



ELSEVIER



Artigo Original

Avaliação do resultado do tratamento cirúrgico das fraturas desviadas do terço proximal do úmero com placa pré-moldada com parafusos bloqueados

Mauro Emilio Conforto Gracitelli*, Frederico Lafraia Lobo, Gustavo Maximiano Aliperti Ferreira, Marcos Vianna da Palma, Eduardo Angeli Malavolta, Eduardo Benegas, Kodi Edson Kojima, Arnaldo Amado Ferreira Neto e Jorge dos Santos Silva

Instituto de Ortopedia e Traumatologia, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

INFORMAÇÕES SOBRE O ARTIGO

Histórico do artigo:

Recebido em 2 de agosto de 2012

Aceito em 29 de agosto de 2012

Palavras-chave:

Fraturas do úmero

Fixação interna de fraturas

Resultado de tratamento

R E S U M O

Objetivo: Avaliar os resultados clínicos e radiográficos e as complicações das fraturas do terço proximal do úmero tratadas com a placa Philos® e correlacionar esses resultados com critérios prognósticos.

Métodos: Foram estudados 40 pacientes submetidos a osteossíntese de fraturas do terço proximal do úmero com a placa Philos®. As cirurgias foram feitas entre 2004 e 2011 e os pacientes foram submetidos a avaliação funcional (escalas de Constant-Murley e Dash [Disability of Arm-Shoulder-Hand]) e radiográfica. Os resultados funcionais foram correlacionados com variáveis clínicas e radiográficas por meio de regressão múltipla.

Resultados: Os pacientes apresentavam em média $61,8 \pm 16,28$ anos e a maioria era do sexo feminino (70%). Observamos pontuação de $72,03 \pm 14,01$ pela escala de Constant-Murley e $24,96 \pm 19,99$ pela de Dash. A radiografia pós-operatória evidenciou um ângulo cabeça-diáfise de $135,43^\circ \pm 11,82$. A análise por regressão demonstrou que a idade do paciente e a classificação de Hertel exercem influência direta na escala de Constant-Murley ($p = 0,0049$ e $0,012$, respectivamente). Outros critérios prognósticos, como a classificação de Neer e AO, o ângulo cabeça-diáfise, a presença de cominuição metafisária e a extensão do fragmento metafisário não demonstraram influência no prognóstico em nossa amostra. Complicações ocorreram em quatro pacientes (10%).

Conclusão: A osteossíntese com a placa Philos® proporcionou, em nossa amostra, bons resultados clínicos e radiográficos, com baixo índice de complicações. A idade do paciente e a classificação de Hertel foram demonstradas como fatores preditores do resultado funcional.

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

* Autor para correspondência.

E-mail: mgracitelli@gmail.com (M.E.C. Gracitelli).

Outcomes evaluation of locking plate osteosynthesis in displaced fractures of the proximal humerus

A B S T R A C T

Keywords:

Humeral fractures
Fracture fixation internal
Treatment outcome

Objective: Evaluate functional outcomes, radiographic findings and complications of proximal humeral fractures treated with locking plates and to determine prognostic factors for successful clinical outcomes.

Methods: Forty patients undergoing internal fixation of fractures of the proximal humerus with the Philos® plate were included in the study. The surgeries were performed between 2004 and 2011 and the patients underwent radiographic and clinical evaluation, by Constant-Murley and Dash score. Outcomes were analyzed by use of multivariate regression with several different variables.

Results: Patients were on average of 61.8 ± 16.28 years, and most were female (70%). The Constant-Murley score was 72.03 ± 14.01 and Dash was 24.96 ± 19.99 . The postoperative radiographs showed a head-shaft angle of $135.43^\circ \pm 11.82$. Regression analysis showed that the patient's age and the Hertel classification influenced the Constant-Murley scale ($p = 0.0049$ and 0.012 respectively). Others prognostic criteria such as Neer and AO classification, head-shaft angle, the presence of metaphyseal comminution and extension of the humeral metaphyseal fragment showed no effect on prognosis. Complications occurred in four patients (10%).

Conclusion: The fixation with the Philos® plate provided good clinical and radiographic results in fractures of the proximal humerus, with a low complication rate. The patient's age and Hertel classification were defined as prognostic factors that led to worse functional outcomes.

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

Introdução

Fraturas do terço proximal do úmero correspondem a cerca de 4% a 5% de todas as fraturas e são a segunda mais comum nos membros superiores.¹ Sua incidência aumenta com a idade e mulheres são até duas vezes mais acometidas do que os homens. Assim como em outras fraturas relacionadas à osteoporose, a incidência das fraturas do terço proximal do úmero apresenta tendência crescente.¹ Em pacientes idosos, o terço proximal do úmero é comumente osteoporótico, o que dificulta sua fixação e estabilização com placas e parafusos tradicionais.^{2,3} Diversas técnicas têm sido descritas para o tratamento dessas fraturas, incluindo fixação com placa e parafusos, placa lâmina, haste intramedular, pinagem percutânea, banda de tensão e artroplastia parcial.⁴⁻⁶ Placas pré-moldadas com parafusos bloqueados são consideradas como os principais implantes para aumentar a estabilidade mecânica dessas fraturas.⁵ Diversos estudos clínicos demonstraram bons resultados em relação à função do ombro e à consolidação com esse tipo de implante.⁷⁻⁹ Variáveis clínicas e intraoperatórias são descritas como critérios de prognóstico nessas fraturas, dentre elas: idade, classificação da fratura, redução adequada e posicionamento da placa.¹⁰⁻¹³

O índice de complicações com o uso desse material de síntese é alto e pode ser decorrente tanto do padrão da fratura^{14,15} como da técnica cirúrgica.⁷ Em recente revisão sistemática, Sproul et al.⁷ demonstraram uma incidência de 49% de complicações em 514 pacientes, com 14% de reoperações.

O objetivo deste estudo é avaliar os resultados clínicos e radiográficos e as complicações das fraturas do terço proximal

do úmero tratadas com a placa Philos® e correlacionar esses resultados com critérios prognósticos.

Métodos

Foram operados 86 pacientes, de 2004 a 2011, por fraturas desviadas do terço proximal do úmero fixadas com placa pré-moldada de ângulo fixo e parafusos proximais bloqueados da marca Philos® (Synthes®). As cirurgias foram feitas por cinco diferentes cirurgiões com experiência no tratamento cirúrgico dessas fraturas. Esses pacientes foram convocados entre agosto de 2011 e julho de 2012 e compareceram para a avaliação 40 pacientes (40 ombros). Os demais pacientes não compareceram por causa de falecimento, mudança de telefone ou não consentimento da pesquisa. Os parâmetros de desvio usados para a indicação cirúrgica foram baseados nos critérios de Neer, com desvio superior a 45° ou 1 cm entre os fragmentos (ou 0,5 cm para o desvio dos tubérculos). Foram incluídos pacientes acima de 18 anos, com fraturas com menos de 30 dias de evolução. Não foram incluídos para a análise os pacientes que não compareceram à reavaliação, aqueles com seguimento clínico inferior a seis meses, fraturas isoladas do tubérculo maior ou menor, fraturas patológicas, fraturas-luxações ou infecção prévia no ombro acometido.

Intervenção

Os procedimentos foram feitos sob anestesia geral associada ao bloqueio interescaletico e foi empregada profilaxia anti-

microbiana com cefalosporina de primeira geração durante 24 horas.

Os pacientes eram posicionados em decúbito dorsal horizontal, com dorso elevado em 30°. A via de acesso usada foi a deltopeitoral. Os tendões do supraespal, infraespal e subescapular eram reparados com fios de sutura inabsorvíveis, a fim de auxiliar na redução e na fixação dos tubérculos. Após a redução, a radioscopia era usada para confirmar o adequado posicionamento dos fragmentos. Fazia-se então a fixação provisória, com o uso de fios de aço. A placa Philos® era posicionada cerca de 1 cm lateral à goteira do bíceps e a altura dela era observada por meio da radioscopia. Os fios de reparo dos tendões eram passados em orifícios na placa. Com a fratura reduzida e a placa adequadamente posicionada, procedia-se à fixação definitiva, com os parafusos bloqueados proximalmente (mínimo de cinco)¹⁶ e parafusos corticais ou bloqueados distalmente (mínimo de três). Em seguida, eram dados os nós nos fios de reparo do manguito.

No período pós-operatório, os pacientes foram mantidos com tipoia por quatro semanas. Movimentos ativos para o cotovelo, o punho e os dedos foram iniciados no pós-operatório imediato. Movimentação passiva para o ombro foi iniciada no 14º dia de pós-operatório, o que permitiu flexão até 90°, rotação externa e abdução conforme tolerável e exercícios pendulares. Após o término da quarta semana, iniciavam-se os movimentos ativos assistidos e livres em todos os planos. Fortalecimento foi iniciado após consolidação da fratura.

Desfechos

Os pacientes foram avaliados clinicamente por meio das escalas funcionais de Constant-Murley¹⁷ e Dash.¹⁸

Foram feitas radiografias de acordo com a série trauma no pré-operatório. No pós-operatório, as incidências ântero-posterior com 30° de rotação externa, perfil no plano da escápula e perfil axilar foram efetuadas. O desfecho primário foi a avaliação de Constant-Murley. Os desfechos secundários foram a escala funcional Dash, o ângulo cabeça-diáfise e a presença de complicações. Foi necessária a tomografia computadorizada em oito pacientes.

Além dos desfechos, as seguintes variáveis foram avaliadas:

Fatores intrínsecos ao paciente: gênero, idade e dominância;

Fatores relacionados à lesão: lado acometido, mecanismo de fratura e classificação da fratura (Neer,¹⁹ Hertel et al.¹⁴ e AO²⁰), extensão do fragmento metafisário da cabeça do úmero, desvio do fragmento medial da cabeça em relação à diáfise inferior a 2 mm, posição do desvio da cabeça (varô ou valgo), ângulo cabeça-diáfise (incidência radiográfica ântero-posterior) (fig. 1) e presença de cominuição metafisária;

Fator relacionado à intervenção: tempo entre trauma e tratamento cirúrgico;

Critérios radiográficos pós-operatórios: ângulo cabeça-diáfise, altura da placa em relação ao topo da cabeça do úmero (fig. 2A), altura da tuberosidade em relação ao topo da cabeça do úmero (fig. 2B), distância entre borda ântero-inferior do colo anatômico e diáfise e presença de parafuso ínfero-medial (figs. 3 A e B).



Figura 1 – Ângulo cabeça-diáfise de 80°, que demonstra desvio em varo.

Complicações clínicas e radiográficas foram avaliadas: infecção pós-operatória, soltura do material de síntese, osteonecrose, pseudartrose, desvio secundário da fratura, soltura dos parafusos, protusão articular dos parafusos e artrose secundária. A necessidade de nova abordagem cirúrgica para o tratamento de complicações ou para retirada do material de síntese foi registrada.

Análise estatística

A normalidade dos dados foi avaliada por meio do teste de Shapiro-Wilk. Os dados paramétricos foram apresentados em médias e desvio padrão, dados não paramétricos em mediana e percentis e os dados categóricos em valores absolutos e porcentagens. Foi usado o teste de Wilcoxon para comparação entre duas variáveis quantitativas relacionadas e o teste U de Mann-Whitney para comparação entre duas variáveis quantitativas não pareadas.

As variáveis identificadas como potenciais preditores sobre o resultado das escalas Constant e Dash foram avaliadas de modo univariável por meio de regressão linear e depois submetidas à análise de regressão múltipla. Todos os fatores foram inseridos em um modelo inicial e, em seguida, os fatores que apresentavam menor associação ($p > 0,05$) foram excluídos do modelo, o que manteve um sentido clínico.



Figura 2 – (A) Altura da tuberosidade em relação ao topo da cabeça do úmero. Os valores são considerados negativos quando a tuberosidade está abaixo do topo da cabeça; (B) Altura da placa em relação ao topo da cabeça do úmero.

Foi adotado o nível de significância de 5%. Foram usados os programas estatísticos Stata[®] na versão 10.0 para a análise descritiva e o SPSS 19.0 for Windows para as regressões.

Resultados

A média da idade dos pacientes na data da ocorrência da fratura era de $61,8 \pm 16,28$ anos. O lado direito foi o acometido em 22 casos (55%) e o lado dominante em 25 (62,5%). O sexo feminino foi o mais prevalente, com 28 casos (70%).

A mediana do tempo decorrido entre a fratura e a osteossíntese foi de 8,5 dias (p25% 5, p75% 14).

O mecanismo de trauma mais prevalente foi o de queda ao solo, com 26 casos (65%). Queda de altura foi a responsável por sete fraturas (17,5%), enquanto acidente de moto por duas (5%). Outras causas ocorreram em cinco casos (12,5%).

Cinco pacientes (12,5%) apresentavam fraturas associadas. Dois pacientes (5%) tinham roturas do manguito rotador, constatadas no intraoperatório e submetidas a reparo completo.

De acordo com a classificação de Neer, 22 pacientes (55%) apresentavam fratura em três partes, 16 (40%) em duas partes e apenas dois (5%) em quatro partes. Os padrões 1 (13 casos, 32,5%) e 7 (12 casos, 30%) foram os mais prevalentes pela classificação de Hertel. O subtipo 11-B1 foi o predominante por meio da classificação AO, com 18 casos (45%). Cinco casos (12,5%) foram classificados como tipo C. A análise completa dos tipos de fraturas de acordo com essas três classificações pode ser observada na figura 4.

A análise da radiografia pré-operatória evidenciou uma extensão metafisária do fragmento cefálico com mediana de 12 mm (p25% 8 mm, p75% 20 mm). Quatorze casos (35%) apresentavam extensão metafisária igual a 8 mm ou menor. Doze

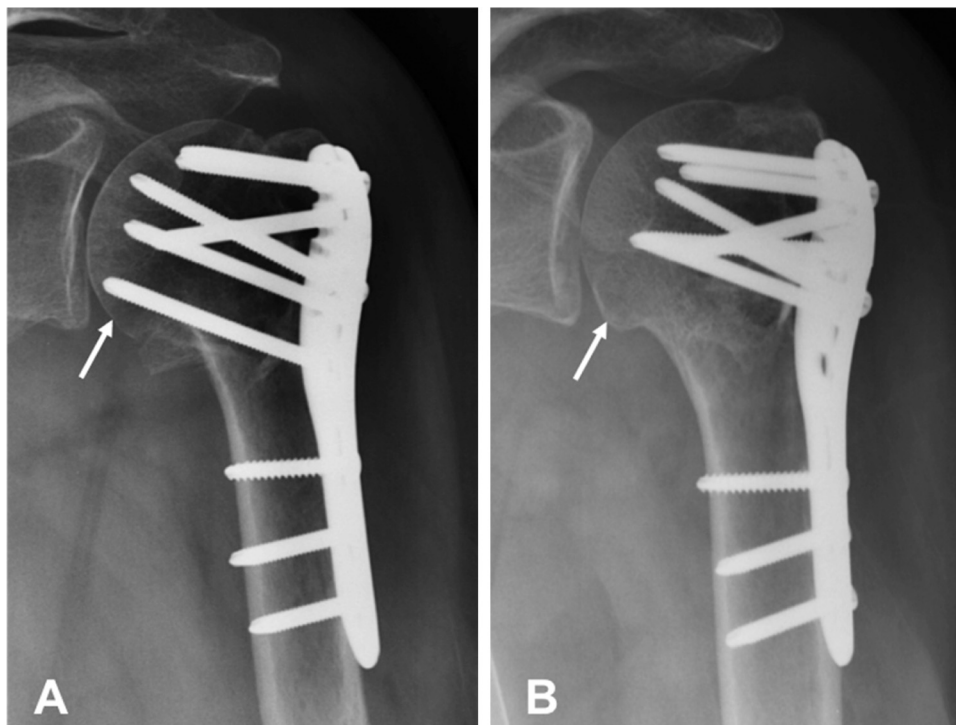


Figura 3 – (A) Presença de parafuso ífero-medial (seta); (B) Ausência de parafuso ífero-medial.

casos (30%) apresentavam desvio significativo entre a cabeça do úmero e a diáfise, com sinais de lesão periosteal medial. Seis casos (15%) apresentaram associação de lesão periosteal medial e fragmento metafisário menor ou igual a 8 mm. Nenhum desses casos apresentava uma fratura tipo C da classificação AO.

Dezenove casos (47,5%) apresentavam desvio em valgo da cabeça e 16 (40%) em varo. Quatro pacientes (10%) não apresentavam desvio da cabeça (apenas do tubérculo) e um (2,5%) tinha uma translação sem desvio angular. Cominuição metafisária estava presente em sete casos (17,5%).

A radiografia pós-operatória evidenciou um ângulo cabeça-diáfise de $135,43^\circ \pm 11,82$. Apoio metafisário medial foi observado em 38 casos (95%). A altura do tubérculo maior em relação ao topo da cabeça umeral foi de $-5,03 \text{ mm} \pm 5,30$. A distância entre a borda medial da cabeça e a metáfise foi de $13,09 \text{ mm} \pm 6,32$. O topo da placa distou em média $15,97 \text{ mm} \pm 6,97$ da porção mais proximal do tubérculo maior. Em 32 casos (80%) foram inseridos parafusos inferomediais. Em nenhum caso a placa estava posicionada fora dos padrões aceitáveis (figs. 5 A, B e C).

A avaliação funcional dos pacientes foi feita com uma mediana de 21 meses após a cirurgia (p25% 12, p75% 32,5). Os pacientes apresentaram resultados de 72,03 pontos $\pm 14,01$ de acordo com a escala de Constant-Murley e de 24,96 $\pm 19,99$ pela de Dash (figs. 6 A, B e C).

A análise por regressão da influência dos diferentes critérios prognósticos demonstrou que a idade do paciente e a classificação de Hertel exercem influência direta no resultado da avaliação de Constant ($p = 0,0049$ e $0,012$, respectivamente). Outros critérios prognósticos, como a classificação de Neer e AO, o ângulo cabeça-diáfise, a presença de cominuição metafisária e a extensão do fragmento metafisário não demonstraram influência no prognóstico, determinado pelas escalas funcionais, em nossa amostra.

Quatro pacientes (10%) apresentaram complicações: desvio secundário da fratura (figs. 7 A e B), osteonecrose, parafuso posicionado intra-articularmente e rigidez pós-operatória. Os pacientes com desvio secundário e osteonecrose apresentaram protrusão secundária dos parafusos intra-articularmente. Quatro pacientes (10%) foram reoperados. Um paciente (2,5%) demonstrou perda da redução do tubérculo maior, com retração proximal de 1 cm. Não foi observada ocorrência de infecção, soltura do material de síntese ou artrose secundária.

Discussão

A osteossíntese das fraturas do terço proximal do úmero com o uso de placas pré-moldadas com parafusos bloqueados produz resultados clínicos satisfatórios. Sproul et al.⁷ demonstraram, por meio de revisão sistemática com 514 pacientes, uma média de 74 pontos de acordo com a escala de Constant e de 27 pontos pela de Dash. Nosso estudo demonstra resultados semelhantes, com 72,03 e 24,96 pontos, respectivamente.

Diversas variáveis relacionadas ao paciente, ao tipo de fratura e à técnica cirúrgica¹⁰⁻¹³ são estudadas como fatores prognósticos para essas fraturas.

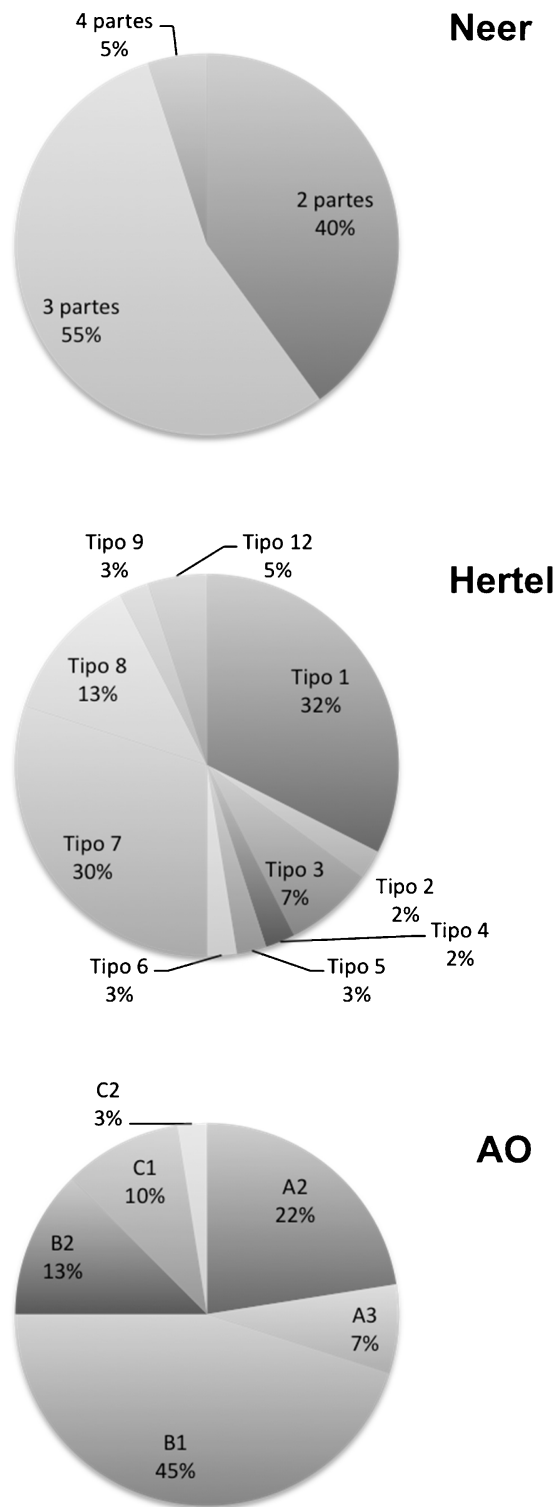


Figura 4 – Distribuição percentual das fraturas de acordo com as classificações de Neer, Hertel e AO.

A idade do paciente é um parâmetro que demonstra influência no resultado final.¹² Nosso estudo demonstrou que pacientes mais idosos apresentaram piores resultados de acordo com as escalas de Constant e Dash. Os outros fatores

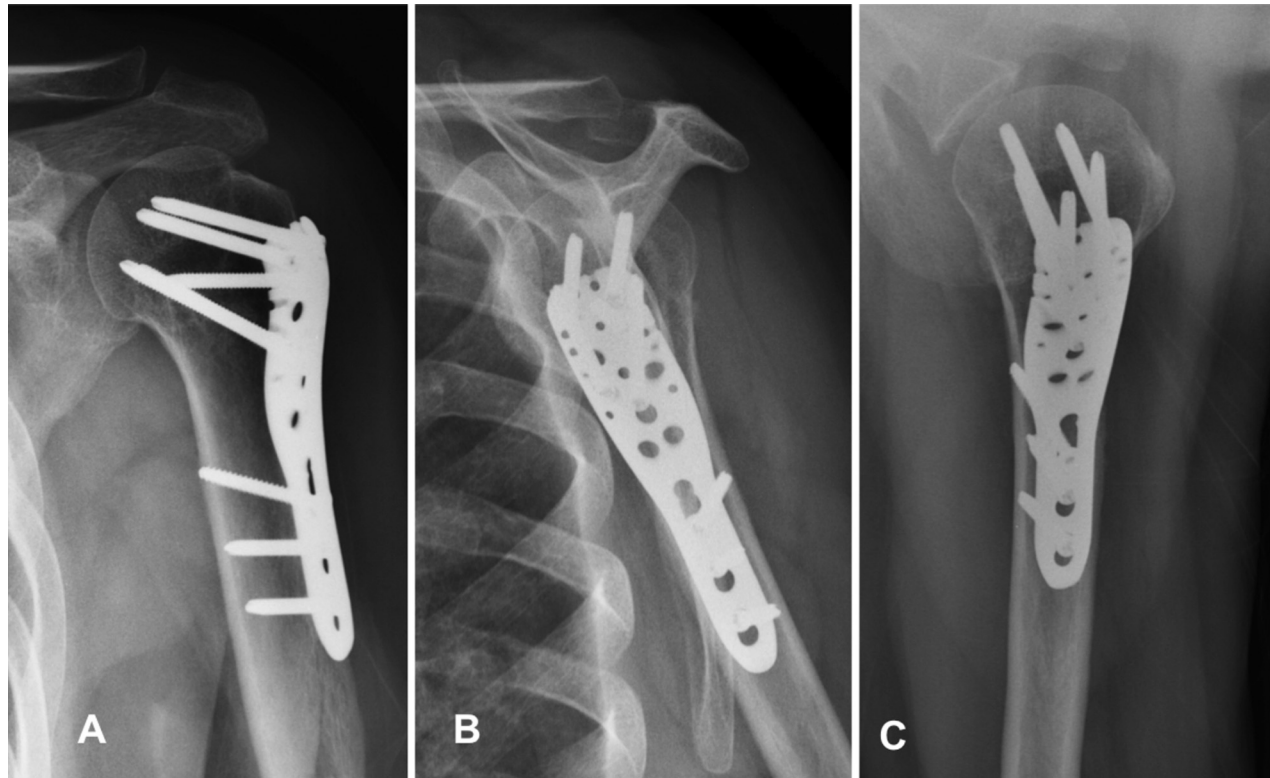


Figura 5 – Avaliação radiográfica de caso com placa bem posicionada e fratura adequadamente reduzida. (A) Ântero-posterior; (B) Perfil; (C) Axilar.

relacionados ao paciente estudados por nós não demonstraram influência no modelo de regressão usado.

Dentre as classificações avaliadas em nosso estudo, apenas a descrita por Hertel et al.¹⁴ demonstrou influência no resultado clínico.

A classificação descrita por Hertel et al.,¹⁴ ou sistema descritivo binário, consiste na identificação da morfologia da fratura com a pesquisa das seguintes linhas de fratura: 1) entre o tubérculo maior e a cabeça do úmero; 2) entre o tubérculo maior e a diáfise; 3) entre o tubérculo menor e a cabeça; 4) entre o tubérculo menor e a diáfise e 5) entre o tubérculo maior e o menor. Com base na identificação desses traços, podem-se determinar 12 tipos de fraturas. Além dos subtipos, os autores sugerem que outros fatores de mau prognóstico sejam adicionados na classificação. Os mais relevantes são a extensão do fragmento metafisário medial da cabeça e a lesão do periósteo póstero-medial, indicada pelo desvio superior a 2 mm entre a cabeça e o fragmento proximal da diáfise. A combinação de um fragmento metafisário inferior a 8 mm, lesão do periósteo medial e acometimento do colo anatômico demonstra 97% de risco de isquemia da cabeça do úmero. O desvio inicial da fratura e até mesmo a presença de luxação da cabeça foram descritos pelos autores como critérios com menor importância no prognóstico. Em nosso estudo, a classificação descritiva binária foi fator determinante para o resultado clínico ($p = 0,0049$). O estudo de Hertel et al.¹⁴ determinou o risco de isquemia, o que não implica diretamente a ocorrência de osteonecrose e não determina necessariamente um pior resultado clínico. Em nosso estudo, quatro casos (10%)

foram classificados nos piores tipos da classificação de Hertel (tipos 2, 9, 10, 11 e 12). Apenas um caso apresentou osteonecrose e esse não apresentava os critérios associados de mau prognóstico. Não conseguimos encontrar correlação entre os resultados clínicos e a presença de fragmento metafisário inferior a 8 mm ou de lesão periosteal medial.

A classificação AO é demonstrada por Harderman et al.²¹ como fator prognóstico para o resultado clínico e a presença de complicações. Por outro lado, Sudkamp et al.¹² não encontraram influência dessa classificação no resultado funcional, mas demonstraram relação entre a classificação de Neer e as complicações. Em nosso estudo, não encontramos relação direta entre o resultado clínico e as classificações de Neer e AO. A falta de representatividade dessas classificações no modelo de regressão empregado pode ser explicada pela baixa incidência de padrões mais complexos de fratura em nossa série (apenas dois casos de fraturas em quatro partes de Neer e cinco casos Tipo C da AO).

Cominuição metafisária,²² padrão do desvio da cabeça (varo ou valgo)¹¹ e ângulo cabeça-diáfise¹³ são apontados como fatores importantes na determinação do prognóstico das fraturas. Entretanto, não observamos correlação entre essas variáveis e os resultados clínicos em nosso estudo.

A redução adequada da fratura é essencial para o bom resultado clínico na fixação das fraturas do terço proximal do úmero.^{10,12} Diversos parâmetros de redução são descritos^{14,23-25} e a observação rigorosa deles é importante para a obtenção de bons resultados. A falta de apoio

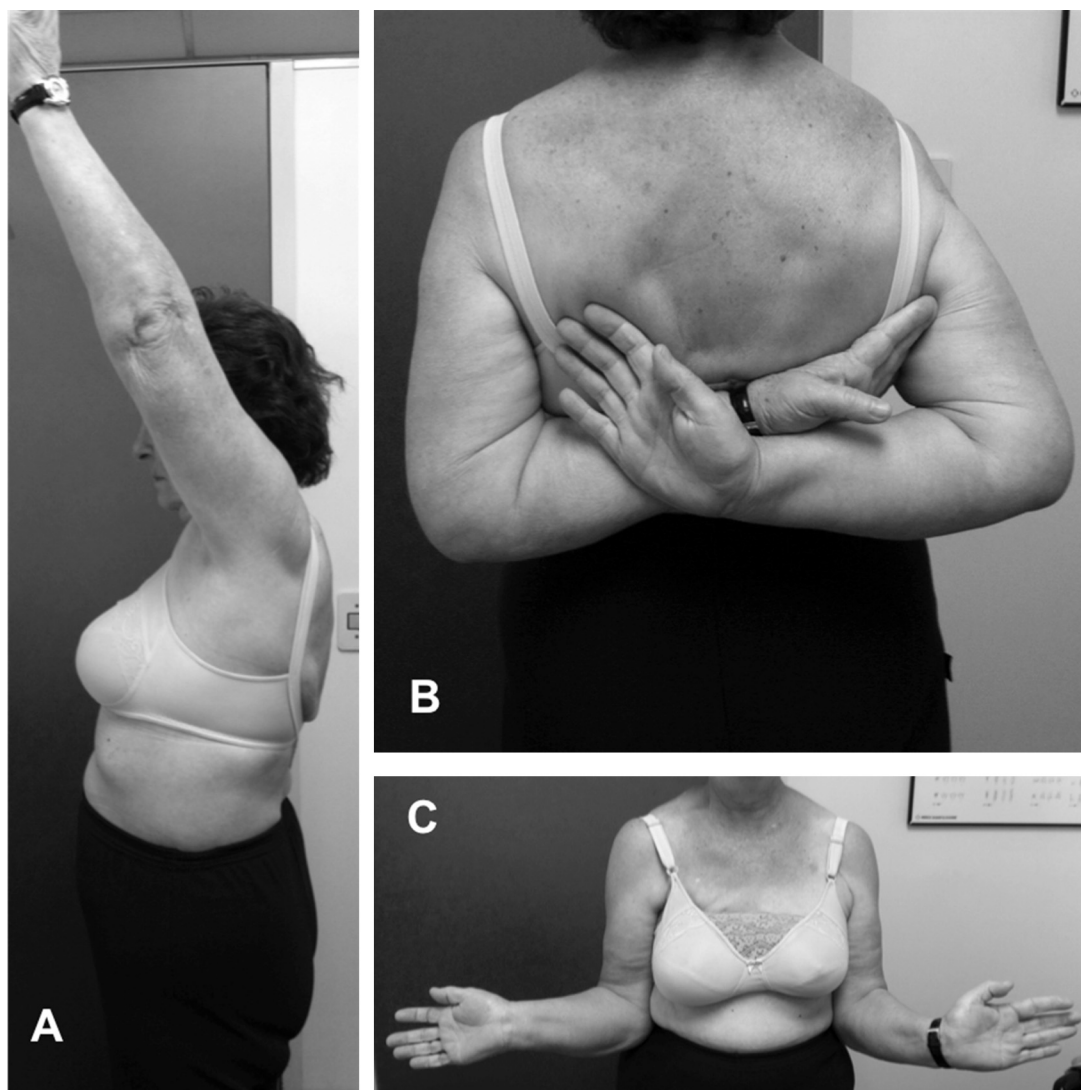


Figura 6 – Avaliação funcional de paciente com 12 meses de pós-operatório. (A) Elevação; (B) Rotação interna; (C) Rotação externa.

metafisário medial da cabeça pode gerar perda precoce da redução e penetração articular dos parafusos, principalmente nos casos com cominuição metafisária e desvio primário em varo. Owsley et al.²⁶ demonstraram 25% de incidência de deformidade em varo e 23% de *cut-out* dos parafusos nesse padrão de fratura. Em nosso estudo, apenas um paciente (2,5%) apresentou perda secundária da redução.

Fatores relacionados ao posicionamento da placa e dos parafusos também podem influenciar os resultados clínicos.^{15,24,27-29} As complicações mais descritas da osteossíntese com a placa bloqueada estão relacionadas à perfuração da cabeça do úmero com os parafusos proximais e ao impacto secundário ao posicionamento alto da placa.²⁵⁻²⁷

Os valores médios dos parâmetros de redução em nosso estudo estavam dentro dos padrões normais. O posicionamento da placa estava adequado em todos os casos (figuras 6 A, B e C). Em um caso um parafuso muito longo foi inserido e permaneceu intra-articular. Foi necessária a sua retirada.

Em 80% dos casos foi inserido ao menos um parafuso na região ínfero-medial, relatado por Zhang et al.²⁴ como importante para manutenção da redução em fraturas complexas. Não houve correlação entre os parâmetros de redução e de posicionamento da placa com as escalas funcionais ou com a presença de complicações.

Sproul et al.,⁷ em uma revisão sistemática, demonstraram um índice de complicações de 49%. Nossa casuística apontou um número consideravelmente inferior (10%). Acreditamos que nossa baixa incidência de complicações esteja relacionada ao rigor na aplicação dos princípios de redução e posicionamento adequado da placa e dos parafusos. Contribuiu também para esse cenário o pequeno número de fraturas complexas ou com fatores de mau prognóstico.

Nosso estudo apresenta algumas limitações. Uma análise multivariável por regressão permite o controle e a avaliação de diferentes critérios prognósticos e diminui o viés de fatores de confusão.¹² Além disso, pode quantificar sua associação com o desfecho final. No entanto, o tamanho de nossa amostra

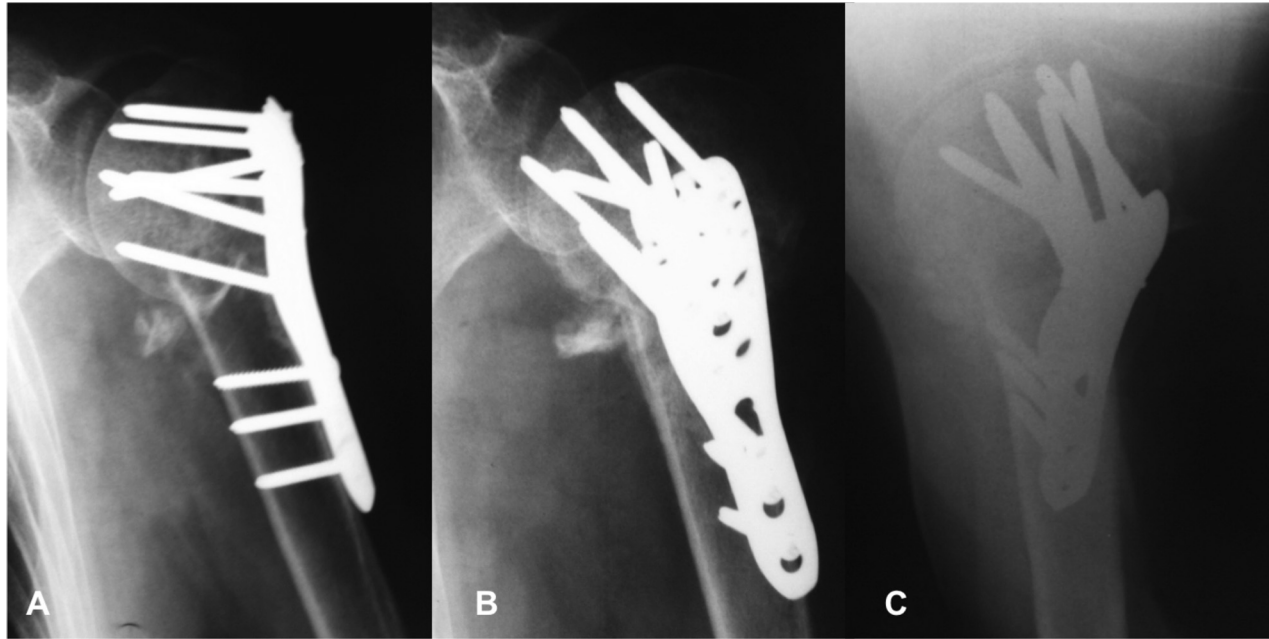


Figura 7 – Avaliação radiográfica de caso com colapso secundário em varo e protrusão articular dos parafusos. (A) Ântero-posterior; (B) Perfil; (C) Axilar.

limita a avaliação de muitas variáveis e pode gerar um erro tipo II (beta), por poder insuficiente do estudo. Outra limitação é que o tempo de seguimento pós-operatório foi variável entre os pacientes, o que dificulta a análise comparativa. Além disso, sete casos (17,5%) apresentavam tempo de seguimento inferior a um ano. Com a exclusão desses pacientes, a média de seguimento foi de 25,4 meses.

Como pontos positivos, nosso estudo apresentou uma amostra homogênea de pacientes, operados com técnica padronizada, seguindo princípios de redução e de posicionamento da placa. A avaliação dos critérios prognósticos radiográficos foi padronizada e feita por avaliador cego em relação ao seguimento clínico dos pacientes. Nosso estudo chama a atenção para a necessidade de avaliação criteriosa dos diferentes fatores prognósticos na fratura do terço proximal do úmero.

Conclusões

A osteossíntese das fraturas do terço proximal do úmero com a placa Philos® proporcionou, em nossa amostra, bons resultados clínicos e radiográficos, com baixo índice de complicações. A idade do paciente e a classificação de Hertel foram demonstradas como fatores preditores do resultado funcional.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

REFERÊNCIAS

1. Palvanen M, Kannus P, Niemi S, Parkkari J. Update in the epidemiology of proximal humeral fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 2006;442:87-92.
2. Hawkins RJ, Bell RH, Gurr K. The three-part fracture of the proximal part of the humerus. Operative treatment *J Bone Joint Surg Am.* 1986;68(9):1410-4.
3. Sehr JR, Szabo RM. Semitubular blade plate for fixation in the proximal humerus. *J Orthop Trauma.* 1988;2(4):327-32.
4. Chudik SC, Weinhold P, Dahners LE. Fixed-angle plate fixation in simulated fractures of the proximal humerus: a biomechanical study of a new device. *J Shoulder Elbow Surg.* 2003;12(6):578-88.
5. Schlegel T, Hawkins R. Displaced proximal humeral fractures: evaluation and treatment. *JAAOS.* 1994;2(1):54-78.
6. Checchia SL, Miyazaki AN, Doneux P, Fregoneze M, Silva LA, Lobo AC, et al. Avaliação do tratamento cirúrgico da fratura em duas partes do colo cirúrgico do úmero com placa PFS 80. *Rev Bras Ortop.* 2004;39(10):555-67.
7. Sproul RC, Iyengar JJ, Devcic Z, Feeley BT. A systematic review of locking plate fixation of proximal humerus fractures. *Injury.* 2011;42(4):408-13.
8. Cohen M, Amaral MV, Monteiro M, Brandão BL, Motta Filho GR. Osteossíntese das fraturas da extremidade proximal do úmero com sistema de placa de ângulo fixo com parafusos bloqueados: técnica e resultados. *Rev Bras Ortop.* 2009;44(2):106-11.
9. Barbosa RI, Marcolino AM, Fonseca M, de CR, Mazzer N, Zatiti SC. Avaliação funcional retrospectiva de pacientes com fratura proximal de úmero fixada com placa com parafusos de ângulo fixo para região proximal no úmero. *Acta Ortop Bras.* 2008;16(1):89-92.
10. Krappinger D, Bizzotto N, Riedmann S, Kammerlander C, Hengg C, Kralinger FS. Predicting failure after surgical fixation of proximal humerus fractures. *Injury.* 2011;42(11):1283-8.
11. Foruria AM, de Gracia MM, Larson DR, Munuera L, Sanchez-Sotelo J. The pattern of the fracture and displacement of the fragments predict the outcome in proximal humeral fractures. *J Bone Joint Surg Br.* 2011;93(3):378-86.
12. Südkamp NP, Audige L, Lambert S, Hertel R, Konrad G. Path analysis of factors for functional outcome at one year in 463 proximal humeral fractures. *J Shoulder Elbow Surg.* 2011;20(8):1207-16.

13. Lee CW, Shin SJ. Prognostic factors for unstable proximal humeral fractures treated with locking-plate fixation. *J Shoulder Elbow Surg.* 2009;18(1):83-8.
14. Hertel R, Hempfing A, Stiehler M, Leunig M. Predictors of humeral head ischemia after intracapsular fracture of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg.* 2004;13(4):427-33.
15. Agudelo J, Schürmann M, Stahel P, Helwig P, Morgan SJ, Zechel W, et al. Analysis of efficacy and failure in proximal humerus fractures treated with locking plates. *J Orthop Trauma.* 2007;21(10):676-81.
16. Erhardt JB, Stoffel K, Kampshoff J, Badur N, Yates P, Kuster MS. The position and number of screws influence screw perforation of the humeral head in modern locking plates: a cadaver study. *J Orthop Trauma.* 2012;26(10):e188-92.
17. Constant CR, Gerber C, Emery RJH, Søjbjerg JO, Gohlke F, Boileau P. A review of the Constant score: modifications and guidelines for its use. *J Shoulder Elbow Surg.* 2008;17(2):355-61.
18. Orfale AG, Araújo PMP, Ferraz MB, Natour J. Translation into Brazilian portuguese, cultural adaptation, and evaluation of the reliability of the Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Questionnaire. *Braz J Med Biol Res.* 2005;38(2):293-302.
19. Neer CS. Displaced proximal humeral fractures I. Classification and evaluation. *J Bone Joint Surg Am.* 1970;52(6):1077-89.
20. Muller ME, Nazarian S, Koch P, Schatzker J. The comprehensive classification of fractures of long bones. Berlin: Springer; 1990.
21. Hardeman F, Bollars P, Donnelly M, Bellemans J, Nijs S. Predictive factors for functional outcome and failure in angular stable osteosynthesis of the proximal humerus. *Injury.* 2012;43(2):153-8.
22. Osterhoff G, Hoch A, Wanner GA, Simmen H-P, Werner CML. Calcar comminution as prognostic factor of clinical outcome after locking plate fixation of proximal humeral fractures. *Injury.* 2012;43(10):1651-6.
23. Sinha S, Kelly CP. Fixed angle locking plates for proximal humeral fracture fixation. *Ann R Coll Surg Engl.* 2010;92(8):631-4.
24. Zhang L, Zheng J, Wang W, Lin G, Huang Y, Zheng J, et al. The clinical benefit of medial support screws in locking plating of proximal humerus fractures: a prospective randomized study. *Int Orthop.* 2011;35(11):1655-61.
25. Torchia ME. Technical tips for fixation of proximal humeral fractures in elderly patients. *Instr Course Lect.* 2010;59:553-61.
26. Owsley KC, Gorczyca JT. Fracture displacement and screw cutout after open reduction and locked plate fixation of proximal humeral fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90(2):233-40.
27. Hirschmann MT, Quarz V, Audige L, Ludin D, Messmer P, Regazzoni P, et al. Internal fixation of unstable proximal humerus fractures with an anatomically preshaped interlocking plate: a clinical and radiologic evaluation. *J Trauma.* 2007;63(6):1314-23.
28. Gardner MJ, Weil Y, Barker JU, Kelly BT, Helfet DL, Lorich DG. The importance of medial support in locked plating of proximal humerus fractures. *J Orthop Trauma.* 2007;21(3):185-91.
29. Voigt C, Hurschler C, Rechi L, Vosschenrich R, Lill H. Additive fiber-cerclages in proximal humeral fractures stabilized by locking plates: no effect on fracture stabilization and rotator cuff function in human shoulder specimens. *Acta Orthop.* 2009;80(4):465-71.