação avaliada a outro grupo, em que os participantes possuíam menos experiência, não foram encontradas diferenças significativas nos índices de concordância interobservadores⁽¹⁵⁾. Supõe-se que, conforme os observadores adquiram mais intimidade no uso de determinada classificação, a concordância entre eles, e com ele próprio, aumente. Entretanto, alguns estudos têm observado que a aplicação de uma mesma classificação, de forma repetitiva, em diferentes épocas, não altera a reprodutibilidade intra e interobservadores⁽²⁰⁾. Este estudo incluiu um observador (um aluno de medicina) com pouca experiência. Apesar da utilização de um aluno ser um fator de complicação para a análise dos dados, sua participação foi proposital, para avaliar a validade e reprodutibilidade das classificações analisadas.

Um ensaio clínico randomizado⁽²¹⁾ verificou a melhora da concordância da classificação de Neer após treinamento de 14 observadores; o valor do índice kappa variou de 0,34 antes do treinamento para 0,62 após o treinamento desses observadores, o que não se constatou no grupo controle. Já a revisão sistemática⁽¹⁶⁾ realizada em 1993 não evidenciou que observadores mais experientes apresentem menos discordância do que os menos experientes.

Devido à baixa concordância e à reprodutibilidade das classificações mais utilizadas para caracterizar as fraturas da região proximal do úmero, propõe-se um novo conceito para classificar essas fraturas com a finalidade de melhorar essa interpretação e criar novas alternativas para o tratamento.

O estudo em questão apresenta algumas deficiências, dentre elas: (1) trata-se de um estudo retrospectivo, no qual o viés de aferição pode prejudicar os resultados; (2) apenas duas incidências radiográficas foram utilizadas para avaliar as fraturas, não sendo possível, então, fazer uma análise em três planos perpendiculares e o deslocamento das fraturas não foi avaliado com precisão; (3) este estudo não incluiu exames de imagem mais complexos e amplamente utilizados na prática clínica, como

tomografias simples ou com reconstrução, acarretando vieses de informação e confundimento. Essa prática reflete a realidade de alguns países em desenvolvimento.

O conceito da compressão óssea determina a grande diferença entre os dois tipos de fraturas da extremidade proximal do úmero (a chamada fratura não compressiva e a compressiva), permitindo reconhecer aquelas fraturas consideradas complexas e que, em geral, têm pior prognóstico. O osso esponjoso da metáfise, que é comprimido entre o fragmento fraturado da diáfise e da cabeça umeral, dificulta a redução e a manutenção da redução durante o período intra e pós-operatório e, portanto, essas fraturas são ditas complexas e de mau prognóstico. Entretanto, se essa falha óssea for considerada no momento da redução e da fixação, isso proporcionará ao cirurgião melhor compreensão do tipo de fratura e sua redução, o que poderá proporcionar um melhor prognóstico⁽²²⁾.

A literatura atual descreve alguns critérios de prognóstico insatisfatório para as fraturas da região proximal do úmero. Dentre eles, é possível citar: a cominuição metafisária e o desvio em varo da epífise, pacientes idosos acima de 65 anos, fraturas associadas e luxação da cabeça umeral^(23,24). Acredita-se que um dos fatores mais importantes para se determinar a complexidade da fratura é o desvio com cisalhamento ou compressão entre os fragmentos que gera a perda do suporte ósseo esponjoso da metáfise. Considerar essa característica na fratura, independentemente do número de fragmentos envolvidos, é o conceito que caracteriza a proposta de classificação deste estudo.

CONCLUSÃO

A classificação que considera o conceito de compressão óssea apresentou em relação à classificação de Neer e de AO/ASIF, melhores resultados na interpretação inter e intraobservador.

REFERÊNCIAS

1. Court-Brown CM, Caesar B. Epidemiology of adult fractures: A review. *Injury*. 2006;37(8):691-7.
2. Lind T, Kroner K, Jesen J. Epidemiology of fractures of the proximal humerus. *Arch Orthop Trauma Surg*. 1989;108(5):285-87.
3. Neer CS 2nd. Displaced proximal humeral fractures. Part I. Classification and evaluation. *J Bone Joint Surg Am*. 1970;52(6):1077-89.
4. Mueller ME, Nazarian S, Koch P, Schatzker J. The comprehensive classification of fractures of long bones. New York: Springer; 1990. p. 54-63.
5. Brien H, Nofall F, MacMaster S, Cummings T, Landells C, Rockwood P. Neer's classification system: a critical appraisal. *J Trauma*. 1995;38(2):257-60.
6. Sidor M, Zuckerman J, Lyon T, Koval K, Cuomo F, Schoenberg N. The Neer classification system for proximal humeral fractures. An assessment of interobserver reliability and intraobserver reproducibility. *J Bone Joint Surg Am*. 1993;75-A(12):1745-50.

7. 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.
8. Sjöden G, Movin T, Güntner P, Aspelin P, Ahrengart L, Ersmark H, Sperber A. Poor reproducibility of classification of proximal humeral fractures. Additional CT of minor value. *Acta Orthop Scand.* 1997;68(3):239-42.
9. Sjöden 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.
10. Sallay PI, Pedowitz RA, Mallon WJ, Vandemark RM, Dalton JD, Speer KP. Reliability and reproducibility of radiographic interpretation of proximal humeral fracture pathoanatomy. *J Shoulder Elbow Surg.* 1997;6(1):60-9.
11. Fleiss JL, Slakter MJ, Fischman SL, ParK MH, Chinton NW. Inter-examiner reliability in caries trials. *J Dent Res.* 1979;58(2):604-9.
12. Landis JR, Koch GC. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics.* 1977;33(1):159-74.
13. Martin JS, Marsh JL, Bonar SK, DeCoster TA, Found EM, Brandser EA. Assessment of the AO/ASIF fracture classification for distal tibia. *J Orthop Trauma.* 1997;11(7):477-83.
14. Svanholm H, Starklint H, Gundersen HJ, Fabricius J, Barlebo H, Olsen S. Reproducibility of histomorphological diagnosis with special reference to the kappa statistic. *APMIS.* 1989;97(8):689-98.
15. Martin JS, Marsh JL. Current classification of fractures. Rationale and utility. *Radiol Clin North Am.* 1997;35(3):491-506.
16. 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.
17. Brorson S, Hróbjartsson A. Training improves agreement among doctors using the Neer system for proximal humeral fractures in a systematic review. *J Clin Epidemiol.* 2008;61(1):7-16.
18. Kreder HJ, Hanel DP, Mckee M, Jupiter J, McGillivray G, Swiontkowski MF. Consistency of AO fractures classification for the distal radius. *J Bone Joint Surg Br.* 1996;78(5):726-31.
19. Oliveira Filho OM, Belangero WD, Teles JB. Fraturas do rádio distal: avaliação das classificações. *Rev Assoc Med Bras.* 2004;50(1):55-61.
20. Andersen DJ, Blair WR, Steyers CM, Adams BD, El-Khoury GY, Brandser EA. Classification of distal radius fractures: an analysis of interobserver reliability and intraobserver reproducibility. *J Hand Surg.* 1996;21(4):574-82.
21. Brorson S, Bagger J, Sylvest A, Hróbjartsson A. Improved interobserver variation after training of doctors in the Neer system. A randomised trial. *J Bone Joint Surg Br.* 2002;84(7):950-4.
22. Russo R, Lombardi LV, Ciccarelli M, Giudice G, Cautiero F. A new osteosynthesis device for the treatment of proximal humerus fractures. Description of the technique and preliminary results. *Chir Organi Mov.* 2008;91(1):27-34.
23. Soliman OA, Koptan WM. Four-part fracture dislocations of the proximal humerus in young adults: Results of fixation. *Injury.* 2012 Sep 28. pii: S0020-1383(12)00389-0. Ahead of print.
24. Okike K, Lee OC, Makanji H, Harris MB, Vrahas MS. Factors associated with the decision for operative versus non-operative treatment of displaced proximal humerus fractures in the elderly. *Injury.* 2012 Sep 27. pii: S0020-1383(12)00386-5. Ahead of print.