



Artigo Original

Avaliação ultrassonográfica do manguito rotador após a osteossíntese de fraturas da extremidade proximal do úmero com haste intramedular bloqueada[☆]



Mauro Emilio Conforto Gracitelli, Eduardo Angeli Malavolta, Jorge Henrique Assunção*, Bruno Akio Matsumura, Kodi Edson Kojima e Arnaldo Amado Ferreira Neto

Universidade de São Paulo, Instituto de Ortopedia e Traumatologia, Grupo de Ombro e Cotovelo, São Paulo, SP, Brasil

INFORMAÇÕES SOBRE O ARTIGO

Histórico do artigo:

Recebido em 8 de setembro de 2016

Aceito em 3 de outubro de 2016

On-line em 20 de janeiro de 2017

Palavras-chave:

Fraturas do ombro

Fixação intramedular de fraturas

Manguito rotador

Ultrassonografia

R E S U M O

Objetivo: Avaliar a integridade do tendão do supraespal por meio da ultrassonografia (US) em pacientes submetidos à fixação de fraturas da extremidade proximal do úmero (FEPU) com haste intramedular bloqueada.

Métodos: Foram avaliados por exame de ultrassonografia aos seis meses de pós-operatório e clinicamente aos seis e 12 meses de pós-operatório 31 pacientes com FEPU entre 50 e 85 anos, tratados com haste intramedular bloqueada inclinada. O objetivo primário foi avaliar a integridade do tendão supraespal e os secundários incluíam descrever os demais achados da ultrassonografia, as escalas de Constant-Murley, EVA e Dash e a taxa de complicações e comparar os resultados clínicos dos pacientes com e sem rotura do manguito rotador.

Resultados: Roturas transfixantes do manguito rotador foram observadas em quatro pacientes (13%), com rotura do supraespal em três casos (10%) e do subescapular em um caso (3%). Roturas parciais foram diagnosticadas em dez casos (32%). Os resultados pela escala de Constant-Murley aos 12 meses foram de $71,3 \pm 15,2$ pontos para toda a amostra, de $73,2 \pm 16,1$ pontos para os pacientes sem rotura do manguito rotador e de $68,7 \pm 14,1$ pontos para aqueles com rotura parcial ou completa ($p = 0,336$). Complicações, exclusive a rotura do manguito rotador, foram observadas em nove pacientes (29%).

Conclusão: Observou-se uma alta taxa de alterações nos tendões do manguito rotador, com roturas parciais em 32% dos casos e transfixantes em 13%. No entanto, os resultados clínicos são satisfatórios, não influenciados pela presença de rotura do manguito rotador.

© 2016 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

[☆] Trabalho desenvolvido na Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina, Instituto de Ortopedia e Traumatologia, Grupos de Ombro e Cotovelo e do Trauma, São Paulo, SP, Brasil.

* Autor para correspondência.

E-mail: drjorgeassuncao@gmail.com (J.H. Assunção).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rbo.2016.10.007>

0102-3616/© 2016 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Ultrasound evaluation of the rotator cuff after osteosynthesis of proximal humeral fractures with locking intramedullary nail

A B S T R A C T

Keywords:

Shoulder fractures
Fracture intramedullary fixation
Rotator cuff
Ultrasonography

Objective: To evaluate supraspinatus tendon integrity with ultrasound (US) in patients submitted to proximal humeral fracture (PHF) fixation with a locking intramedullary nail.

Methods: Thirty-one patients with PHF treated with curvilinear locking intramedullary nail, aged between 50 and 85 years, were assessed by US at six months postoperatively and clinically at six and 12 months postoperatively. The primary aim was supraspinatus tendon integrity, evaluated by US at six months postoperatively. Secondary aims included the Constant-Murley, DASH score, and visual analog pain scores, as well as complications and reoperation rates.

Results: Full-thickness rotator cuff ruptures were observed in four patients (13%), supraspinatus ruptures in three cases (10%), and subscapularis ruptures in one case (3%). Partial ruptures were diagnosed in ten cases (32%). The results using the Constant-Murley score at 12 months were 71.3 ± 15.2 points for the entire series, with 73.2 ± 16.1 points for patients without rotator cuff ruptures and 68.7 ± 14.1 points for those with partial or complete ruptures, without a statistically significant difference ($p = 0.336$). Complications, exclusively for rotator cuff ruptures, were observed in nine patients (29%).

Conclusion: A high rate of rotator cuff ruptures was demonstrated, with partial ruptures in 32% of cases and full-thickness ruptures in 13%. However, clinical results are satisfactory, and are not influenced by the presence of rotator cuff ruptures.

© 2016 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introdução

Fraturas da extremidade proximal do úmero (FEPU) são a terceira fratura mais comum nos idosos.¹ Apesar da atual controvérsia sobre as vantagens do tratamento cirúrgico,^{2,3} fraturas desviadas são comumente tratadas com fixação ou artroplastia, com um aumento de 25% nas indicações cirúrgicas em cinco anos.⁴

As hastes intramedulares bloqueadas são usadas para as FEPU desde antes do desenvolvimento das placas bloqueadas;⁵ porém não obtiveram a mesma popularidade, os principais motivos estão relacionados aos potenciais riscos de rotura do manguito rotador e por não auxiliarem na redução das fraturas.^{6,7} Entretanto, existem vantagens biomecânicas⁸⁻¹⁰ para o uso de hastes e elas podem ser usadas por via minimamente invasiva, com menor dano potencial às partes moles.¹¹

Os resultados clínicos são semelhantes entre os pacientes submetidos à osteossíntese com placas ou hastes bloqueadas.^{6,7,12-15} Entretanto, existe discordância quanto a qual gera maior taxa de complicações.^{6,14,16} O risco de rotura ou alterações do manguito rotador após as hastes intramedulares foi pouco estudado.^{7,13,17,18} e nenhum artigo cita uma avaliação padronizada e detalhada do manguito rotador.

O objetivo primário do estudo foi avaliar a integridade do tendão do supraespal por meio da ultrassonografia (US) em pacientes submetidos à fixação de FEPUs com haste intramedular bloqueada. O objetivo secundário foi correlacionar a presença de rotura do manguito rotador com as escalas de Constant-Murley, Dash e VAS e comparar os

resultados clínicos dos pacientes com e sem rotura do manguito rotador.

Métodos

Desenho do estudo

Estudo prospectivo que envolveu 31 pacientes com fraturas desviadas da extremidade proximal do úmero, submetidos ao tratamento cirúrgico com haste intramedular bloqueada por via anterolateral minimamente invasiva. Os pacientes faziam parte de um estudo randomizado prévio¹⁹ e foram operados entre março de 2011 e dezembro de 2014 em um único centro. As cirurgias foram feitas pelo mesmo cirurgião, com o mesmo modelo de implante. O protocolo foi aprovado pela Comissão de Ética de nosso serviço.

Participantes

Os critérios de inclusão foram idade entre 50 e 85 anos, FEPU com desvio ≥ 1 cm ou $\geq 45^\circ$ de angulação entre a cabeça e a diáfise do úmero, com ou sem envolvimento do tubérculo maior. Não foram incluídas as fraturas do tubérculo menor, independentemente do desvio, e as fraturas-luxação. Também não foram incluídos os pacientes com lesões neurológicas, fraturas associadas no membro acometido, fraturas patológicas, cirurgias prévias no ombro acometido ou rotura de espessura completa de um dos tendões do manguito rotador diagnosticada previamente. Pacientes com roturas irreparáveis do manguito rotador, aqueles que não fizeram o US ou aqueles

com perda de seguimento antes da primeira avaliação clínica, aos três meses, foram excluídos.

Intervenção

A haste intramedular bloqueada usada foi a Centronail® (Orthofix®, Verona, Itália), de titânio, com 15 cm de comprimento e 7 cm de espessura e com sua extremidade proximal angulada.

Foi feita uma via anterolateral transdeltoide longitudinal de 5 cm, com início na extremidade anterolateral do acrômio. O músculo deltoide foi dissecado entre as porções anterior e média até 5 cm distal ao acrômio, sem liberação de sua origem, até a identificação da bursa subacromial e do manguito rotador. Foram identificados os tendões do supraespinal e do infraespinal, foram suturados com fios de poliéster inabsorvíveis. A cabeça do úmero foi reduzida e fixada provisoriamente com dois fios de Kirschner, de modo percutâneo, da face anterior da diáfise em direção à porção posterossuperior da cabeça do úmero. Nos casos com fratura do tubérculo maior, pontos transósseos com fios de poliéster foram feitos e a fratura foi reduzida previamente à passagem da haste intramedular.

Após a redução da fratura e fixação provisória da cabeça do úmero com a diáfise, foi feito o acesso para a inserção da haste intramedular. Após a palpação do tubérculo menor e do tendão da cabeça longa do biceps, um fio guia foi posicionado 1 cm posterior ao sulco intertubercular e 1 cm medial à transição entre a cabeça do úmero e o tubérculo maior, foi confirmado pela radioscopia com o ombro em 30° de rotação externa. Após a confirmação do correto posicionamento do fio, a abertura longitudinal de 1,5 cm do tendão do supraespinal foi feita com bisturi, junto à borda mais medial do tubérculo maior, sem lesar a sua inserção.

Em seguida, o fio guia foi introduzido e o seu correto posicionamento verificado com a radioscopia. Foi feita a fresagem de 2 cm de profundidade da cabeça do úmero. Não foram feitas a fresagem da metáfise e diáfise do úmero. A haste foi introduzida e buscamos manter sua porção superior 5 mm abaixo do topo da cabeça do úmero. A haste foi bloqueada proximalmente com três parafusos e distalmente com dois. A seguir, o obturador do canal foi inserido. Sutures em banda de tensão foram feitas ao redor dos parafusos proximais, com os fios inabsorvíveis passados nos tendões do supraespinal e do infraespinal. A abertura do tendão supraespinal foi suturada com, no mínimo, três pontos simples com fio inabsorvível de poliéster n° 2, seguida da sutura do músculo deltoide, subcutâneo e da pele.

A tipia foi usada por quatro semanas e o início da fisioterapia ocorreu após 14 dias, com exercícios passivos e ativo-assistidos para o ganho de amplitude de movimento. Exercícios ativos foram iniciados após 30 dias e os ativos resistidos após dois meses.

Desfechos

Foi adotada como desfecho primário a avaliação da integridade do tendão do supraespinal, através de exame de ultrassonografia (US) feito aos seis meses de pós-operatório. Foram considerados desfechos secundários: as escalas de Constant-Murley²⁰ e EVA e o questionário Dash,²¹ os demais

achados do US, assim como as complicações e as reoperações. A escala de Constant-Murley foi avaliada aos 6 e 12 meses de pós-operatório e as demais escalas aos 12 meses. As escalas clínicas foram aplicadas por um avaliador que não participava da reabilitação ou do seguimento clínico do paciente.

Exame de ultrassonografia foi feito aos seis meses de pós-operatório para a avaliação da integridade do manguito rotador. Os exames foram feitos no departamento de radiologia da instituição pela mesma equipe de radiologistas musculoesqueléticos. Foi usado o aparelho Logiq E9 (GE Healthcare, Waukesha, WI), com transdutor linear ML6-15 (6- to 15-MHz linear ML-6-15, GE Healthcare). Os achados relacionados aos tendões do manguito rotador foram classificados, de acordo com o tendão acometido, em tendão normal, tendinopatia, rotura parcial (articular, bursal ou intersticial) e transfixante. Na presença de lesão, foram observadas a retração e extensão da rotura. Foram avaliados todos os tendões do manguito rotador. O tendão da cabeça longa do biceps foi avaliado quanto à integridade, tendinopatia e estabilidade.

As complicações foram anotadas de acordo com sua ocorrência e o número total registrado separadamente para cada paciente. A reabordagem cirúrgica e o tipo de cirurgia também foram registrados.

Análise estatística

Avaliamos a normalidade dos dados através do teste de Shapiro-Wilk e da homogeneidade através do teste de Levene. Apresentamos as variáveis contínuas em médias e desvio padrão e as categóricas em valor absoluto e percentual.

Para a análise dos desfechos, os pacientes foram divididos em dois grupos, de acordo com a ausência ou presença de rotura do manguito. Os pacientes com rotura completa foram comparados com os sem rotura. Aqueles com roturas parciais foram agrupados aos com rotura completa para a comparação com aqueles sem rotura. A correlação entre a variável independente (integridade do tendão do supraespinal avaliada pelo US) e as variáveis dependentes (escalas de Constant-Murley e EVA e questionário Dash) foi feita com o teste Anova (dados paramétricos) ou o teste de Friedman (dados não paramétricos).

Foi usado para análise dos dados o programa SPSS versão 20.0 (SPSS Inc®, Chicago, IL, EUA) e adotado o nível de significância de 5%.

Resultados

Foram operados 36 pacientes com haste intramedular bloqueada. Desses, cinco foram excluídos, quatro por perda de seguimento e um pela não feita de exame de US. Os dados gerais da amostra podem ser vistos na [tabela 1](#). O seguimento foi de 12 meses para todos os pacientes. As [figuras 1 e 2](#) demonstram o resultado clínico e radiográfico.

O exame de US foi feito em 31 pacientes. A [figura 3](#) demonstra uma avaliação. Esse exame evidenciou rotura transfixante do manguito rotador em quatro casos (13%), com acometimento do tendão supraespinal em três pacientes e do subescapular em um caso. A extensão média das roturas transfixantes do supraespinal foi de 8 mm e a retração média de 9 mm.

Tabela 1 – Características clínicas dos pacientes submetidos à osteossíntese com haste intramedular bloqueada

	n	Manguito rotador		P
		Sem rotura (n = 18)	Parcial + completa (n = 13)	
Idade, anos		65,7 ± 9,5	63,5 ± 9,4	0,541
Tabagismo	4	1 (25%)	3 (75%)	0,284
Sexo feminino	21	13 (62%)	8 (38%)	0,530
Lado dominante	20	13 (65%)	7 (35%)	0,291
Osteoporose	9	6 (67%)	3 (33%)	0,535
Tempo entre trauma e cirurgia, dias		10,2 ± 3,5	10,2 ± 4,4	0,995
Rotura do manguito (intraoperatória)	2	2 (100%)	0	0,497
Classificação de Neer				
2 partes	15	10 (67%)	5 (33%)	0,347
3 partes	16	8 (50%)	8 (50%)	
Desvio coronal				
Varo	16	11 (69%)	5 (31%)	0,285
Valgo	14	7 (50%)	7 (50%)	
Neutro	1	0	1 (100%)	

Roturas parciais foram diagnosticadas em 10 casos (32%), todas acometeram o tendão do supraespal em sua superfície articular. Dois pacientes apresentavam rotura do manguito rotador no intraoperatório e foram submetidos ao reparo. Em nenhum desses houve rerotura do tendão e apresentavam uma média de 92 pontos pela escala de Constant-Murley. Os dados do US podem ser observados na [tabela 2](#).

Os resultados pela escala de Constant-Murley aos 12 meses foram de 71,3 ± 15,2 pontos para toda a amostra, 73,2 ± 16,1 pontos para os pacientes sem rotura do manguito rotador e 68,7 ± 14,1 pontos para aqueles com rotura parcial ou completa, sem diferença estatisticamente significativa ($p=0,336$). Aos seis meses, a média de toda a amostra foi de 64,9 ± 17,6 pontos, no grupo sem rotura do manguito rotador foi de 67,7 ± 17,3 pontos e no grupo com rotura foi de 61,1 ± 17,9 pontos, também sem diferença estatisticamente significativa ($p=0,308$). Os pacientes com rotura transfixante do manguito rotador apresentaram escala de Constant-Murley de 62,0 ± 21,7 pontos aos 12 meses, sem diferença estatisticamente significativa em relação ao grupo sem roturas ($p=0,138$).

Na avaliação da força de abdução aos 6 e 12 meses também não observamos diferenças entre os grupos.

Os resultados pelo questionário Dash aos 12 meses foram de 20,0 ± 18,1 pontos para toda a amostra, melhores no grupo sem rotura do manguito rotador (13,7 ± 15,1 versus 20,8 ± 21,0), mas sem diferença estatisticamente significativa ($p=0,270$). Pela escala EVA aos 12 meses, toda a amostra apresentou média de 1,5 ± 1,9 pontos e os grupos apresentaram diferença das médias inferior a um ponto. Os desfechos clínicos podem ser observados na [tabela 3](#).

Complicações, exclusive a rotura do manguito rotador, foram observadas em nove pacientes (29%). As complicações mais comuns foram a rigidez do ombro em quatro pacientes (13%), a perda da redução da cabeça do úmero superior a 10° do ângulo cabeça-diáfise em três casos (9%), a protrusão articular dos parafusos proximais em três pacientes (9%) e a osteonecrose em dois casos (6%). Em nenhum caso a haste permaneceu em posição inadequada, ou seja, acima do tubérculo maior. Dos quatro pacientes com rotura transfixante do manguito rotador, dois apresentavam outras

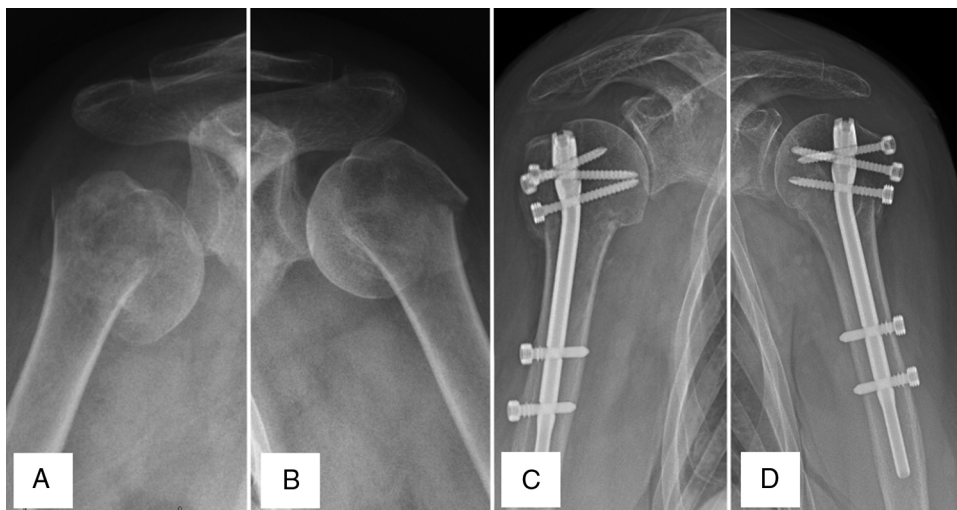


Figura 1 – A, fratura bilateral da extremidade proximal do úmero, desviada em varo, ombro direito; B, ombro esquerdo; C, radiografias aos três meses de pós-operatório de fixação com haste intramedular, ombro direito; D, ombro esquerdo.

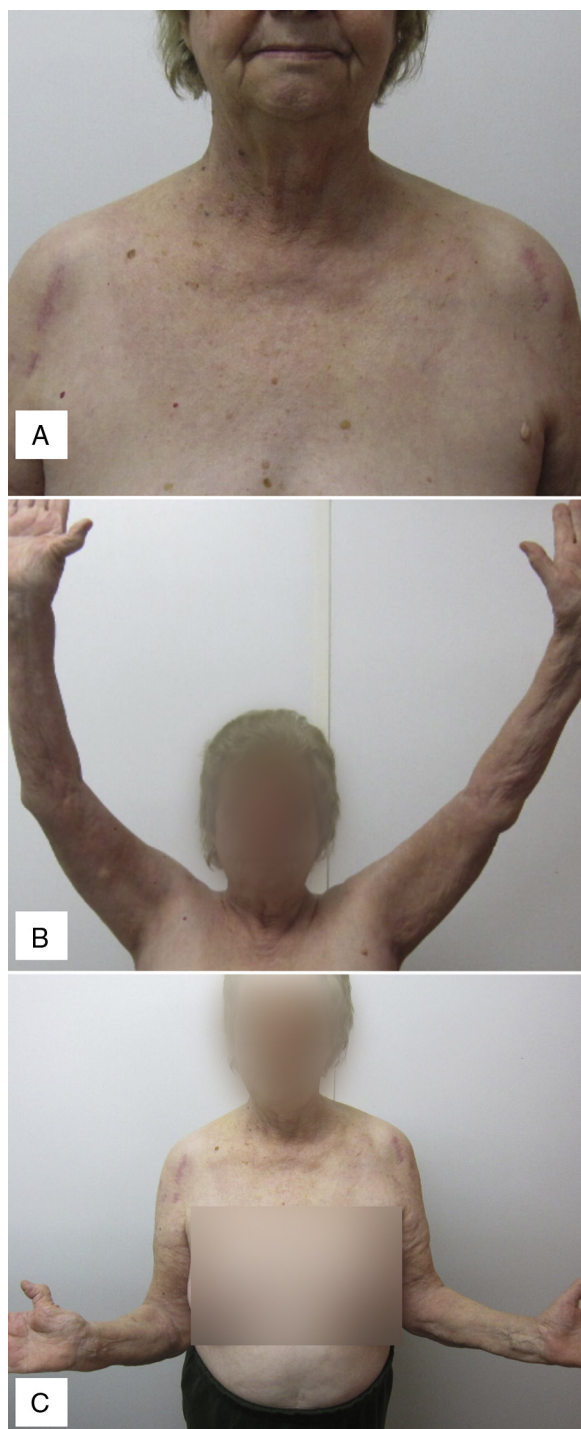


Figura 2 – Avaliação clínica pós-operatória com três meses, demonstra incisão anterolateral (A), elevação (B) e rotação externa (C).

complicações, com $43,5 \pm 6,4$ pontos na escala de Constant-Murley aos 12 meses. Os dois casos com rotura isolada do manguito apresentavam $80,5 \pm 0,7$ pontos. A taxa de rotura do manguito rotador (parcial ou completa) nos pacientes com alguma complicação foi de 33%, sem diferença estatisticamente significativa quando comparada com os casos sem outras complicações ($p=0,535$). Seis pacientes (19%) foram submetidos à reabordagem cirúrgica.

Tabela 2 – Resultados do exame de ultrassonografia para a avaliação dos tendões do manguito rotador e do tendão da cabeça longa do bíceps

Tendão	n (%)
<i>Supraespinal</i>	
Rotura completa	3 (10%)
<i>Rotura parcial articular</i>	
< 50%	6 (20%)
> 50%	1 (3%)
Rotura intersticial	3 (10%)
Tendinopatia	16 (52%)
Normal	2 (6%)
<i>Subescapular</i>	
Completa 1/3 proximal	1 (3%)
Tendinopatia	19 (61%)
Normal	11 (35%)
<i>Infraespinal</i>	
Tendinopatia	13 (42%)
Normal	18 (58%)
<i>Cabeça longa do bíceps</i>	
Rotura	3 (10%)
Tendinopatia	14 (45%)
Normal	14 (45%)

Discussão

Demonstramos bons resultados clínicos para os pacientes com FEPU tratados com haste intramedular bloqueada, com uma média de 71 pontos pela escala de Constant-Murley em toda a amostra. Nossos resultados foram inferiores aos de Zhu et al.⁶ e Konrad et al.¹² mas semelhantes aos de diversos outros autores.^{7,13,16,22,23} No entanto, sua taxa de complicações é alta, ocorreu em 29% de nossa amostra, superior à relatada por Zhu et al.⁶ (4%) mas semelhante ou inferior a outros estudos.^{7,12,24}

Pudemos observar uma alta taxa de alterações do manguito rotador na análise ultrassonográfica. O tendão mais acometido foi o supraespinal, em 94% dos casos, seguido pelo subescapular (64%) e pelo infraespinal (42%). O tendão da cabeça longa do bíceps apresentava alterações em 55% dos pacientes. Observamos roturas completas em quatro casos (13%), superiores às relatadas por Gradl et al.⁷ (3%) e Boudard et al.¹³ (3,3%), que descrevem apenas roturas transfixantes do supraespinal. Fjalestad et al.²⁵ descrevem roturas (parciais e completas) em 28% de pacientes tratados de modo conservador, avaliados pela ressonância magnética.

A presença de alterações do manguito rotador após as FEPU ocorre independentemente do método de tratamento, é descrita rotura em 25% de pacientes tratados com placas não bloqueadas, fixação percutânea ou de modo não operatório.²⁶ É evidente o risco de alterações pós-operatórias do tendão do supraespinal após a fixação com haste intramedular bloqueada. Para a introdução do material de síntese é necessária a incisão e a sua microcirculação fica diminuída, mesmo após sua sutura.²⁷

Por outro lado, não pudemos observar repercussão clínica das alterações do manguito rotador. Isso é corroborado por estudos que demonstram que roturas parciais ou completas não evoluem necessariamente com piores resultados clínicos e podem ser assintomáticas.^{28,29} Dos pacientes entre 60 e

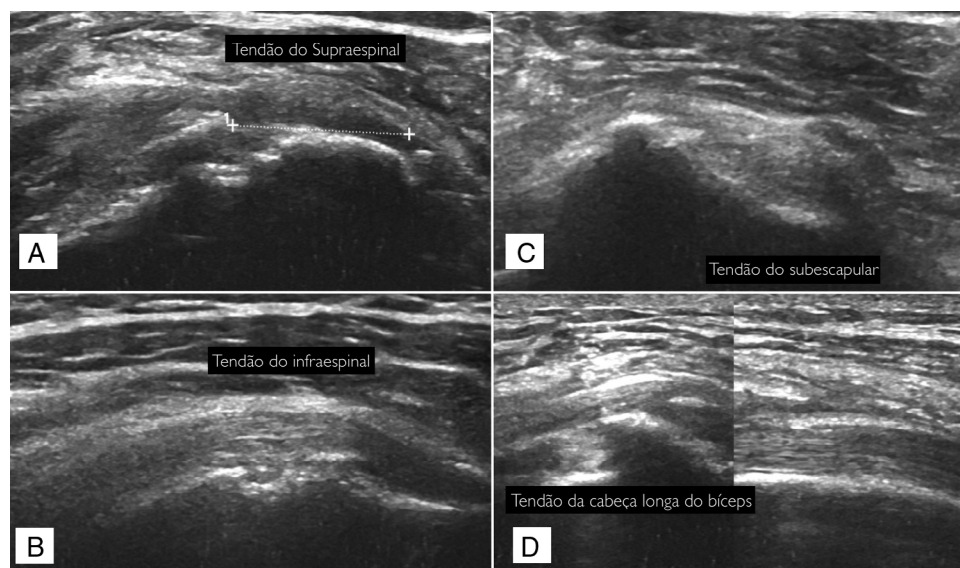


Figura 3 – Avaliação ultrassonográfica do manguito rotador. A, rotura do tendão supraespinal; B, tendão infraespinal; C, tendão subescapular; D, cabeça longa do bíceps.

Tabela 3 – Resultados das escalas clínicas, comparados de acordo com a presença ou não de rotura do manguito rotador

Escalas	Manguito rotador			p
	Total	Sem rotura (n = 18)	Parcial + completa (n = 13)	
<i>Constant-Murley, pontos</i>				
6 meses	64,9 ± 17,6	67,7 ± 17,3	61,1 ± 17,9	0,308
12 meses	71,3 ± 15,2	73,2 ± 16,1	68,7 ± 14,1	0,336
<i>EVA, pontos</i>				
12 meses	1,5 ± 1,9	1,2 ± 1,7	1,8 ± 2,1	0,416
<i>Dash, pontos</i>				
12 meses	20,0 ± 18,1	13,7 ± 15,1	20,8 ± 21,0	0,270

70 anos, 25,6% podem apresentar rotura transfixante do manguito rotador e até 16,9% de indivíduos assintomáticos podem apresentar roturas completas.³⁰

Como pontos positivos do nosso estudo, podemos citar que o US foi feito em um único centro, com a mesma equipe de radiologistas musculoesqueléticos e com o mesmo aparelho, o que aumenta a validade interna de nossa medida. Também podemos citar que é o primeiro estudo a detalhar a análise do manguito rotador após a osteossíntese das FEPUs com hastes intramedulares bloqueadas, descreve não só a presença de roturas transfixantes. Além disso, nossa série foi baseada em um estudo prospectivo, com desfechos feitos em tempo padronizado.

Como limitações, podemos citar que o exame de US não foi previamente validado ou comparado com a ressonância magnética após fraturas da extremidade proximal do úmero. Apesar de a inspeção do manguito rotador ter sido feita em todas as cirurgias, não é possível descartar a presença de roturas parciais articulares pela avaliação intraoperatória. A presença de rotura prévia do manguito rotador não pode ser confirmada por nosso estudo, pois não há análise por imagem antes da fratura. Outra limitação está relacionada às análises de subgrupo. O agrupamento das roturas parciais e

completas teve como objetivo diminuir o viés da comparação entre grupos pequenos, mas, devido à pequena amostra, essa comparação pode estar sujeita a falsos negativos. Por fim, o modelo de haste usado, inclinado, apresenta maior risco de dor relacionada ao manguito e maior risco de reoperações, conforme demonstrado por Lopiz *et al.*²⁴ Nossos resultados mostram que as afecções do manguito rotador estiveram presentes em 64,1% da amostra, 41,2% tendinopatia, 11,0% rotura parcial e 12,2% rotura completa.

Conclusões

Nosso estudo fornece uma base epidemiológica para as roturas do manguito rotador em pacientes com fraturas da extremidade proximal do úmero submetidos à fixação com haste intramedular bloqueada inclinada. Demonstramos uma alta taxa de alterações nos tendões do manguito rotador, com roturas parciais em 32% dos casos e transfixantes em 13%. No entanto, os resultados clínicos são satisfatórios, não influenciados pela presença de rotura do manguito rotador, apesar das limitações da avaliação devido à pequena amostra.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

REFERÊNCIAS

- Palvanen M, Kannus P, Niemi S, Parkkari J. Update in the epidemiology of proximal humeral fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 2006;442:87-92.
- Rangan A, Handoll H, Brealey S, Jefferson L, Keding A, Martin BC, et al. Surgical vs nonsurgical treatment of adults with displaced fractures of the proximal humerus: the PROFHER randomized clinical trial. *JAMA.* 2015;313(10):1037-47.
- Handoll HH, Brorson S. Interventions for treating proximal humeral fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015;11:CD000434.
- Bell J-E, Leung BC, Spratt KF, Koval KJ, Weinstein JD, Goodman DC, et al. Trends and variation in incidence, surgical treatment, and repeat surgery of proximal humeral fractures in the elderly. *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93(2):121-31.
- Lin J, Hou SM, Hang YS. Locked nailing for displaced surgical neck fractures of the humerus. *J Trauma.* 1998;45(6):1051-7.
- Zhu Y, Lu Y, Shen J, Zhang J, Jiang C. Locking intramedullary nails and locking plates in the treatment of two-part proximal humeral surgical neck fractures: a prospective randomized trial with a minimum of three years of follow-up. *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93(2):159-68.
- Gradl G, Dietze A, Kääh M, Hopfenmüller W, Mittlmeier T. Is locking nailing of humeral head fractures superior to locking plate fixation? *Clin Orthop Relat Res.* 2009;467(11):2986-93.
- Füchtmeier B, May R, Hente R, Maghsudi M, Völk M, Hammer J, et al. Proximal humerus fractures: a comparative biomechanical analysis of intra and extramedullary implants. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2007;127(6):441-7.
- Kitson J, Booth G, Day R. A biomechanical comparison of locking plate and locking nail implants used for fractures of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg.* 2007;16(3):362-6.
- Yoon RS, Dziadosz D, Porter DA, Frank MA, Smith WR, Liporace FA. A comprehensive update on current fixation options for two-part proximal humerus fractures: a biomechanical investigation. *Injury.* 2014;45(3):510-4.
- Sosef N, van Leerdam R, Ott P, Meylaerts S, Rhemrev S. Minimal invasive fixation of proximal humeral fractures with an intramedullary nail: good results in elderly patients. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2010;130(5):605-11.
- Konrad G, Audigé L, Lambert S, Hertel R, Südkamp NP. Similar outcomes for nail versus plate fixation of three-part proximal humeral fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 2012;470(2):602-9.
- Boudard G, Pomares G, Milin L, Lemonnier I, Coudane H, Mainard D, et al. Locking plate fixation versus antegrade nailing of 3- and 4-part proximal humerus fractures in patients without osteoporosis. Comparative retrospective study of 63 cases. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2014;100(8):917-24.
- 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.
- Viecili L, Turco DL, Ramalho JHA, Finelli CA, Torini AP. Tratamento das fraturas em duas partes do colo cirúrgico do úmero com o uso de haste intramedular metafisária bloqueada proximalmente com estabilidade angular. *Rev Bras Ortop.* 2015;50(1):22-9.
- Wang G, Mao Z, Zhang L, Zhang L, Zhao Y, Yin P, et al. Meta-analysis of locking plate versus intramedullary nail for treatment of proximal humeral fractures. *J Orthop Surg Res.* 2015;10:122.
- Rochet S, Obert L, Sarlieve P, Clappaz P, Lepage D, Garbuio P, et al. Functional and sonographic shoulder assessment after Seidel nailing: a retrospective study of 29 cases. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 2006;92(6):549-55.
- Verdano MA, Pellegrini A, Schiavi P, Somenzi L, Concaro G, Ceccarelli F. Humeral shaft fractures treated with antegrade intramedullary nailing: what are the consequences for the rotator cuff? *Int Orthop.* 2013;37(10):2001-7.
- Gracitelli MEC, Malavolta EA, Assunção JH, Kojima KE, dos Reis PR, Silva JS, et al. Locking intramedullary nails compared with locking plates for two- and three-part proximal humeral surgical neck fractures: a randomized controlled trial. *J Shoulder Elbow Surg.* 2016;25(5):695-703.
- Constant CR, Murley AH. A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res.* 1987;214:160-4.
- 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.
- von Rüden C, Trapp O, Hierholzer C, Prohaska S, Wurm S, Bühren V. Intramedullary nailing vs. locking plate osteosynthesis in proximal humeral fractures: Long-term outcome. *Unfallchirurg.* 2014;118(8):686-92.
- Popescu D, Fernandez-Valencia JA, Rios M, Cuñé J, Domingo A, Prat S. Internal fixation of proximal humerus fractures using the T2-proximal humeral nail. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2009;129(9):1239-44.
- Lopez Y, Garcia-Coiradas J, Garcia-Fernandez C, Marco F. Proximal humerus nailing: a randomized clinical trial between curvilinear and straight nails. *J Shoulder Elbow Surg.* 2014;23(3):369-76.
- Fjalestad T, Hole MØ, Blücher J, Hovden IAH, Stiris MG, Strømsøe K. Rotator cuff tears in proximal humeral fractures: an MRI cohort study in 76 patients. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2010;130(5):575-81.
- Wilmanns C, Bonnaire F. Rotator cuff alterations resulting from humeral head fractures. *Injury.* 2002;33(9):781-9.
- Gierer P, Scholz M, Beck M, Schaser KD, Vollmar B, Mittlmeier T, et al. Microcirculatory sequelae of the rotator cuff after antegrade nailing in proximal humerus fracture. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2010;130(5):687-91.
- Keener JD, Hsu JE, Steger-May K, Teefey SA, Chamberlain AM, Yamaguchi K. Patterns of tear progression for asymptomatic degenerative rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg.* 2015;24(12):1845-51.
- Keener JD, Galatz LM, Teefey SA, Middleton WD, Steger-May K, Stobbs-Cucchi G, et al. A prospective evaluation of survivorship of asymptomatic degenerative rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am.* 2015;97(2):89-98.
- Yamamoto A, Takagishi K, Osawa T, Yanagawa T, Nakajima D, Shitara H, et al. Prevalence and risk factors of a rotator cuff tear in the general population. *J Shoulder Elbow Surg.* 2010;19(1):116-20.