

## ORIGINAL

# Tratamiento de las fracturas de tercio proximal de húmero mediante osteosíntesis con placa

J. Navarro\*, E. López-Vázquez, A. Juan y E. Recalde

Departamento Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital de Sagunto, Sagunto, Valencia, España

Recibido el 27 de abril de 2009; aceptado el 9 de julio de 2010

Disponible en Internet el 15 de septiembre de 2010

### PALABRAS CLAVE

Fracturas proximales de húmero;  
Osteosíntesis con placa;  
Tratamiento fracturas de húmero

### Resumen

**Objetivo:** Analizar los resultados obtenidos con la placa conformada en las fracturas de tercio proximal de húmero, en comparación con otro tipo de tratamientos.

**Pacientes y métodos:** Se presentan los resultados de 61 pacientes con fractura de tercio proximal de húmero, tratados mediante osteosíntesis con placa conformada. Las fracturas han sido clasificadas según la clasificación de Neer, estudiando las complicaciones encontradas, así como el tratamiento de las mismas.

La mayoría de fracturas se produjeron en mujeres (85%), la edad media fue 64 años (20–78), con predominio por el lado no dominante (60%). Las fracturas fueron en 3 fragmentos en un 65%. Se trataron solo con placa el 75%, en el resto se asoció injerto o sustitutivo óseo, aguja de Kirschner o tornillo a compresión.

El tiempo medio de seguimiento fue de 20 meses (16–32). Se analizaron la influencia del tipo de fractura, la edad y el sexo de los pacientes. La valoración clínica estudió el dolor, fuerza, movilidad, actividad cotidiana y satisfacción del paciente.

**Resultados:** Un 80% de los pacientes refirió encontrarse satisfecho con este tratamiento, presentando un 77% buena movilidad y un 78% ausencia o dolor leve. Las complicaciones encontradas fueron 16 (26%), requiriendo una nueva cirugía la mitad de ellas.

**Conclusiones:** La osteosíntesis con placa conformada es una técnica aceptable en las fracturas de la extremidad proximal de húmero, con buenos resultados siempre que la selección de pacientes y la técnica sean rigurosas.

© 2009 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

\*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: jrnavarro@comv.es (J. Navarro).

**KEYWORDS**

Proximal humeral fractures;  
Plate osteosynthesis;  
Humeral fractures treatment

**Treatment of proximal humeral fractures using plate osteosynthesis**

**Abstract**

*Objective:* To analyse the results obtained with the structured plate in proximal humeral fractures compared with other types of treatment.

*Patients and methods:* The results of 61 patients with a proximal humeral fracture, treated by means of osteosynthesis with a structured plate. The fractures were classified according to Neer, analysing the complications found, as well as their treatment.

The majority of fractures were in women (85%); the mean patient age was 64 years (range 20–78), and mainly on the non-dominant (60%). The fractures were in 3-fragments in 65%. Only 75% were treated with a plate, and the rest with bone graft or replacement, Kirschner needle or compression screw.

The mean follow-up time was 20 months (16–32). The influence of the type of fracture, age and sex of the patient were analysed. The clinical assessment included, pain, strength, mobility, daily activity and patient satisfaction.

*Results:* A total of 80% of patients were satisfied with this treatment, with 77% have good mobility and 78% with no or mild pain. There were 16 (26%) complications, with half of them requiring repeat surgery.

*Conclusions:* Osteosynthesis with a structured plate is an acceptable technique in proximal humeral fractures, with good results provided that there is rigorous selection of the patients and the technique.

© 2009 SECOT. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

**Introducción**

Las fracturas de la extremidad proximal del húmero son muy frecuentes, llegando a representar un 10% de todas las fracturas, con una incidencia de 6,6/1.000 personas y año, incrementándose su incidencia con la edad<sup>1</sup>. Todo esto hace que su tratamiento sea motivo de controversia y dificultad terapéutica, dada la asociación casi sistemática con osteoporosis<sup>2</sup>. Hasta la fecha las diferentes clasificaciones existentes aparte de provocar confusión no ayudan a la hora de determinar el tratamiento más conveniente. Esto da lugar a que la diversidad terapéutica sea todavía variopinta y los resultados obtenidos con las diferentes técnicas no sean comparables<sup>3</sup>.

Se presenta un estudio retrospectivo de 61 fracturas de extremidad proximal de húmero tratadas de la misma forma, una placa conformada, tratando de establecer los casos en los que la indicación es recomendable y a la vez avisando qué casos no deben ser tratados con este método.

**Pacientes y metodología**

Efectuamos un análisis retrospectivo de los resultados del tratamiento mediante osteosíntesis con placa de las fracturas de tercio proximal de húmero en un total de 61 casos tratados en nuestro servicio, desde abril de 2000 a marzo de 2006.

Como criterio de inclusión se consideraron fracturas de la extremidad proximal del húmero de 2, 3 y 4 fragmentos, y fractura-luxación en 3 y 4 fragmentos, en pacientes con estado físico aceptable, que fuesen independientes, corticales del húmero con suficiente densidad ósea. La edad por sí sola no fue un factor a considerar. El diagnóstico se realizó con radiografía simple antero-posterior y lateral<sup>5</sup> en el plano escapular, radiografía axilar y TAC (utilidad en

fragmentación e impactación de la cabeza, así como el espesor de la misma, para tener seguridad de un buen anclaje de los tornillos). Todos los pacientes fueron intervenidos mediante un abordaje delto-pectoral y osteosíntesis con placa conformada (Waldemar-Link). Se tuvo especial cuidado en no dañar la vascularización de los fragmentos para no producir necrosis avascular de la cabeza humeral.

En función del sexo predominaron las mujeres, 52 casos, que corresponde al 85%, observando 9 casos en varones (15%). Se afectó el lado izquierdo en 38 casos (60%), y en 23 el derecho (40%). En resumen predominó el lado dominante en el 60% de los casos. La edad media fue de 64 años, (rango 20–78). Los pacientes eran mayores de 55 años en 53 casos y menores en 8, esto orienta a la importancia de la osteoporosis en este tipo de fracturas así como el mecanismo de producción que fue de baja energía en el 88% (54 casos) y de alta energía solo en 7 casos.

Los tipos de fracturas observados fueron 40 casos de 3 fragmentos (65%), 13 de 2 fragmentos (23%), 4 de 4 fragmentos (6%), 3 casos fractura-luxación en 3 fragmentos (4%) y 1 caso de fractura-luxación en 4 fragmentos (1%) (tabla 1). El tratamiento efectuado en 45 casos fue osteosíntesis con

**Tabla 1** Distribución del número y porcentajes de los tipos de fractura observados en la serie del estudio

Tipos de fractura	n.º	%
2 fragmentos	13	23
3 fragmentos	40	65
4 fragmentos	4	6
3 fragmentos con luxación	3	4
4 fragmentos con luxación	1	1
total	61	100

placa conformada de forma aislada. En 6 casos se añadió sustituto óseo a la placa. En 5 se suplementó la placa con sutura de PDS. En 3 se añadió tornillos a compresión, en uno autoinjerto, y en otro caso agujas de Kirschner.

Se analizaron los siguientes datos epidemiológicos: sexo, edad, lateralidad, mecanismo de producción y tipo de fractura. Para definir el tipo de fractura, se utiliza la clasificación de Neer<sup>4</sup>, que estudia el número de fragmentos (4 posibles fragmentos) y la existencia de luxación asociada. Considera desplazamiento cuando hay una separación mayor de 1 cm y una angulación superior a 45° respecto a los otros fragmentos.

Se estudió la asociación de los diferentes tipos de fractura con la edad y el tipo de tratamiento quirúrgico realizado. Se estudiaron los resultados en función del dolor, fuerza, movilidad, recuperación de las actividades diarias y grado de satisfacción del paciente según el test de Constant-Murley. También se estudiaron los resultados en función del tipo de fractura. Y por último, se analizaron las complicaciones según el tipo de fractura, así como si precisaron cirugía para resolverlas.

## Resultados

Los tipos de fractura variaron según la edad. Las fracturas en 2 fragmentos tenían una edad media de 56 años, las de 3 fragmentos de 66, las de 4 fragmentos 72, las fracturas-luxaciones en 3 fragmentos 70, y las fracturas-luxaciones en 4 fragmentos tenían 77 años. El seguimiento medio de los pacientes fue de 20 meses, con un rango de 18 a 30 meses.

Analizando el tratamiento realizado, osteosíntesis con placa con o sin suplementos, en función del tipo de fractura, se observó que las 13 fracturas en 2 fragmentos precisaron en 10 ocasiones placa, en 2 placa con sustitutivo óseo y otra placa con autoinjerto. Las 40 fracturas de 3 fragmentos se resolvieron con 34 placas aisladas, 2 placas con sustitutivo óseo, 1 placa con sutura tipo PDS, 3 placas con tornillo a compresión. En las 4 fracturas en 4 fragmentos se realizó una placa aislada, 2 placas con sutura tipo PDS y 1 placa con agujas de Kirschner. Los 3 casos de fractura-luxación en 3 fragmentos necesitaron 2 placas con sustitutivo óseo y un caso placa con sutura tipo PDS. La fractura-luxación de 4 fragmentos requirió placa con sutura tipo PDS.

Los resultados clínicos estuvieron en función del dolor, las actividades cotidianas, la fuerza, la movilidad y el grado de satisfacción del paciente (tabla 2).

Seguendo el test de Constant-Murley no presentaron dolor o un dolor leve (valores 10–15) un 78% de casos. La puntuación de la fuerza fue 20 a 25 en el 59% de los pacientes. La movilidad estuvo entre 20 y 39 puntos en el 77% de los casos. Recobraron una actividad cotidiana habitual el 77% de los pacientes y el 80% de los intervenidos

opinó que se encontraba satisfecho (buenos o excelentes resultados) al final del seguimiento.

Los resultados fueron buenos y estuvieron exentos de complicaciones en 10, de las 13 fracturas en 2 fragmentos (77%), en 34, de las 40 fracturas en 3 fragmentos (85%). Sin embargo, presentaron complicaciones las 4 fracturas en 4 fragmentos (100%), 2 de las 3 fracturas-luxación en 3 fragmentos (67%) y la fractura-luxación en 4 fragmentos (100%).

Los resultados analizados por edad, fueron óptimos y exentos de complicaciones en 7 de los 8 casos con edad inferior a los 55 años (88%) y en 38 de los 53 casos mayores de 55 (71%). En función del sexo, los resultados fueron buenos en 7 de los 9 varones (78%) y en 38 de 52 mujeres (73%). Unificando los resultados de los parámetros de edad y sexo hallamos peores resultados en mujeres mayores de 55 años. No presentaron complicaciones tras un seguimiento medio de 20 meses el 74% de los pacientes (fig. 1).

Las complicaciones que se encontraron fueron 16 (26%), una infección, 2 lesiones neurológicas, 4 casos de pseudoartrosis, una enfermedad de Südeck, 3 protusiones articulares de tornillo, 2 placas implantadas altas, 2 consolidaciones viciosas y un caso de lesión del manguito de los rotadores. El número de complicaciones fue elevado en cómputo general, principalmente en determinados tipos de fractura y en pacientes con edad avanzada (tabla 3). Los 3 casos de protusión articular de tornillos fueron en pacientes mayores de 55 años y dos de ellos eran mujeres que asociaban una importante disminución de la densidad de masa ósea. En los 3 casos los tornillos utilizados fueron de una longitud igual o superior a 45 mm (fig. 2).

Precisaron cirugía de revisión 8 de las 16 complicaciones (50%), 3 casos de pseudoartrosis, en dos de las cuales

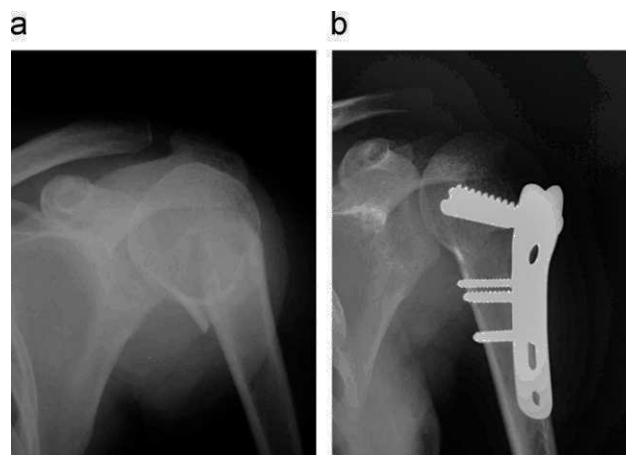


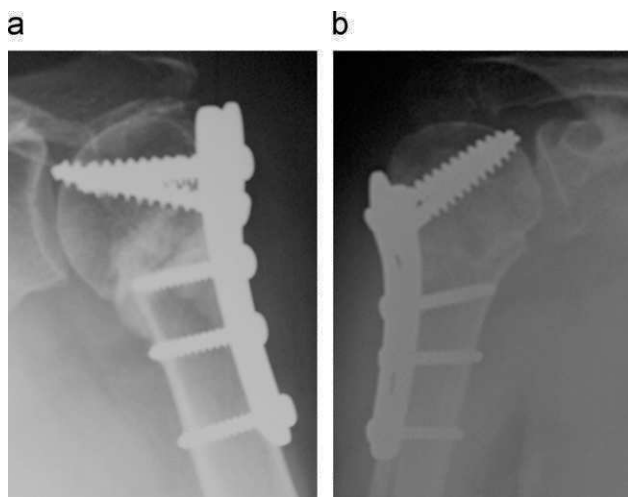
Figura 1 Imagen a) prequirúrgica y b) posquirúrgica de fractura proximal de húmero con osteosíntesis estable en mujer de 34 años con fractura en 2 fragmentos.

Tabla 2 Agrupación de los resultados globales y los obtenidos según los apartados del test de Constant-Murley

Dolor	n.º	%	Fuerza	n.º	%	Movilidad	n.º	%	Actividades	n.º	%	Global	n.º	%
0–4	4	7	0–9	4	7	0–19	14	23	0–7	14	23	Excelente	13	21
5–9	9	15	20–19	21	34	20–29	33	54	8–15	30	49	Bueno	36	59
10–15	48	78	20–25	36	59	30–40	14	23	16–20	17	28	Regular/malo	12	20

**Tabla 3** Distribución de las complicaciones observadas según el tipo de fractura de la clasificación de Neer

Complicación	2 fragmentos	3 fragmentos	4 fragmentos	fract-lux 3 frag	fract-lux 4 frag	Total
Infección		1				1
Lesión neurológica				1	1	2
Pseudoartrosis	1		2	2		4
Atrofia Südeck		1				1
Protusión tornillos	1	2				3
Placa alta	1	1				2
Mala consolidación		1	1			2
Lesión manguito			1			1



**Figura 2** Complicaciones por protusión articular de tornillos en: a) mujer de 69 años con fractura en 3 fragmentos, y b) varón de 55 años con fractura en 2 fragmentos.

requirieron prótesis parciales de hombro y en el otro se extrajo la placa y se colocó una nueva osteosíntesis con autoinjerto; tres casos presentaron una protusión articular de los tornillos a través de la cabeza, en dos ocasiones se sustituyeron por tornillos más cortos y el otro caso por una prótesis parcial de hombro. En un caso de placa alta se extrajo tras consolidar la fractura y, finalmente, otro caso de consolidación viciosa de las tuberosidades precisó una prótesis parcial de hombro. En el resto de complicaciones se optó por tratamiento conservador.

**Discusión**

Las fracturas de la extremidad proximal de húmero son muy frecuentes y aunque su incidencia vaya en aumento con la edad, son muy incapacitantes<sup>6</sup>. La pérdida de movilidad del miembro superior y el dolor suelen quedar como secuelas y hacen que el objetivo terapéutico deba ser conseguir la máxima restitución de la función sin dolor. Existe variedad de procedimientos que tratan de conseguir estos objetivos, pero muchos no pueden simultanear una reducción anatómica con una fijación sólida que permita una movilización precoz segura, y a la vez son poco respetuosos con la

anatomía, añadiendo daños irreversibles en las partes blandas que van a impedir la consecución de un resultado aceptable.

La discusión se plantea a la hora de determinar el tratamiento idóneo para cada paciente en consideración a su edad y actividad, tipo de fractura y calidad ósea. No existen estudios con suficiente homogeneidad ni suficiente número de casos como para contestar a estas preguntas adecuadamente<sup>3</sup>.

Así en fracturas con dos fragmentos algunos autores preconizan la utilización de clavos intramedulares, puesto que afirman que la osteosíntesis con placa genera mayor número de complicaciones<sup>7</sup>. Robinson et al<sup>8</sup> hablan de la superioridad de la osteosíntesis intramedular sobre las placas atornilladas en los pacientes mayores con osteoporosis. Sin embargo, Court-Brown et al<sup>9</sup> no recomiendan la fijación intramedular con un clavo flexible y cerclaje del fragmento proximal en las fracturas en 2 fragmentos prefiriendo el tratamiento conservador. Sin embargo, hemos visto en nuestra serie que el tratamiento con una placa conformada en las fracturas con 2 fragmentos ofrece un buen resultado en el 77% de las mismas. En las fracturas en 3 fragmentos el tratamiento recomendable es la osteosíntesis con placa, ya que las demás técnicas suelen producir, como resultado de la osteopenia existente en estos pacientes, el fallo del montaje<sup>10,11</sup>. En el caso de las placas la penetración intra-articular de los tornillos es una posibilidad, máxime cuando los tornillos son de bloqueo<sup>12-14</sup>. La experiencia demuestra que en ningún caso es recomendable que los tornillos cefálicos sobrepasen los 45 mm de longitud. Tornillos más largos, incluso en varones, pueden protruir cuando se impacta la fractura. En nuestra revisión los resultados con fracturas de 3 fragmentos fueron óptimos con buen resultado y sin complicaciones en el 85% de los pacientes. Naturalmente, con este tipo de tratamiento hay que evitar los casos con osteoporosis o cuando existe una conminución de la cortical interna del húmero, si bien esto suele estar asociado con la osteoporosis<sup>15</sup>.

Las características demográficas de este estudio no difieren de las publicadas en la literatura<sup>16,17</sup>. Rose et al<sup>18</sup>, en un estudio de 16 osteosíntesis de tercio proximal de húmero, con un seguimiento medio de 12 meses, y cuatro revisiones quirúrgicas por pseudoartrosis y 12 buenos resultados, relacionando los resultados con conminución, osteoporosis, fumadores, y fracturas en 3 partes. Smith et al<sup>19</sup>, publicaron una serie de 82 casos con 42 complicaciones y 21 reintervenciones quirúrgicas, a destacar 12

reducciones incompletas, 9 retardos de consolidación y 16 pérdidas de fijación.

En las fracturas en 4 fragmentos, así como en las fracturas-luxaciones en 3 y 4 fragmentos, el tratamiento de osteosíntesis con placa no ha sido tan satisfactorio<sup>3,20</sup> prefiriendo otros tratamientos, preferentemente hemiartroplastias. En nuestro estudio presentaron complicaciones todas las fracturas en 4 fragmentos y las fracturas-luxación en 4 fragmentos, así como el 67% de las fracturas-luxaciones en 3 fragmentos.

La osteosíntesis con placa conformada es una técnica recomendable para las fracturas de la extremidad proximal de húmero en 2 y 3 fragmentos<sup>13,21-24</sup>, con resultados buenos o muy buenos, siempre que la técnica y la selección de pacientes sean rigurosas.

La osteosíntesis de la extremidad proximal del húmero ha de procurar que los tornillos vayan al centro y cuadrantes postero-superior y postero-inferior, que son las zonas con mayor densidad ósea de la cabeza humeral<sup>25</sup>, para conseguir un anclaje firme.

Las complicaciones en nuestra revisión, pese a aparecer en número elevado (26%), en son evitables quirúrgicamente y se recomienda aportar de forma sistemática injerto óseo o similar en casos de escasa densidad ósea, dado que son pacientes de edad avanzada con osteoporosis.

Los trabajos publicados que utilizaron un tratamiento conservador o técnicas quirúrgicas mínimamente invasivas<sup>26,27</sup> tienen peores resultados clínicos y un porcentaje de complicaciones similares. Las ventajas del tratamiento conservador sobre el quirúrgico en este tipo de fracturas<sup>28</sup> se opone a la mayoría de trabajos revisados<sup>29-31</sup> y confirma la dificultad técnica y la necesidad de experiencia quirúrgica que este tipo de fracturas requiere; pero en cualquier caso si se consigue una reducción anatómica, estable y no se añaden daños durante el acto quirúrgico, los resultados serán sin duda superiores a cualquier otro tipo de tratamiento.

## Conflicto de intereses

Los autores no han recibido ayuda económica alguna para la realización de este trabajo. Tampoco se ha firmado ningún acuerdo por el que se reciban beneficios u honorarios por parte de alguna entidad comercial. Por otra parte, ninguna entidad comercial ha pagado ni pagará a fundaciones, instituciones educativas u otras organizaciones sin ánimo de lucro a las que pertenezcan los autores. El trabajo ha sido realizado siguiendo las recomendaciones de responsabilidad ética sobre protección de personas.

## Bibliografía

1. Rockwood ChA, Matsen III FA, Wirth MA, Lippitt SB. The shoulder, 3.<sup>a</sup> ed. Madrid: Editorial Marban; 2006.
2. 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;89:1206-9.
3. Lanting B, MacDermid J, Drosdowech D, Faber KJ. Proximal humeral fractures: A systematic review of treatment modalities. *J Shoulder Elbow Surg.* 2008;17:42-54.
4. Neer CSII. Displaced proximal humeral fractures: Part I. Classification and evaluation. *J Bone Joint Surg Am.* 1970;52:1077-89.
5. Sidor ML, Zuckerman JD, Lyon T, Koval K. Classification of proximal humerus fractures: The contribution of the scapular lateral and axillary radiographs. *J Shoulder Elbow Surg.* 1994;3:24-7.
6. Nguyen TV, Center JR, Sambrook PN, Eisman JA. Risk factors for proximal humerus, forearm, and wrist fractures in elderly men and women: the Dubbo Osteoporosis Epidemiology Study. *Am J Epidemiol.* 2001;153:587-95.
7. Lin J, Hou SM, Hang YS. Locked nailing for displaced surgical neck fractures of the humerus. *J Traumatol.* 1998;45:1051-7.
8. Robinson CM, Christie J. The two-part proximal humeral fracture: a review of operative treatment using two techniques. *Injury.* 1993;24:123-5.
9. Court-Brown CM, Garg A, McQueen MM. The translated two-part fracture of the proximal humerus. Epidemiology and outcome in the older patient. *J Bone Joint Surg Br.* 2001;83:799-804.
10. Hamroongroj T, Vanadurongwan V. The reconstruction twisted wire-crews for internal fixation of two and three-part fractures of the proximal humerus. *J Med Assoc Thai.* 1998;81:250-9.
11. Park MC, Murthi AM, Roth NS, Blaine TA, Levine WN, Bigliani LU. Two part and three-part fractures of the proximal humerus treated with suture fixation. *J Orthop Traumatol.* 2003;17:319-25.
12. Sadowski C, Riand N, Stern R, Hoffmayer P. Fixation of fractures of the proximal humerus with the plantTan humerus fixator plate: early experience with a new implant. *J Shoulder Elbow Surg.* 2003;12:148-51.
13. Agudelo J, Schürmann M, Stahel P, Morgan SJ, Zechel W, Bahrs C, et al. Analysis of efficacy and failure in proximal humerus fractures treated with locking plates. *J Orthop Traumatol.* 2007;21:676-81.
14. Egol KA, Ong CC, Walsh M, Jazrawi LM, Tejwani NC, Zuckerman JD. Early complications in proximal humerus fractures (OTA Types 11) treated with locked plates. *J Orthop Traumatol.* 2008;22:159-64.
15. 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 Traumatol.* 2007;21:185-91.
16. Handoll HH, Gibson JN, Madhok R. Interventions for treating proximal humeral fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2003;CD000434.
17. Kristiansen B, Christiansen SW. Plate fixation of proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand.* 1987;57:320-3.
18. Rose PS, Adams CR, Torchia ME, Jacofsky DJ, Haldukewich GG, Steinmann SP. Locking plate fixation for proximal humeral fractures: Initial results with a new implant. *J Shoulder Elbow Surg.* 2007;16:202-7.
19. Smith AM, Mardones RM, Sperling JW, Cofield RH. Early complications of operatively treated proximal humeral fractures. *J Shoulder Elbow Surg.* 2007;16:14-24.
20. Becker R, Pap G, Machner A, Neuman WH. Strength and motion after hemiarthroplasty in displaced four-fragment fracture of the proximal humerus: 27 patients followed for 1-6 years. *Acta Orthop Scand.* 2002;73:44-9.
21. Fenichel I, Oran A, Burstein G, Perry-Pritsch M. Percutaneous pinning using threaded pins as a treatment option for unstable two and three part fractures of the proximal humerus; a retrospective study. *Int Orthop.* 2006;30:153-7.
22. Hintermann B, Trouillier HH, Schäfer D. Rigid internal fixation of fractures of the proximal humerus in older patients. *J Bone Joint Surg Br.* 2000;82:1107-12.
23. Meier RA, Messmer P, Regazzoni P, Rothfischer W, Gross T. Unexpected complication rate following internal fixation of unstable proximal humerus fractures with an angled blade plate. *J Orthop Traumatol.* 2006;20:253-60.
24. Khan SA. Helix wirw osteosynthesis of proximal humerus fractures: unacceptably high rate of failure. *Acta Orthop Belg.* 2008;74:13-6.
25. Tingart MJ, Lehtinen J, Zurakowski D, Warner JJ, Apreleva M. Proximal humeral fractures: Regional differences in bone

- mineral density of the humeral head affect the fixation strength of cancellous screws. *J Shoulder Elbow Surg.* 2006;15:620-4.
26. Dimakopoulos P, Panagopoulos A, Kasimatis G. Transosseous suture fixation of proximal humeral fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89:1700-9.
  27. Bogner R, Hübner C, Auffarth A, Lederer S, Resch H. Minimally-invasive treatment of three-and four-part fractures of proximal humerus in elderly patients. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90:1602-6.
  28. Fjelestad T, Strömsøe K, Blücher J, Tennøe B. Fractures in the proximal humerus: Functional outcome and evaluation of 70 patients treated in hospital. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2005;125:310-6.
  29. Zyto K, Ahrengart L, Sperber A, Tornkvist H. Treatment of displaced proximal humeral fractures in elderly patients. *J Bone Joint Surg Br.* 1997;79:412-7.
  30. Edwards SL, Wilson NA, Zhang LQ, Flores S, Merk BR. Two part surgical neck fractures of the proximal part of the humerus. A biomechanical evaluation of two fixation techniques. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88:2258-64.
  31. Martin C, Guillen M, Lopez G. Treatment of 2 and 3 part fractures of the proximal humerus using external fixation: a retrospective evaluation of 62 patients. *Acta Orthop.* 2006;77:275-8.