

Reducción abierta con fijación interna vs artroplastia para las fracturas proximales del húmero: evidencias y controversias

Open reduction with open fixation vs arthroplasty for proximal humeral fractures: Evidences and controversy

Sebastián Alberto Sánchez Idrovo, MD¹ * <https://orcid.org/0000-0002-1384-104X>, Edgar Andrés Soto Torres, MD² <https://orcid.org/0000-0002-8912-3124>

¹Médico General. Universidad Católica de Cuenca. República del Ecuador.

²Médico General. Universidad Central del Ecuador. República del Ecuador.

*Autor de correspondencia: Sebastián Alberto Sánchez Idrovo. Médico General. Universidad Católica de Cuenca. República del Ecuador. Teléfono +56949505963 Correo electrónico: sebastian.sanchez.idrovo@gmail.com

Resumen

Las fracturas proximales de húmero (FPH) son frecuentes, correspondiendo a 5-10% del total de fracturas. La elección de tratamiento de las mismas contempla el cuidado de múltiples aspectos de la salud integral. Se considera que hasta 90% de los casos de FPH pueden atenderse exitosamente con tratamiento no quirúrgico, en el resto la selección del método de tratamiento quirúrgico representa un dilema. La reducción abierta con fijación interna (RAFI) y la artroplastia son las alternativas más frecuentemente implementadas. Hasta la actualidad, no se dispone de una guía terapéutica específica para el abordaje de las FPH y la práctica clínica es enteramente dictada por resultados de estudios pequeños con escasos datos, las experiencias acumuladas en cada grupo de trabajo y el juicio clínico de cada cirujano. En general, se prefiere la RAFI en los pacientes menores de 50 años y con buena calidad ósea, donde debe procurarse la restauración de la anatomía normal. En contraste, en pacientes de edad avanzada con mala calidad ósea, o con FPH altamente complejas, suele preferirse la artroplastia. Las mejorías en autonomía y rangos de movilidad parecen ser mayores en los pacientes tratados con artroplastia, aunque las diferencias son mínimas. Las complicaciones son frecuentes en todas las modalidades del tratamiento quirúrgico de las FPH, oscilando entre 10-29% de los casos, lo cual justifica la implementación de las alternativas conservadoras. Existe una necesidad urgente de producir investigación robusta en esta área que puede ser unificada de forma homogénea para el planteamiento de guías de tratamiento con recomendaciones formales. Esta revisión presenta una visión comparativa de los hallazgos actuales en relación a la RAFI y la artroplastia en el tratamiento de las FPH.

Palabras clave: fracturas proximales de húmero, reducción abierta con fijación interna, artroplastia, tratamiento quirúrgico.

Abstract

Proximal humeral fractures (PHF) are highly frequent, corresponding to 5-10% of all fractures. The choice of treatment for PHF contemplates multiple aspects of overall health. Up to 90% of all cases of PHF may be amenable to successful conservative treatment. However, the outlook is more complex for surgical treatment. Open reduction with internal fixation (ORIF) and arthroplasty are the most frequently implemented procedures in this context. To date, no specific therapeutic guidelines are available for PHF, and clinical practice is predominantly guided by results from small individual studies, the accumulated experience of each workgroup, and the judgment of each surgeon. In general, ORIF is preferred in patients under 50 years of age and with good bone quality, where restoring normal anatomy is a priority. In contrast, in elderly patients and those with poor bone quality or highly complex PHF, arthroplasty is typically preferred. Improvements in autonomy and mobility ranges appear to be greater in patients treated with arthroplasty than in those who underwent ORIF, although these differences seem to be minimal. Complications are frequent in all modalities of surgical treatment for PHF, oscillating between 10-29%, and representing one of the main incentives for the implementation of conservative options. There is an urgent need for the generation of robust research in this area which may be unified homogeneously for the emission of definite treatment guidelines with formal recommendations. This review presents a comparative vision of current findings regarding ORIF and arthroplasty for the treatment of PHF.

Keywords: proximal humeral fractures, open reduction with internal fixation, arthroplasty, surgical treatment.

Las fracturas proximales del húmero (FPH) son frecuentes en la práctica clínica cotidiana en traumatología y ortopedia, correspondiendo a aproximadamente 5-10% de todas las fracturas¹. Su incidencia supera los 150 casos por cada 100.000 personas anualmente y tiende a incrementar con la edad avanzada². Además, las FPH son significativamente más frecuentes en el sexo femenino, pacientes con osteoporosis y durante el invierno³.

Las complicaciones son frecuentes en la evolución de los pacientes con FPH —incluyendo enfermedades respiratorias, renales, mentales y limitación funcional— oscilando entre 37% para aquellos tratados quirúrgicamente y 15% para aquellos con tratamiento no quirúrgico⁴, dichas complicaciones pueden ser comunes al procedimiento de artroplastia pudiéndose observar en otras localizaciones anatómicas⁵. Estas representan una importante carga económica para los sistemas de salud pública, excediendo los \$3000 por caso debido a gastos médicos directos e indirectos⁶. Asimismo, estas fracturas pueden constituir un decremento grave de la calidad de vida y autonomía de los pacientes, especialmente en adultos mayores⁷, siendo la preservación de la autonomía una de las principales preocupaciones tanto para los pacientes como para el cirujano ortopédico⁸.

En efecto, el manejo integral de las FPH contempla el cuidado de múltiples aspectos de salud integral que van más allá del plano meramente ortopédico. La elección de tratamiento es uno de los principales determinantes en este sentido, si bien hasta 90% de las FPH no desplazadas pueden manejarse satisfactoriamente con tratamiento conservador, la presencia de desplazamiento o fracturas complejas suele exigir intervención quirúrgica⁹. Ante este escenario, la reducción abierta con fijación interna (RAFI) y la artroplastia son las alternativas más frecuentemente implementadas¹⁰. Hasta la actualidad, la selección de la técnica particular es controversial debido a la heterogeneidad de los reportes disponibles y las numerosas variables que deben ser consideradas. Por ello, esta revisión presenta una visión comparativa de los hallazgos actuales en relación a la RAFI y la artroplastia en el tratamiento de las FPH.

Fundamentos quirúrgicos

El tratamiento con RAFI busca preservar la congruencia entre las superficies articulares y la vascularización de la cabeza humeral, al igual que la reducción apropiada y la restauración del apoyo medial con el objetivo de reducir el riesgo de limitación funcional¹¹. El abordaje quirúrgico requiere un grado importante de disección, lo cual se ha vinculado con riesgo incrementado de necrosis avascular (NAV) de la cabeza del húmero¹². Ante esta problemática, se ha propuesto la fijación percutánea con el objetivo de reducir el trauma quirúrgico, sin embargo, esta alternativa sigue considerándose tentativa, pues hay escasa evidencia que la recomiende hasta la actualidad¹³. Si bien la RAFI es ampliamente reconocida como una buena opción terapéutica en los pacientes con alto funcionamiento previo a la lesión y fracturas simples desplazadas, su implementación en fracturas con tres o

cuatro partes es más restringida. Estas limitaciones son más prominentes en pacientes de edad avanzada o con osteoporosis, donde la baja calidad del hueso dificulta el proceso de fijación de placas durante la reducción¹⁴.

Por su parte, la artroplastia exhibe un perfil diferente de beneficios y desventajas en el tratamiento de las FPH, ofreciendo estabilidad inmediata y gran reducción del dolor a expensas de menor recuperación inmediata en comparación con la RAFI; ofreciendo una mejoría casi total a largo plazo con el apoyo esencial de la rehabilitación fisioterapéutica¹⁵. El procedimiento se enfoca en tres aspectos claves: fijación de una altura humeral apropiada para evitar patologías del manguito rotador y preservar la funcionalidad muscular, prevención de la retroversión excesiva, y reducción o reconstrucción de las tuberosidades¹⁶. La artroplastia parece ser especialmente beneficiosa en casos con dislocación o desplazamiento severo, fracturas con fragmentación de la cabeza del húmero (FCH), fracturas conminutas y fracturas con presentación retardada; así como en pacientes de edad avanzada o con múltiples comorbilidades¹⁷.

Indicaciones y selección del tipo de tratamiento

Principios Generales

El tratamiento de las FPH constituye el aspecto más controversial en relación a esta entidad clínica. Hasta la fecha, no se dispone de una guía terapéutica específica para el abordaje de las mismas y la práctica clínica es enteramente dictada por resultados de estudios pequeños con escasos datos, experiencias acumuladas en cada grupo de trabajo y el juicio clínico de cada cirujano¹⁸. En general, se considera que la gran mayoría de los casos de FPH pueden tratarse exitosamente con tratamiento no quirúrgico. La inmovilización del hombro con órtesis tipo *sling* es apropiada para todos los casos de FPH; y parece ofrecer resultados particularmente notorios en situaciones donde exista conminución escasa de tres o menos fragmentos, ausencia de desplazamiento significativo de las tuberosidades, contacto cortical y ausencia de antecedentes de dislocación¹⁹.

No obstante, el panorama es más complejo para la selección del método de tratamiento quirúrgico. La RAFI y la artroplastia son las alternativas más populares debido a su versatilidad y efectividad; no obstante, existen otras opciones con utilidad en escenarios específicos. La fijación percutánea con clavos puede ser especialmente beneficiosa en pacientes con buena calidad ósea y en fracturas de dos partes, particularmente en el cuello quirúrgico, reportándose hasta 70% de efectividad²⁰. Sin embargo, esta alternativa puede complicarse con infecciones o migración de los clavos y NAV de la cabeza humeral. Asimismo, el seguimiento a largo plazo ha revelado una alta incidencia de osteonecrosis y osteoartritis post-traumática²¹. Otra alternativa planteada es la fijación intramedular, que puede ser útil en las FPH de 2-4 partes; no obstante, se han reportado complicaciones como migración de piezas y pinzamiento por clavos en más de 50% de los casos, además se requiere reintervención en aproximadamente 45% de los sujetos²⁰. En general, la utilidad de estas alternativas es relativamente limitada, mientras que los escenarios óptimos para la implementación de RAFI y artroplastia se discuten a continuación.

La RAFI puede ser útil en fracturas de 2-4 partes, excepto en aquellas con FCH o dislocación, en las cuales el reemplazo protésico es superior. La RAFI ha demostrado ofrecer mejores resultados radiográficos y funcionales que el manejo conservador en adultos mayores con FPH de 2 partes, pero similares desenlaces en casos con 3-4 partes. En los casos con 4 partes, clásicamente se prefiere la RAFI cuando hay impactación en valgo con preservación de la vascularización capsular medial²². El advenimiento de las placas PHILOS ha permitido ampliar las indicaciones de la RAFI, abarcando patrones de fractura más complejos, con excepción de aquellas con angulación de extensión en varo. Asimismo, suele preferirse la RAFI en pacientes jóvenes o con alta demanda funcional debido al beneficio de la restitución de la anatomía natural de cada paciente¹⁸.

En contraste, la artroplastia para FPH suele preferirse para los pacientes con baja demanda funcional y en casos donde no es posible la implementación de RAFI. Por ende, la artroplastia es especialmente efectiva en el manejo invasivo en adultos mayores y pacientes con osteoporosis o baja calidad ósea; estas ventajas son especialmente notables en las FPH de 3-4 partes²³. Aunque este abordaje no parece ofrecer mejores resultados funcionales en comparación con el tratamiento conservador, garantiza control rápido y efectivo del dolor²⁴. Otros escenarios donde resalta la utilidad de la artroplastia incluyen las fracturas con angulación de extensión en varo, los casos con dislocación y aquellos con patología de hombro preexistente, como osteoartritis glenohumeral o artropatía del manguito rotador, todos los cuales se asocian con resultados pobres con RAFI²⁵. Una decisión adicional en este caso es la selección de la realización de hemiarthroplastia o artroplastia total invertida de hombro (ATIH), actualmente se considera que las indicaciones de ésta se limitan a los casos con alteraciones del manguito rotador y fracturas con conminución severa de las tuberosidades, donde ofrece excelentes resultados funcionales²⁶.

Independientemente de la selección del procedimiento, ambas aproximaciones ofrecen mejoría significativa de la calidad de vida de los pacientes. Las mejorías en autonomía y rangos de movilidad parecen ser mayores en los pacientes tratados con artroplastia que en aquellos con RAFI, aunque las diferencias son menores²⁷. Adicionalmente, los beneficios parecen ser especialmente pronunciados en los pacientes tratados con ATIH²⁸; factores como la incidencia de complicaciones, presencia de comorbilidades, edad avanzada y bajo nivel educativo se han correlacionado con menor mejoría funcional²⁹.

Práctica Clínica Actual

Con base en las evidencias previamente expuestas, han surgido algunas consideraciones generales que orientan la selección del tratamiento quirúrgico de las FPH, fundamentalmente en relación a la edad cronológica y calidad ósea de los pacientes²⁰. En los pacientes menores de 50 años y con buena calidad ósea, debe procurarse la restauración de la anatomía normal; por lo tanto, este tipo de paciente deriva mayor beneficio de la RAFI, incluyendo los casos de fracturas de 4 partes y aquellos con FCH y dislocación. En

el extremo opuesto del espectro, en los pacientes mayores de 70 años o con baja calidad ósea las FPH de 2-3 partes pueden tratarse con RAFI, mientras que la mayoría de las fracturas de 4 partes, al igual que aquellas con FCH o dislocación, requerirán artroplastia. Finalmente, el tratamiento de los pacientes con características intermedias entre estos dos grupos debe ser guiado según la experiencia y pericia de cada cirujano individualizando cada paciente¹⁸.

En caso de decidirse la realización de artroplastia, la selección de la modalidad —hemiarthroplastia o ATIH— representa otro dilema para el cual no existen guías clínicas específicas. No obstante, en la práctica esta decisión es guiada primariamente por las características anatómicas de cada caso. La hemiarthroplastia requiere que el manguito rotador se encuentre en condiciones intactas o reparables, al igual que conminución mínima o nula de las tuberosidades³⁰. Igualmente, en los pacientes con factores de riesgo para la no unión de las tuberosidades como enfermedad cardiovascular, hábito tabáquico o diabetes mellitus, es más segura la realización de ATIH. Más allá de esto, los resultados clínicos de la ATIH parecen ser superiores a los de la hemiarthroplastia en el tratamiento de las FPH³¹.

Complicaciones

Las complicaciones son frecuentes en el tratamiento quirúrgico de las FPH, oscilando entre 10-29% de los casos y representan uno de los principales alicientes para la implementación de las alternativas conservadoras³². En general, los principales factores de riesgo para la incidencia de complicaciones en el tratamiento quirúrgico de las FPH incluyen el hábito tabáquico severo, la presencia de dislocación, la presencia de fracturas tipo 11-A3 según la clasificación AO/OTA y las modificaciones de los protocolos estándar para los procedimientos³³.

En relación a la RAFI, una de las principales preocupaciones en este aspecto es el desarrollo de penetración intraarticular de los tornillos, especialmente en pacientes con osteoporosis u osteopenia, lo cual a su vez se ha vinculado con la configuración de pinzamientos secundarios a migración de la placa, no unión o mala unión, o efecto mecánico directo de los tornillos penetrando en la articulación³⁴. La NAV es otra de las complicaciones más temidas tras la RAFI. La isquemia de la cabeza humeral se ha identificado como el principal precipitante de esta entidad, siendo más frecuente en tanto se incrementa la complejidad de cada fractura. Otros factores importantes son la longitud de la extensión metafisaria de la cabeza humeral y la integridad de la bisagra medial del húmero³⁵.

Por otro lado, en el tratamiento con artroplastia para las FPH las complicaciones más frecuentes involucran problemas con la integridad de las tuberosidades en 4-39% de los casos —incluyendo migración, no unión y mala unión, y desgaste glenoideo— con una incidencia de 4-35%³⁶. Otras complicaciones propias de la artroplastia están íntimamente asociadas con la falta de rehabilitación apropiada en el período post-quirúrgico, éstas incluyen inestabilidad articular, dislocación, adherencias periarticulares y capsulitis. Se han reportado otras complicaciones menos frecuentes como la dislocación, parálisis axilar e infecciones³⁷.

Conclusiones

A pesar de existir numerosos avances tecnológicos en el tratamiento quirúrgico de las FPH, persiste la falta de consenso para el tratamiento conservador y quirúrgico de esta entidad, así como recomendaciones formales basadas en evidencia. Hasta la actualidad, la práctica clínica es orientada por la experiencia de cada grupo de trabajo y los resultados de investigaciones aisladas de calidad variable³⁸. Por ende, existe una necesidad urgente de diseñar protocolos de investigación robustos y homogéneos que permitan la emisión de conclusiones útiles y fidedignas en relación a este dilema quirúrgico.

Otro aspecto a explorar a futuro es la predicción de las complicaciones asociadas al tratamiento quirúrgico, lo cual permitiría refinar aún más el proceso de selección del procedimiento a realizar en combinación con las indicaciones concretas. Esta optimización del abordaje terapéutico permitiría ofrecer mejores resultados clínicos y mayor calidad de vida a cada paciente en virtud de la correcta selección de una aproximación terapéutica.

Referencias

1. Passaretti D, Candela V, Sessa P, Gumina S. Epidemiology of proximal humeral fractures: a detailed survey of 711 patients in a metropolitan area. *J Shoulder Elbow Surg.* diciembre de 2017;26(12):2117-24.
2. Launonen AP, Lepola V, Saranko A, Flinkkilä T, Laitinen M, Mattila VM. Epidemiology of proximal humerus fractures. *Arch Osteoporos.* Diciembre de 2015;10(1):209.
3. Roux A, Decroocq L, El Batti S, Bonneville N, Moineau G, Trojani C, et al. Epidemiology of proximal humerus fractures managed in a trauma center. *Orthop Traumatol Surg Res.* octubre de 2012;98(6):715-9.
4. Neuhaus V, Bot AG, Swellengrebel CH, Jain NB, Warner JJ, Ring DC. Treatment choice affects inpatient adverse events and mortality in older aged inpatients with an isolated fracture of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg.* 2013;23(6):800-6.
5. Peralta Cortez DE, Merizalde Flores JM, García Cedeño JR, Cortez Valencia HI, Dávila Contreras MJ, Chui Ordeñana ME, et al. Descripción de los pacientes con artroplastia total de rodilla en un hospital de Guayaquil-Ecuador. 2011-2013. AVFT – Arch Venez Farmacol Ter. 4 de diciembre de 2018;37(4):378-81.
6. Sabharwal S, Carter AW, Rashid A, Darzi A, Reilly P, Gupte CM. Cost analysis of the surgical treatment of fractures of the proximal humerus: an evaluation of the determinants of cost and comparison of the institutional cost of treatment with the national tariff. *Bone Jt J.* febrero de 2016;98-B(2):249-59.
7. Torrens C, Corrales M, Vilà G, Santana F, Cáceres E. Functional and Quality-of-Life Results of Displaced and Nondisplaced Proximal Humeral Fractures Treated Conservatively: *J Orthop Trauma.* octubre de 2011;25(10):581-7.
8. Muhm M, Bott J, Lahr C, Winkler H, Ruffing T. Outcome after operative treatment of proximal humeral fractures in elderly patients. *Z Für Gerontol Geriatr.* Agosto de 2016;49(6):505-11.
9. Jordan RW, Modi CS. A Review of Management Options for Proximal Humeral Fractures. *Open Orthop J.* 27 de junio de 2014;8(Suppl 1):148-56.
10. Burkhart KJ, Dietz SO, Bastian L, Thelen U, Hoffmann R, Müller LP. The treatment of proximal humeral fracture in adults. *Dtsch Arztebl Int.* 2013;110(35-36):591-7.
11. Agudelo J, Schurmann M, Stahel P, et al. Analysis of efficacy and failure in proximal humerus fractures treated with locking plates. *J Orthop Trauma* 2007; 21: 676-81.
12. Kanchanatawan W, Suppauksorn S, Chobpenthai T, Densiri-aksorn W, Pongpinyopap W, Dorjee G. Surgical Technique for Open Reduction–Internal Fixation of an Unstable Displaced 3-Part Proximal Humeral Fracture Using a Proximal Humeral Locking Plate. *Arthrosc Tech.* junio de 2017;6(3):e807-13.
13. El Bigawi H, El Gazzar A, Kandeel W. Percutaneous fixation for displaced proximal humeral fractures in adolescents and young adults. *Egypt Orthop J.* 2013;48(3):229.
14. Kontakis G, Koutras C, Tosounidis T, Giannoudis P. Early management of proximal humeral fractures with hemiarthroplasty: a systematic review. *J Bone Joint Surg Br* 2008; 90(11): 1407-3.
15. Castricini R, De Benedetto M, Pirani P, Panfoli N, Pace N. Shoulder hemiarthroplasty for fractures of the proximal humerus. *Musculoskelet Surg.* 2011;95 Suppl 1(Suppl 1):S49-54.
16. García GH, Gausden E, Taylor SA, Dines DM, Dines JS. Arthroplasty for Proximal Humerus Fractures: A Review of Current Management. *Tech Orthop.* diciembre de 2013;28(4):324.
17. 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: 427-33.
18. Vachtsevanos L. Management of proximal humerus fractures in adults. *World J Orthop.* 2014;5(5):685-93.
19. Steinhaus ME, Dare DM, Gulotta LV. Displaced Proximal Humerus Fractures: is a Sling as Good as a Plate?. *HSS J.* 2016;12(3):287-290.
20. Khmel'nitskaya E, Lamont LE, Taylor SA, Lorich DG, Dines DM, Dines JS. Evaluation and management of proximal humerus fractures. *Adv Orthop.* 2012;2012:861598.
21. Harrison AK, Gruson KI, Zmstowski B, Keener J, Galatz L, Williams G, et al. Intermediate outcomes following percutaneous fixation of proximal humeral fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 3 de julio de 2012;94(13):1223-8.
22. Fjalestad T, Hole MØ, Hovden IAH, Blücher J, Strømsøe K. Surgical treatment with an angular stable plate for complex displaced proximal humeral fractures in elderly patients: a randomized controlled trial. *J Orthop Trauma.* Febrero de 2012;26(2):98-106.
23. Cadet ER, Ahmad CS. Hemiarthroplasty for three- and four-part proximal humerus fractures. *J Am Acad Orthop Surg.* enero de 2012;20(1):17-27.
24. Olerud P, Ahrengart L, Ponzer S, Saving J, Tidermark J. Hemiarthroplasty versus nonoperative treatment of displaced 4-part proximal humeral fractures in elderly patients: a randomized controlled trial. *J Shoulder Elbow Surg.* octubre de 2011;20(7):1025-33.
25. Südkamp NP, Audigé 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.* diciembre de 2011;20(8):1207-16.
26. Functional outcomes of reverse shoulder arthroplasty compared

- with hemiarthroplasty for acute proximal humeral fractures. Boyle MJ, Youn SM, Frampton CM, Ball CM *J Shoulder Elbow Surg.* 2013 Jan; 22(1):32-7.
27. Cai M, Tao K, Yang C, Li S. Internal Fixation Versus Shoulder Hemiarthroplasty for Displaced 4-part Proximal Humeral Fractures in Elderly Patients. *Orthopedics.* 1 de septiembre de 2012;35(9):e1340-6.
 28. Giardella A. Reverse total shoulder versus angular stable plate treatment for proximal humeral fractures in over 65 years old patients. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2017;7(2):271.
 29. Christiano A, Pean P, Konda S, Egol ZK. Functional outcome after proximal humerus fracture fixation : understanding the risk factors. *Acta Orthop Belg.* 2017;83(1):1-7.
 30. Chen L, Xing F, Xiang Z. Effectiveness and Safety of Interventions for Treating Adults with Displaced Proximal Humeral Fracture: A Network Meta-Analysis and Systematic Review. Nazarian A, editor. *PLOS ONE.* 18 de noviembre de 2016;11(11):e0166801.
 31. Shukla DR, McAnany S, Kim J, Overlay S, Parsons BO. Hemiarthroplasty versus reverse shoulder arthroplasty for treatment of proximal humeral fractures: a meta-analysis. *J Shoulder Elbow Surg.* febrero de 2016;25(2):330-40.
 32. Launonen AP, Lepola V, Flinkkilä T, Laitinen M, Paavola M, Malmivaara A. Treatment of proximal humerus fractures in the elderly: A systematic review of 409 patients. *Acta Orthop.* 4 de mayo de 2015;86(3):280-5.
 33. Spross C, Platz A, Rufibach K, Lattmann T, Forberger J, Dietrich M. The PHILOS plate for proximal humeral fractures—Risk factors for complications at one year: *J Trauma Acute Care Surg.* marzo de 2012;72(3):783-92.
 34. Jost B, Spross C, Grehn H, Gerber C. Locking plate fixation of fractures of the proximal humerus: analysis of complications, revision strategies and outcome. *J Shoulder Elbow Surg.* abril de 2013;22(4):542-9.
 35. Neviasser AS, Hettrich CM, Dines JS, Lorich DG. Rate of avascular necrosis following proximal humerus fractures treated with a lateral locking plate and endosteal implant. *Arch Orthop Trauma Surg.* diciembre de 2011;131(12):1617-22.
 36. Sirveaux F, Roche O, Molé D. Shoulder arthroplasty for acute proximal humerus fracture. *Orthop Traumatol Surg Res.* octubre de 2010;96(6):683-94.
 37. Murray IR, Amin AK, White TO, Robinson CM. Proximal humeral fractures. *J Bone Joint Surg Br.* 1 de enero de 2011;93-B(1):1-11.
 38. Launonen AP, Lepola V, Flinkkilä T, Laitinen M, Paavola M, Malmivaara A. Treatment of proximal humerus fractures in the elderly: a systemic review of 409 patients. *Acta Orthop.* 2015;86(3):280-5.