



ELSEVIER



## Artigo Original

# Avaliação dos resultados da redução aberta e da fixação interna das fraturas graves da extremidade proximal do úmero em idosos<sup>☆</sup>

Alberto Naoki Miyazaki, Marcelo Fregoneze, Pedro Doneux Santos, Luciana Andrade da Silva\*, Guilherme do Val Sella, João Manoel Fonseca Filho, Marco Tonding Ferreira, Paulo Roberto Davanzo Filho e Sergio Luiz Checchia

Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Faculdade de Ciências Médicas, Santa Casa de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

## INFORMAÇÕES SOBRE O ARTIGO

## Histórico do artigo:

Recebido em 22 de março de 2013

Aceito em 20 de maio de 2013

## Palavras-chave:

Úmero

Idoso

Fixação interna de fraturas

Necrose avascular

## RESUMO

**Objetivo:** avaliar clínica e radiologicamente os resultados obtidos com a redução aberta e a fixação interna das fraturas graves da extremidade proximal do úmero (FGPEU) na população com idade igual ou superior a 60 anos.

**Métodos:** entre junho de 1992 e fevereiro de 2011, o Grupo de Ombro e Cotovelo do Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo tratou, com redução aberta e fixação interna, 21 pacientes com FGPEU e com idade superior a 60 anos. Desses, 18 foram reavaliados.

**Resultados:** dois pacientes evoluíram com resultados excelentes, 12 bons, três regulares e um ruim. Portanto, verificamos que 77,7% evoluíram com bons e excelentes resultados. Todos os pacientes estavam satisfeitos com o tratamento e apenas três não retornaram às atividades prévias. As médias de mobilidade pós-operatória foram de 122° de elevação (90°-150°), 39° de rotação lateral (20°-60°) e T11 de rotação medial (T5 a Glúteo).

**Conclusão:** a redução aberta e a fixação interna das FGPEU podem ser indicadas também para pacientes idosos e obtivemos 77,7% de bons e excelentes resultados. Estatisticamente ( $p < 0,05$ ), a redução anatômica da fratura mostrou-se importante para a obtenção de bons resultados.

© 2013 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

## Results of open reduction and internal fixation of severe fractures of the proximal humerus in elderly patients

## ABSTRACT

**Objective:** evaluate clinical and radiological results with open reduction and internal fixation of severe fractures of the proximal humerus in the patients over 60 years old.

**Methods:** between June 1992 and February 2011, 21 patients with FGPEU over 60 years old were treated by open reduction and internal fixation at the Group of Shoulder and Elbow

## Keywords:

Humerus fractures

Elderly

<sup>☆</sup> Trabalho realizado no Grupo de Ombro e Cotovelo, Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Faculdade de Ciências Médicas, Santa Casa de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

\* Autor para correspondência.

E-mail: luca101@me.com (L.A. Silva).

Fracture fixation, internal  
Avascular necrosis

Department of Orthopaedics and Traumatology of Santa Casa de São Paulo Medical School. 18 patients were reviewed.

**Results:** two patients had excellent results, 12 good, three regular and one bad. Therefore, we find that 77.7% of these had good and excellent results. All patients were satisfied with the treatment and only three patients did not return to previous activities. Mean postoperative mobility were 122 ° elevation (150 ° to 90 °), 39 lateral rotation (20 ° to 60 °) and medial rotation of T11 (T5 to sacro iliac joint).

**Conclusion:** open reduction and internal fixation of FGEPUs may also be indicated for elderly patients and obtained 77.7% of good and excellent results. Statistically ( $P < 0.05$ ), the anatomical reduction of the fracture was found to be important for obtaining good results.

© 2013 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Published by Elsevier Editora Ltda. All rights reserved.

## Introdução

As fraturas da extremidade proximal de úmero em quatro partes e as fraturas-luxações em três partes são caracterizadas pela perda da congruência articular e pelo grave comprometimento vascular da cabeça do úmero.<sup>1,2</sup> As fraturas epifisárias, que comprometem a cabeça do úmero, são infrequentes e causadas por impacto dessa contra a cavidade glenoidal; estão associadas a lesão da irrigação sanguínea da cabeça do úmero ou de seus fragmentos e, portanto, são de difícil tratamento e evoluem com alto índice de complicações.<sup>2,3</sup> A essas lesões anteriormente citadas, excluindo as fraturas em quatro partes impactadas em valgo, chamamos fraturas graves da extremidade proximal do úmero (FGEPUs). As fraturas em quatro partes impactadas em valgo foram excluídas porque, segundo Jakob et al.<sup>4</sup> e posteriormente Resch et al.,<sup>5</sup> mantêm o periósteo medial do colo anatômico íntegro, fundamental para a manutenção da vascularização da cabeça do úmero, o que explicaria o menor índice de osteonecrose.<sup>5,6</sup>

Alguns estudos têm tentado demonstrar os benefícios e as desvantagens das opções de tratamento das fraturas em quatro partes e as fraturas-luxações em três partes, mas indicar a melhor forma de tratar continua sendo desafiador e controverso.<sup>7-9</sup> Na literatura há descrição de vários métodos de tratamento, incluindo o conservador, e diversos tipos de técnicas cirúrgicas, como fixação percutânea, redução aberta e fixação interna com vários tipos de síntese e a substituição da cabeça do úmero.<sup>10-12</sup>

A história natural do tratamento dessas fraturas revela que podem evoluir para consolidação viciosa, pseudartrose e/ou necrose avascular<sup>13</sup> e levar a resultados insatisfatórios. É comum termos rigidez e dor persistente, independentemente do tratamento empregado.<sup>8,9,11,14</sup>

Helmy e Hinterman<sup>15</sup> afirmam que não existe, na literatura, unanimidade de opinião quanto ao melhor método de tratamento dessas fraturas. O único consenso que parece haver é sobre a importância da redução anatômica e da osteossíntese estável.<sup>12,16</sup>

Na população idosa, o tratamento dessas lesões permanece ainda mais controverso. A fixação interna dessas fraturas, especialmente em pacientes com osteopenia e aqueles com fraturas cominutas, resultou em altos índices de complicações.<sup>10,16-18</sup> Para esses pacientes, a hemiartroplastia permanece como tratamento de escolha por causa das dificuldades técnicas na redução anatômica e manutenção

dela<sup>1,4,5,10,19</sup> e das altas taxas de complicações, como a osteonecrose pós-traumática da cabeça do úmero.<sup>17,20</sup> Entretanto, sabe-se que o resultado funcional das hemiartroplastias para o tratamento das fraturas é pouco satisfatório quando comparado com as descrições iniciais de Neer.<sup>5,6</sup> Geralmente os pacientes evoluem com perda da força de elevação e diminuição da amplitude de movimento, apesar da baixa incidência de dor.<sup>5,10</sup>

É importante lembrar que a osteonecrose da cabeça do úmero, por vezes, não evoluirá com resultados clínicos e funcionais desfavoráveis, principalmente se a reconstrução da fratura for anatômica e a osteonecrose não provocar colapso completo do osso subcondral.<sup>13</sup>

O objetivo deste trabalho é avaliar clinicamente e radiologicamente os resultados obtidos com a redução aberta e a fixação interna das FGEPUs na população com idade igual ou superior a 60 anos.

## Casuística e métodos

Entre junho de 1992 e fevereiro de 2011, o Grupo de Ombro e Cotovelo do Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo tratou, com redução aberta e fixação interna, 21 pacientes com FGEPUs e com idade superior a 60 anos. Desses, dois faleceram e um encontra-se acamado; portanto, 18 foram reavaliados. Foram excluídos os pacientes com fraturas em duas partes, em três partes sem luxação associada, em quatro partes impactadas em valgo e as não classificadas segundo Neer,<sup>20</sup> e com idade inferior a 60 anos submetidos a hemiartroplastia e com seguimento pós-operatório inferior a 12 meses. Oito pacientes eram do sexo masculino (44%) e dez do feminino (56%), com média de idade de 68 anos (variação de 60 a 78). O membro dominante foi acometido em nove casos (50%) (tabela 1).

Os mecanismos de trauma foram: queda de altura em três casos (17%) e queda ao solo em quinze (83%).

Todos os pacientes foram submetidos a radiografias do ombro (série de trauma), usadas para o diagnóstico e classificação das fraturas; a tomografia computadorizada foi usada em dez casos para complementar o estudo.

As fraturas foram classificadas segundo Neer,<sup>20</sup> conforme a tabela 2.

Quatro pacientes (22%) tinham lesões associadas: fratura da borda anterior da cavidade glenoidal (caso 16); fratura da borda posterior da cavidade glenoidal (caso 4); lesão do lábio

**Tabela 1 – Dados demográficos dos pacientes, classificação das fraturas, lesões associadas, redução da fratura e tipo de fixação**

Nº	S	Id	D	Class	ΔT (dias)	Lesões associadas	Operação	Redução
1	M	62		E (4P)	3		fr + sut + enx (aut)	anat
2	F	65	+	4P - vr	5		Philos®	vr
3	F	77	+	E (3P)	7		fr + sut	vr
4	M	75		E (4P)	7	frat. borda post. glen.	Philos®	vl (T↑)
5	M	70		E (3P)	19		PhiloS®	anat
6	M	62		E (3P)	13		Philos®	vr
7	M	64		4P - vr	21		Philos®	vl
8	M	74	+	4P - vr	3		fr + sut	anat
9	F	66		4P - vr	4		Philos®	anat
10	F	77		E (4P)	3	lesão manguito rotador	PhiloS® + enx (sin)	anat
11	F	65	+	4P - vr	15		Philos®	vr (T↑)
12	F	64	+	4P - vr	19		fr + sut	anat
13	M	60		4P - vr	9		fr + sut	vl
14	M	69	+	E (3P)	14		fr + sut	anat
15	F	64		3P - lux ant	6	lesão de Bankart	parafuso interfragmentar	anat
16	F	65	+	3P - lux ant	18	frat. borda ant. glen.	Philos®	vr
17	F	72	+	4P - vl	17		fr + sut	vr (T↓)
18	F	78	+	4P - vr	4		fr + sut	vl (T↑)

S, sexo; Id, idade; D, dominância; Class, classificação de Neer; ΔT, intervalo de tempo entre trauma e cirurgia; M, masculino; F, feminino; E, fratura epifisária associada; 3P, fraturas em três partes; 4P, fratura em quatro partes; vr, desvio em varo; vl, desvio em valgo; lux ant, luxação anterior associada; frat., fratura; glen., glenoide; post., posterior; ant., anterior; fr, fios rosqueados; enx (sin), enxerto sintético; enx (aut), enxerto autólogo; sut, sutura com pontos transósseos do tubérculo maior/menor; T, redução do tubérculo maior (↓ - baixo; ↑ - alto).

Fonte: Arquivo médico hospitalar.

**Tabela 2 – Distribuição das fraturas conforme classificação de Neer**

Classificação de Neer	Total	
Frat. - lux. anterior em 3P	c/frat. do tub > c/frat. do tub <	2 -
Frat. em 4P	desvio em vl da cabeça desvio em vr da cabeça	1 8
Epifisária	frat. em 3P com traço epifisário frat. em 4P com traço epifisário	4 3
	total	18

Frat. lux., fratura-luxação; 3P, três partes; c/, com; frat, fratura; tub, tubérculo (< - menor; > - maior); 4P, quatro partes; vl, valgo; vr, varo; cabeça, cabeça do úmero.

Fonte: Arquivo médico hospitalar.

ântero-inferior da cavidade glenoidal, diagnosticado no intra-operatório (caso 15); e lesão do manguito rotador (caso 10) (tabela 1).

A média do intervalo de tempo decorrido entre o trauma e o tratamento cirúrgico foi de 10 dias (variação de três a 21) (tabela 1).

O método de tratamento cirúrgico escolhido foi a redução aberta e a fixação interna, por via deltopeitoral, com técnica cirúrgica a mais atraumática possível. Os métodos de fixação variaram de acordo com o tipo de fratura: fios rosqueados associados a amarrilhos com fios inabsorvíveis n° 5 (Ethibond®) (oito casos), placa bloqueada (Philos®) (nove casos) e parafusos interfragmentares (um caso). Foi usado enxerto autólogo de osso esponjoso, retirado da crista ilíaca, em um caso (caso 1) (tabela 1).

No período pós-operatório usou-se imobilização em tipoia velpreau, com permissão para exercícios somente para cotovelo e punho, por seis a oito semanas, a depender da consolidação radiográfica da fratura. Após evidenciada a consolidação, iniciaram-se exercícios passivos para ganho de amplitude de movimento (ADM) e em 12 semanas exercícios ativos para ganho de força muscular.

Os resultados foram avaliados pelo sistema de pontos definido pela University of California at Los Angeles (UCLA)<sup>21</sup> e a ADM foi medida segundo os critérios da American Academy of Orthopaedic Surgeons (AAOS).<sup>22</sup>

Usamos a classificação de Ficat et al. e Enneking et al., modificada por Neer et al., para avaliação da osteonecrose da cabeça do úmero, quando presente.<sup>23</sup>

A análise estatística foi feita por meio do teste exato de Fisher. Foram calculadas as variáveis: resultado final do UCLA por tipo de fratura, por faixa etária, por tipo de redução, por presença ou não de osteonecrose e por presença ou não de artrose. Também foram analisadas estatisticamente: idade em função do tipo de fratura e da presença ou não de osteonecrose, assim como as variáveis redução em função do tipo de fratura e tipo de fixação e a variável osteonecrose em função do tipo de fixação e redução. As análises foram feitas com o auxílio do programa estatístico Minitab® versão 16. Foi adotado um nível de significância de 5% para todos os testes de hipótese feitos e, portanto, foram rejeitadas as hipóteses com nível descritivo (valor - p) inferior a 0,05.

## Resultados

Com média de tempo de seguimento pós-operatório de 53 meses (variação de 12 a 188), verificou-se que a média de pontuação do escore da UCLA foi de 29 pontos (variação de 19

**Tabela 3 – Resultados**

Nº	Δt (meses)	E, RL, RM	Complicações	Outras cirurgias	UCLA (total)
1	45	140, 45, T10		RMS	34
2	28	130, 45, T12			29
3	17	90, 30, GL		RMS	26
4	28	100, 20, L2	Necrose II		28
5	29	120, 30, T7			29
6	29	80, 20, T8	Artrose (exc) + Necrose IV	RMS	19
7	36	130, 30, T12			29
8	12	150, 45, T7		RMS	30
9	12	140, 60, T8			29
10	17	150, 60, T12			33
11	29	110, 30, GL	Artrose (cent) + Necrose III		24
12	188	150, 45, T8		RMS	35
13	183	150, 30, T5		RMS	33
14	109	130, 60, T7		RMS	33
15	107	110, 50, L2	Necrose II		26
16	29	90, 30, GL			30
17	18	120, 45, L3		RMS	31
18	45	110, 30, L4		RMS	30

ΔT, tempo de seguimento; E, elevação em graus; RL, rotação lateral em graus; RM, rotação medial de acordo com o nível vertebral; T, vértebra torácica; GL, glúteo; cent, cêntrica; exc, excêntrica; RMS, retirada de material de síntese.

Fonte: Arquivo médico hospitalar.

a 35 tabela 3); dois pacientes evoluíram com resultados excelentes, 12 bons, três regulares e um ruim. Portanto, verificamos que 77,7% evoluíram com bons e excelentes resultados. Todos os pacientes estavam satisfeitos com o tratamento e apenas três (16%) não retornaram às atividades prévias.

As médias de mobilidade pós-operatória foram de 122° de elevação (90° a 150°), 39° de rotação lateral (20° a 60°) e T11 de rotação medial (T5 a Glúteo) (tabela 3).

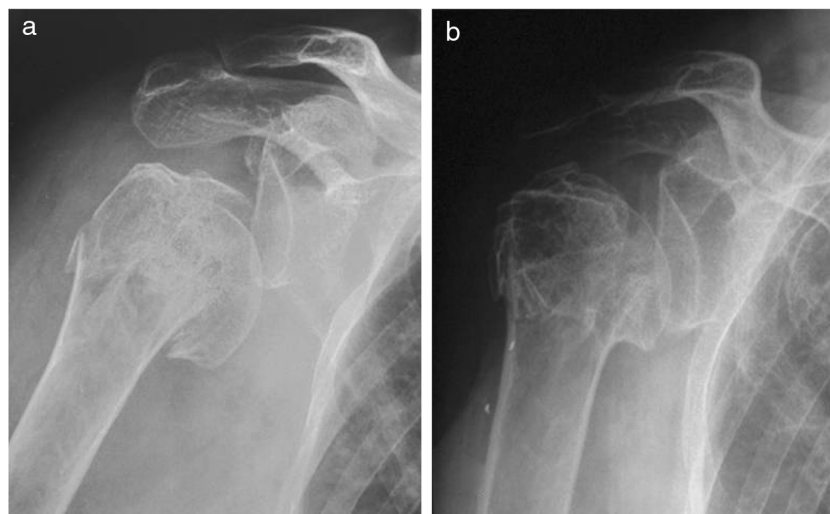
Com relação à redução da fratura obtida no ato operatório e verificada nas radiografias pós-operatórias, foi anatômica em oito (44%), em varo em seis (33%) e em valgo em quatro (23%). O tubérculo maior permaneceu alto em três casos (casos 4, 11 e 18) e baixo em um (caso 17). Todas as fraturas consolidaram.

As complicações encontradas foram: dois casos de neuropraxia transitória do nervo axilar (11%, casos 5 e 6); dois de infecção superficial (11%, casos 17 e 18); um de síndrome do impacto associada à consolidação viciosa do tubérculo maior (5%, caso 18); dois de artrose do ombro associada a osteonecrose (11%, casos 6 e 11); seis de consolidação em varo em consequência de redução insatisfatória (39%, casos 2, 3, 6, 11, 16 e 17); um de mau posicionamento do implante (5%, caso 6); quatro de osteonecrose da cabeça do úmero, dois do tipo II (casos 4 e 15), um do tipo III (caso 11) e um do tipo IV (caso 6), o que totalizou 22% dos pacientes (tabela 3).

A média da pontuação do escore da UCLA dos dois ombros que evoluíram com artrose foi de 21 (19 a 24), com uma elevação média de 95°. Nos quatro que evoluíram



**Figura 1 – Caso 5: Radiografias de frente do ombro esquerdo que mostram uma fratura em três partes com traço epifisário; (a) pré-operatória; (b) pós-operatória 29 meses.**



**Figura 2 – Caso 3: Radiografias de frente do ombro direito que mostram uma fratura em três partes com traço epifisário; (a) pré-operatória; (b) pós-operatória 17 meses.**

com osteonecrose da cabeça do úmero, a média de pontuação foi de 24 (19 a 29) e a média de elevação foi de 105°. Nos 12 que não evoluíram com artrose e/ou necrose, a média de pontuação foi de 30 pontos (28 a 35), com uma média de elevação de 130°. Nos pacientes nos quais se obteve a redução anatômica da fratura, a média de pontuação do escore da UCLA foi de 31 pontos (28 a 35), com uma média de elevação de 138°, e naqueles nos quais a redução anatômica não foi conseguida, a média de pontuação foi de 27 pontos (18 a 33), com uma média de elevação de 111°.

## Discussão

Na literatura não há consenso quanto ao tratamento das FGEPU.<sup>12</sup> Na década de 1970, Neer et al. publicaram sua experiência no tratamento das FGEPU com uso da hemiartroplastia com resultados bons e excelentes em 90% dos pacientes.<sup>11</sup> Esses resultados não foram reproduzidos, posteriormente, por outros autores, e observaram-se altas taxas de complicações e resultados insatisfatórios.<sup>24-26</sup>

Nas últimas décadas, estudos demonstram que a redução aberta e a fixação interna das FGEPU levaram a resultados satisfatórios na maioria dos pacientes. Idade, tipo de fratura, redução obtida, técnica de redução, qualidade da fixação, evolução com ou sem osteonecrose da cabeça do úmero e evolução com ou sem artrose na articulação do ombro seriam os principais fatores prognósticos no tratamento.<sup>12,13,27,28</sup>

A idade avançada dos pacientes submetidos a redução aberta e a fixação interna das FGEPU, osteoporóticos na sua grande maioria, é citada por Gerber et al.<sup>12</sup> como fator de pior prognóstico. No entanto, nesse estudo, não houve correlação estatisticamente significativa da idade com piores resultados no escore da UCLA ( $p=0,23$ ), assim como publicado por Mounot et al.<sup>29</sup>

O tipo de fratura, conforme descrito na literatura, tem influência nos piores resultados, principalmente nas maiores taxas de complicações relacionadas aos casos mais graves.<sup>27</sup>

Entretanto, na nossa casuística não pudemos correlacionar, estatisticamente, a gravidade da fratura com piores resultados ( $p=0,33$ ).

Estudos descrevem a importância da redução anatômica da fratura no intraoperatório e os melhores resultados foram obtidos nos casos nos quais essa foi alcançada e mantida até a consolidação.<sup>5,13,27</sup> (fig. 1). Porém, sua obtenção é dependente de fatores como tipo de fratura e tipo de fixação.<sup>12</sup> No nosso trabalho, a redução não anatômica ocorreu em 11 casos. Esse fator influenciou estatisticamente nos piores resultados quando comparados com os casos nos quais a redução anatômica foi obtida ( $p=0,03$ ).

Nos últimos anos, trabalhos vêm demonstrando que a qualidade da fixação é de máxima importância no tratamento das FGEPU, principalmente para manter a redução obtida no pós-operatório.<sup>12,16</sup> Entretanto, em nosso estudo, quando comparados os métodos de fixação (fios rosqueados associado a amarriños ou placa Philos®), não se verificou diferença estatística significativa com relação aos resultados no escore da UCLA ( $p=0,33$ ).

A osteonecrose da cabeça do úmero ocorreu em quatro pacientes (22%), valor um pouco abaixo do descrito na literatura.<sup>12,17,20</sup> Esses quatro pacientes obtiveram os piores resultados funcionais ( $p=0,006$ ). Três casos foram fixados com placa Philos® e um com fios rosqueados associado a amarriños. Em três a redução anatômica não foi obtida (fig. 2). No entanto, as variáveis tipo de fixação e redução da fratura com relação à presença de osteonecrose não tiveram diferença estatística significativa ( $p=0,37$  e  $p=1,0$ ), dado que está de acordo com Südkamp et al.<sup>16</sup>

Em nosso trabalho, a idade e o tipo de fratura também não foram correlacionados à osteonecrose ( $p=0,67$  e  $p=0,26$ ), o que está de acordo com os achados de Gerber et al.<sup>12</sup> Nosso baixo índice de osteonecrose da cabeça umeral pode ser explicado pela experiência do grupo no tratamento das FGEPU e pelo emprego de técnica mais atraumática possível. Outra explicação seria a dificuldade de classificar corretamente as fraturas segundo a classificação de Neer et al.,<sup>20</sup>

o que poderia causar um número incorretamente maior de FGPEU. A interpretação das imagens da fratura da extremidade proximal do úmero e, conseqüentemente, a classificação são bastante controversas.<sup>12</sup>

Segundo Gerber et al.,<sup>13</sup> nas fraturas em que foi feita a redução anatômica, ocorreu a consolidação óssea e ela evoluiu para osteonecrose, a cirurgia de hemiartroplastia está indicada. Entretanto, sabe-se que os pacientes que desenvolvem osteonecrose podem manter uma função razoável.<sup>30</sup> Isso foi verificado em nosso trabalho, visto que os quatro pacientes que evoluíram com osteonecrose tinham uma média de elevação de 105° e média de pontuação do escore da UCLA de 24 pontos na avaliação final. Até o momento, nenhum deles necessitou de tratamento artroplástico.

## Conclusão

A redução aberta e a fixação interna das FGPEU podem ser indicadas também para pacientes idosos e obtivemos 77,7% de bons e excelentes resultados.

Estatisticamente ( $p = 0,03$ ), a redução anatômica da fratura mostrou-se importante para a obtenção de bons resultados.

## Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## REFERÊNCIAS

- Naranja RJ, Iannotti JP. Displaced three- and four-part proximal humerus fractures: evaluation and management. *J Am Acad Orthop Surg.* 2000;8(6):373-82.
- Neer CS. Four-segment classification of proximal humeral fractures: purpose and reliable use. *J Shoulder Elbow Surg.* 2002;11(4):389-400.
- Chesser TJS, Langdon JJ, Ogilvie C, Sarangi PP, Clarke AM. Fractures involving splitting of the humeral head. *J Bone Joint Surg Br.* 2001;83(3):423-6.
- Jakob RP, Miniaci A, Anson PS, Jaberg H, Osterwalder A, Ganz R. Four part valgus impacted fractures of the proximal humerus. *J Bone Joint Surg Br.* 1991;73(2):295-8.
- Resch H, Beck E, Bayley I. Reconstruction of the valgus-impacted humeral head fracture. *J Shoulder Elbow Surg.* 1995;4(2):73-80.
- Resch H, Hübner C, Schwaiger R. Minimally invasive reduction and osteosynthesis of articular fractures of the humeral head. *Injury.* 2001;32(1):25-32.
- Zyto K, Wallace WA, Frostick SP, Preston BJ. Outcome after hemiarthroplasty for three- and four-part fractures of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg.* 1998;7(2):85-9.
- Kristiansen B, Christensen SW. Plate fixation of proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand.* 1986;57:320-3.
- Paavolainen P, Bjorkenheim JM, Slati P, Paukku P. Operative treatment of severe proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand.* 1983;54(3):374-9.
- Resch H, Povacz P, Fröhlich R, Wambacher M. Percutaneous fixation of three- and four-part fractures of the proximal humerus. *J Bone Joint Surg Br.* 1997;79(2):295-300.
- Neer CS. Displaced proximal humeral fractures II. Treatment of three-part and four-part displacement. *J Bone Joint Surg Am.* 1970;52(6):1090-103.
- Gerber C, Werner CML, Vienne P. Internal fixation of complex fractures of the proximal humerus. *J Bone Joint Surg Br.* 2004;86:848-55.
- Gerber C, Hersche O, Berberat C. The clinical relevance of posttraumatic avascular necrosis of the humeral head. *J Shoulder Elbow Surg.* 1998;7(6):586-90.
- Robinson CM, Page RS. Severely impacted valgus proximal humeral fractures Results of operative treatment. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85(9):1647-55.
- Helmy N, Hintermann B. New trends in the treatment of proximal humerus fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 2006;(442):100-8.
- Südkamp N, Bayer J, Hepp P, Voigt C, Oestern H, Kääb M, et al. Open reduction and internal fixation of proximal humeral fractures with use of the locking proximal humerus plate Results of a prospective, multicenter, observational study. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91(6):1320-8.
- Robinson CM, Page RS, Hill RM, Sanders DL, Court-Brown CM, Wakefield AE. Primary hemiarthroplasty for treatment of proximal humeral fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85(7):1215-23.
- Mittlmeier TW, Stedtfeld HW, Ewert A, Beck M, Frosch B, Gradl G. Stabilization of proximal humeral fractures with an angular and sliding stable antegrade locking nail (Targon PH). *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85 Suppl 4:136-46.
- Jakob RP, Kristiansen T, Mayo K, Ganz R, Müller ME. Classification and aspects of treatment of fractures of the proximal humerus. In: Bateman JE, Welsh RP, editors. *Surgery of the shoulder.* Philadelphia: B.C. Decker; 1984. p. 330-43.
- Neer CS 2nd. Displaced proximal humeral fractures. I. Classification and evaluation. *J Bone Joint Surg Am.* 1970;52(6):1077-89.
- Ellman H, Kay SP. Arthroscopic subacromial decompression for chronic impingement Two- to five-year results. *J Bone Joint Surg Br.* 1991;73(3):395-8.
- American Academy of Orthopaedic Surgeons (AAOS). *Joint motion: method of measuring and recording.* Chicago: American Academy of Orthopaedics; 1965.
- Neer CS. Glenohumeral arthroplasty in shoulder reconstruction. Philadelphia: Saunders; 1990. p. 143-272.
- Bigliani LU, Flatow EL. Failed prosthetic replacement for displaced proximal humeral fractures. *Orthop Trans.* 1991;15:747-8.
- Tanner MW, Cofield RH. Prosthetic arthroplasty for fractures and fracture-dislocations of the proximal humerus. *Clin Orthop Relat Res.* 1983;(179):116-28.
- Checchia SL, Doneaux P, Miyasaki AN, Fregonese M, Silva LA, Faria FN, et al. Tratamento das fraturas do terço proximal do úmero com a prótese parcial Eccentra®. *Rev Bras Ortop.* 2005;40(3):130-40.
- Ko JY, Yamamoto R. Surgical treatment of complex fracture of the proximal humerus. *Clin Orthop Relat Res.* 1996;(327):225-37.
- Boileau P, Trojani C, Walch G, Krishnan SG, Romeo A, Sinnerton R. Shoulder arthroplasty for the treatment of the sequelae of fractures of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg.* 2001;10(4):299-308.
- Moonot P, Ashwood N, Hamlet M. Early results for treatment of three- and four-part fractures of the proximal humerus using the Philos plate system. *J Bone Joint Surg Br.* 2007;89(9):1206-9.
- Hubert L, Dayez J. Results of the standard Aequalis prosthesis for proximal humeral fractures. In: Walch G, Boileau P, Molé D, editors. *2000 shoulder prostheses: two to ten year follow-up.* Montpellier: Sauramps Medical; 2001. p. 527-9.