

Tratamiento Artroscópico de Fracturas Desplazadas y Conminutas del Troquíter

Dr. Iván Bitar, Dr. Pablo Bruno, Dr. Damián Bustos y Dr. Lucas Marangoni

RESUMEN

Objetivo: el propósito de esta serie de casos fue evaluar los resultados clínicos de pacientes con fracturas desplazadas o conminutas del troquíter asociadas o no a luxación glenohumeral. Hipótesis: la reducción y osteosíntesis artroscópica realizada con tornillos canulados representa una forma de tratamiento eficaz en este tipo de fracturas.

Material y Métodos: 10 pacientes con fracturas desplazadas o conminutas del troquíter fueron tratados por vía artroscópica mediante la reducción y osteosíntesis con tornillos canulados. La evaluación clínica fue realizada después de los 18 meses de seguimiento. Se evaluó reducción y consolidación de la fractura, dolor postoperatorio, rango de movimiento y resultados clínicos mediante los test de Rowe y ASES.

Resultados: todos los pacientes presentaron una correcta consolidación de la fractura, mínimo dolor y aceptables puntuaciones con los test de Rowe y ASES.

Conclusión: la reducción y osteosíntesis artroscópica de fracturas del troquíter puede alcanzar resultados clínicos y radiográficos satisfactorios.

Diseño de estudio: Serie de casos.

Nivel de evidencia: IV.

Palabras clave: troquíter, canulado, supraespinoso.

ABSTRACT

Objectives: The purpose of this retrospective study was to evaluate the clinical results of arthroscopic treatment in patients with comminuted, displaced greater tuberosity (GT) fractures with or without glenohumeral shoulder dislocation using an arthroscopic technique. Hypothesis: The arthroscopic cannulated screw reduction and fixation represents an efficiency technique in this type of fractures.

Methods: 10 patients with comminuted, displaced greater tuberosity were fixed by arthroscopy with cannulated screws. The follow up was 18 months. We evaluated reduction and consolidation, postoperative pain, range of motion, and clinical results with the Rowe and ASES scores.

Results: At final follow up all patients reported correct fracture consolidation and minimum pain. The Rowe and ASES scores were acceptable.

Conclusion: the arthroscopic fixation with cannulated screw of comminuted, displaced greater tuberosity fractures can reach good clinical outcomes and satisfactory fracture consolidation.

Study design: therapeutic case series.

Evidence level: IV.

Key words: greater tuberosity, cannulated, supraspinatus.

INTRODUCCIÓN

Del total de fracturas que comprometen el húmero proximal, las fracturas aisladas del troquíter representan del 17 al 21% y se encuentran asociadas a luxaciones glenohumerales en un porcentaje que oscila del 15 al 30%.^{1,15,16,23} Actualmente las fracturas del troquíter con desplazamiento superior a 5 mm, en cualquiera de los planos, deben ser tratadas mediante reducción y osteosíntesis quirúrgica. El uso de radiografías como método diagnóstico, generalmen-

te, no define con exactitud la configuración de estas fracturas. Actualmente la tomografía axial computada (TAC) con reconstrucción y sustracción digitalizada de imágenes nos permiten realizar un diagnóstico más preciso.¹²

El tratamiento de estas fracturas puede ser llevado a cabo mediante métodos de reducción abierta o cerrada y por supuesto asociado a diferentes sistemas de osteosíntesis. Es importante mencionar el uso de la radioscopia durante los pasos de reducción y fijación de la fractura.^{8,14,25}

Recientemente, el abordaje de esta patología por vía artroscópica representa un verdadero desafío y un avance importante no solo por la mejor visualización y manejo directo de la fractura, sino también por la posibilidad de realizar un eventual tratamiento de lesiones articulares asociadas.

La restauración artroscópica de los fragmentos óseos a su

Dr. Iván Bitar

Sanatorio Allende.

Av. Hipólito Yrigoyen 384, Córdoba, Argentina.

Tel.: +54 351 6170743

bitivan@hotmail.com

anatomía normal ha sido lograda, con buenos resultados, mediante diferentes sistemas de osteosíntesis. Los primeros reportes mencionan como forma ideal de tratamiento la reducción y osteosíntesis con tornillos canulados mediante el uso de abordajes abiertos o percutáneos. En ellos se menciona la dificultad en la reducción y fijación de fracturas comminutas.^{3,4,8,25}

Actualmente la evidencia científica en el tratamiento de estas fracturas por vía artroscópica es escasa. Sin embargo recientemente Ji y col. y Bhatia y col., reportan buenos resultados mediante la fijación artroscópica de los fragmentos con anclajes colocados en doble fila.^{2,10,11} Song y col. reportan resultados alentadores en fracturas desplazadas del troquíter tratadas por vía artroscópica mediante anclajes en doble fila con sutura en puente.²⁴

El propósito de esta serie de casos fue evaluar los resultados clínicos de pacientes con fracturas desplazadas y/o conminutas del troquíter, asociadas o no a luxación glenohumeral e hipotetizamos que la reducción y osteosíntesis artroscópica realizada con tornillos canulados representa una forma de tratamiento eficaz en este tipo de fracturas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Presentamos 10 pacientes con fracturas desplazadas y/o conminutas del troquíter tratadas por artroscopía entre los años 2004 y 2009, se incluyeron 6 pacientes con fracturas del troquíter a uno o dos fragmentos con desplazamiento mayor a 5 mm y 4 pacientes presentaron fracturas conminutas. En todos ellos se realizó reducción y osteosíntesis por vía artroscópica asistida con radioscopia. Como medio de fijación se utilizó, en todos los casos, tornillos canulados de 3.5 y 4.5 mm. Al momento del ingreso, todos los pacientes fueron evaluados con estudios radiográficos de frente en rotación externa e interna y axial y con tomografía axial (TAC) con reconstrucción tridimensional. Estudios por Resonancia Magnética solo fueron realizados en 6 casos. En este estudio se utilizaron las imágenes radiográficas e imágenes por TAC, con reconstrucción en 3D, con el propósito de evaluar el tipo de fractura, grado de desplazamiento, cantidad y tamaño de los fragmentos óseos. Los pacientes con fracturas del troquíter con desplazamiento de fragmentos óseos menor a 5 mm fueron excluidos de este estudio. Los mismos recibieron tratamiento conservador.

Todos los pacientes fueron de sexo masculino y el promedio de edad fue de 35.1 años (rango de 27 – 57 años). El promedio de seguimiento fue de 30.3 meses (rango 18-43). La etiología de la lesión fue: 4 caídas en motocicleta, 3 lesiones deportivas (fútbol, rugby y equitación) y 3 casos de convulsiones. Seis pacientes presentaron en forma asociada luxación anterior de hombro con ruptura del labrum anterior en resonancia magnética. El examen artroscópico re-

portó: 6 lesiones de Bankart, 1 lesión del labrum posterior, 2 lesiones de SLAP, 2 lesiones parciales articulares del manguito rotador, 2 lesiones parciales del tendón del bíceps.

Se realizaron controles radiográficos postoperatorios de frente en rotación externa e interna, en Y de escápula y axial para confirmar inmediatamente la reducción de la fractura y posteriormente su consolidación definitiva. El control de la reducción quirúrgica se obtuvo evaluando cualquier tipo de desplazamiento en milímetros de la reducción del troquíter en relación a la cabeza humeral, en cualquiera de los planos del espacio. También se evaluó la consolidación de la fractura con placas obtenidas entre las 8 y 15 semanas de seguimiento. Finalmente, 3 controles radiográficos fueron llevados a cabo: inmediatamente posterior a la cirugía, después de las 8 semanas hasta obtener visualización radiográfica de consolidación y después de los 18 meses. Los pacientes fueron evaluados a los 18 meses mediante escala visual analógica (VAS), rango de movimiento (ROM) y examen de ROWE y ASES (American Shoulder and Elbow Surgeons). Debido a la severidad del dolor posterior a la fractura no se realizó una evaluación clínica preoperatoria.

Técnica Quirúrgica

Todos los pacientes fueron asistidos bajo anestesia general en decúbito lateral con el miembro a operar al cenit y bajo tracción de 3 kg. Primeramente se realizó examen artroscópico utilizando el portal posterior. Se constató en esta instancia quirúrgica lesiones articulares asociadas a la fractura del troquíter como lesiones del labrum glenoideo, lesiones articulares del manguito, lesión del tendón del bíceps, fragmentos articulares (óseos, cartílago), coágulos de sangre y por supuesto el examen minucioso de la fractura a nivel articular. Dos portales anterior y anterosuperior fueron agregados para la palpación de las estructuras articulares y la realización de un eventual tratamiento.

Realizado el diagnóstico de lesión articular asociada se examina la fractura a nivel subacromial. Es importante realizar un correcto diagnóstico tomográfico para definir el patrón de la fractura y la ubicación de los fragmentos.

El plan preoperatorio ayuda enormemente al cirujano a la hora de realizar el posicionamiento artroscópico en la búsqueda del o los fragmentos óseos para su posterior reducción y fijación. A nuestro conocimiento es importante realizar el menor debridamiento posible de los fragmentos óseos particularmente en fracturas conminutas. Esto evita la desperiostización de los mismos y facilita su posterior reducción artroscópica. En esta serie de casos el examen articular o subacromial del lecho de la fractura no fue considerado una rutina y solo fue realizado en solo 4 casos debido a múltiples intentos fallidos en la reducción del o los fragmentos óseos por la interposición de los tejidos.

A través de la visualización artroscópica posterolateral y

bajo asistencia simultánea por radioscopia con proyecciones de frente y axial, se intenta la reducción de los fragmentos óseos. La reducción de los fragmentos óseos se realiza con el gancho palpador desde cualquiera de los portales anteriores previamente realizados o a través de los portales laterales. En la mayoría de los casos mediante la utilización de la rotación externa o interna del miembro y la confección de uno o dos portales laterales, es suficiente para alcanzar un manejo aceptable de la reducción de los fragmentos óseos y finalmente de la osteosíntesis. La visualización principal durante el proceso de reducción y osteosíntesis de los fragmentos se realiza fundamentalmente a través del portal posterolateral semejante a la reparación del manguito rotador.

Si la reducción de los fragmentos es correcta en las imágenes por radioscopia, la fijación temporal de los fragmentos óseos con clavijas percutáneas es llevada a cabo. Posteriormente y según el tamaño de los fragmentos se utilizan tornillos canulados de 2.7 mm, 3,5 mm y/o 4.5 mm. Es im-

portante remarcar nuevamente la no resección de los tejidos blandos (manguito rotador) de los fragmentos óseos. En 4 casos de fracturas comminutas la reducción y osteosíntesis de los fragmentos fue lograda a través de los tejidos blandos y no del propio tejido óseo. Si la reducción de los fragmentos no es correcta la inspección del lecho de la fractura, primero a nivel articular y luego a nivel subacromial, es llevada a cabo con el fin de facilitar la misma mediante la remoción de tejidos interpuestos. En todos nuestros pacientes fueron colocados no menos de 3 tornillos de fijación (Fig. 1 y 2).

Todos nuestros casos fueron protegidos con un cabestrillo en 90 grados por 3 semanas en forma obligatoria. Durante la cuarta semana la protección fue a demanda del paciente. Movimientos pendulares y de flexoextensión de codo fueron instaurados inmediatamente. El rango de movimiento pasivo de elevación, rotación externa e interna fue permitido a partir de la tercera semana y estuvo guiado por el servicio de rehabilitación del sanatorio.



Figura 1A: Fractura con desplazamiento del troquíter mayor a 5 mm.

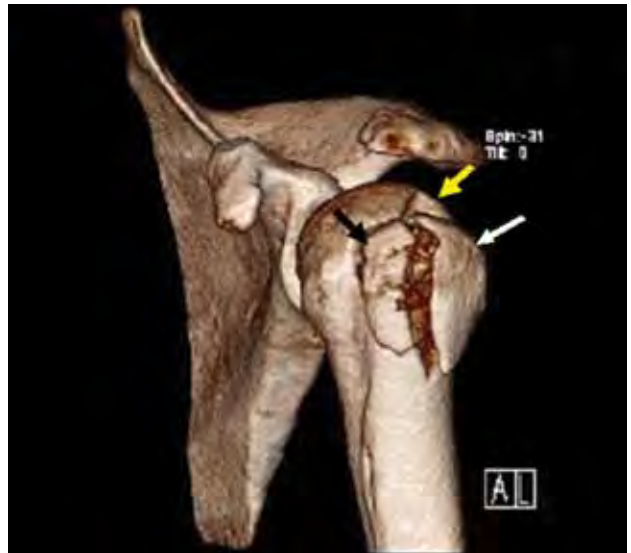


Figura 1B: Misma fractura en TAC 3D. Conminuta a 3 fragmentos y desplazada. Flechas: fragmentos óseos.

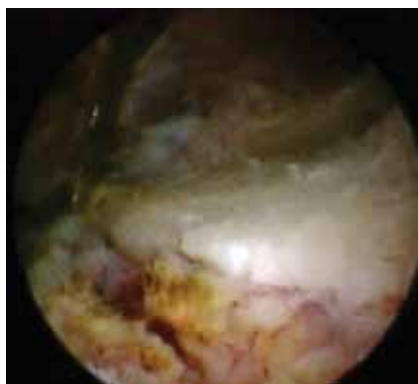


Figura 1C: Espacio subacromial. Reducción artroscópica fractura del troquíter. Se observa línea de fractura.

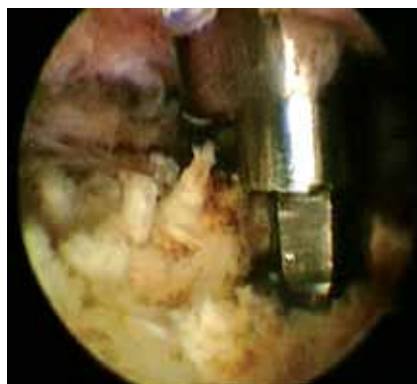


Figura 1D: Osteosíntesis artroscópica con tornillos canulados de 3.5 mm.



Figura 1E: Reducción y osteosíntesis con 3 tornillos canulados de 3.5 mm. Flecha: pérdida de hueso. Reparación de Bankart y SLAP asociada.



Figura 2A: Luxación anterior con fractura conminuta y desplazada del troquíter.



Figura 2B: Lesión articular asociada. Desprendimiento Anterior del labrum glenoideo hora 12 a 4.



Figura 2C: Espacio Subacromial: Reducción artroscópica de la fractura sin desperiostización del fragmento óseo.



Figura 2D: Flecha negra: Clavija percutánea mantiene la reducción. Flecha Amarilla: línea de fractura.



Figura 2E: Osteosíntesis con tornillo canulado de 3.5 mm.



Figura 2F: Resultado. Escalón superior de 2 mm. Reparación de Bankart y SLAP.

RESULTADOS

La evaluación radiográfica realizada inmediatamente posterior a la cirugía dejó en evidencia un promedio de desplazamiento del troquíter en relación a la cabeza de 2.8 mm (rango 1.2 mm - 4 mm). La posibilidad de evaluar preoperatoriamente el dolor, rango de movimiento y los tests de Rowe y Ases se vio dificultada por el intenso dolor que referían los pacientes. Al final del seguimiento de cada paciente y según la escala visual analógica el promedio de puntuación para el dolor fue de 1.1 (rango de 0 - 3). El promedio

del test de Ases fue de 95.3 y el promedio del test de Rowe fue de 91.3. Ocho pacientes presentaron resultados excelentes (90-100) y dos pacientes resultados buenos (89-75). Todos los pacientes presentaron signos de consolidación entre las 8 y 15 semanas. A los 18 meses el promedio de elevación del hombro fue de 174.7 grados (rango 166 -180). El promedio de rotación externa con el codo al cuerpo fue de 61 grados (rango 48-75). En cuanto a la rotación interna: seis pacientes alcanzaron el nivel T7, dos el T8, uno el T9 y uno el T10 respectivamente (Tabla 1).

TABLA 1: SEGUIMIENTO

P	Edad	Sexo	Etiología	SE (meses)	Fractura	Luxación	VAS	ROWE	Rx Postop Reducción mm	Rango de movimiento			Lesiones Asociadas
										ELE	RE	RI	
1	27	M	Moto	26	Conminuta	SI	0	93.2	2	170	60	T7	Bankart + Lab.post
2	35	M	Fútbol	19	Desplazada	SI	0	95	3	180	75	T7	Bankart + SLAP
3	27	M	Convulsión	43	Desplazada	SI	2	88,5	3	180	55	T8	Bankart + Bíceps
4	28	M	Moto	18	Desplazada	NO	1	90	3	180	68	T7	SLAP
5	57	M	Moto	33	Conminuta	NO	0	92.5	4	175	48	T7	RP MR
6	44	M	Equitación	24	Conminuta	NO	0	92	4	178	62	T10	RP MR
7	33	M	Rugby	38	Desplazada	SI	1	94	1.5	170	65	T7	Bankart
8	40	M	Moto	41	Desplazada	NO	3	90	3.5	166	52	T8	SLAP + Bíceps
9	31	M	Convulsión	25	Conminuta	SI	1	88,5	2	180	67	T9	Bankart
10	29	M	Convulsión	36	Desplazada	SI	0	90	2	168	58	T7	Bankart

Lesiones Asociadas y Complicaciones

Se realizaron 6 reparaciones del labrum glenoideo anterior, 2 reparaciones de SLAP, en dos casos se realizó debridamiento con shaver del tendón del supraespinoso por lesión parcial sobre su cara articular, en un caso se realizó debridamiento del tendón del bíceps y en dos casos se extrajeron fragmentos articulares pequeños secundarios a lesión de Hill Sachs y a la fractura del troquíter.

En todos nuestros pacientes se alcanzó una correcta reducción de la fractura. En ningún caso fue necesario convertir a cirugía abierta. Como complicación intraoperatoria cabe mencionar un caso con fractura comminuta a 3 fragmentos, en donde la toma ósea de los tornillos no fue realizada con la rigidez ideal debido a una mala calidad del tejido óseo. A pesar de esto se alcanzó una aceptable reducción de la fractura.

Como complicación postoperatoria un paciente, al cuarto día de la cirugía, presentó un severo edema de todo el miembro superior asociado a parestesias en mano y antebrazo, el mismo se recuperó en forma completa con tratamiento ortostático al duodécimo día de la cirugía.

DISCUSIÓN

Las fracturas conminutas y/o desplazadas del troquíter presentan un actual desafío para el cirujano artroscopista, no solo en cuanto a la decisión de llevar a cabo un tratamiento quirúrgico sino también en cuanto a la elección de la técnica quirúrgica a desarrollar.^{2,20,24}

El desplazamiento y la conminución de la fractura son de extrema importancia en el diagnóstico debido a que desplazamientos de los fragmentos óseos que superan los 5 mm determinan el tratamiento quirúrgico. A nuestro conocimiento los estudios radiográficos habituales, son en la mayoría de los casos, suficientes para determinar el tipo de tratamiento a seguir. Sin embargo la TAC con reconstrucción en 3D nos permite realizar un diagnóstico con certeza e inclusive cuantificar con total exactitud el desplazamiento o el grado de conminución de la fractura. Jurik y col. reporta que el diagnóstico de la fractura llevado a cabo por TAC permite mejorar la decisión del tipo de tratamiento a seguir, como así también ayuda a un mejor planeamiento quirúrgico.¹²

La decisión de llevar a cabo un tratamiento quirúrgico o conservador será determinada por el nivel de conminución o el grado de desplazamiento de la fractura. Kim y col. reporta dolor crónico en pacientes con fracturas del troquíter con mínimo desplazamiento tratadas ortopédicamente.¹³⁻¹⁴ Por el contrario Platzer P., sugiere realizar tratamiento conservador a fracturas con un desplazamiento inferior a los 3 mm. Además, reportó en un estudio comparativo que las fracturas desplazadas del troquíter mejoran en términos de función con tratamiento quirúrgico.^{18,19} Park y col. re-

comienda un tratamiento quirúrgico pero solo en pacientes deportistas o en trabajadores con alta demanda física.^{20,21} Neer realiza reducción y fijación abierta de fracturas del troquíter con un desplazamiento mayor a 1 cm.¹⁷ Bigliani y col. recomienda el tratamiento quirúrgico en fracturas del troquíter cuyo desplazamiento supera los 5 mm.³

Diferentes formas de tratamiento quirúrgico y medios de fijación han sido utilizados para fracturas desplazadas y conminutas del troquíter. El tamaño y desplazamiento de los fragmentos, el grado de conminución y la calidad del tejido óseo influyen en la elección de la técnica quirúrgica a emplear.^{7,24} La reducción y osteosíntesis por vía artroscópica puede ser lograda con tornillos canulados o con anclajes y suturas de alta resistencia. En ambos casos la radioscopia puede ser de gran ayuda durante la reducción y fijación de la fractura. La reducción y osteosíntesis con tornillos canulados probablemente ha sido uno de los primeros métodos de fijación utilizado en este tipo de fractura.^{4,25} Esta técnica puede ser desarrollada por vía artroscópica reportando resultados alentadores.^{13,24} Sin embargo, existen reportes que desalientan la utilización de tornillos canulados principalmente en fracturas conminutas a pequeños fragmentos o en tejidos con mala calidad ósea, debido a la imposibilidad de lograr una reducción y fijación aceptable de los fragmentos óseos, o lo que es peor destruir el fragmento cuando el mismo es atravesado por el tornillo.⁹ En esta serie de casos la mayoría de nuestros pacientes fueron jóvenes con buena calidad de su tejido óseo. Sin embargo en fracturas conminutas a pequeños fragmentos es posible remarcar que el tornillo no necesariamente debe atravesar al fragmento óseo para lograr la reducción y fijación del mismo. En el lecho de la fractura los múltiples fragmentos óseos se encuentran agrupados y sostenidos por las fibras del manguito rotador, de manera tal que una vez que el lecho de la fractura se encuentra limpio de detritus, el implante puede atravesar al tejido blando, y no necesariamente al fragmento óseo, logrando una correcta reducción y fijación del mismo. A pesar de que han sido descritos aflojamientos de los tornillos o pérdida de arandelas en la articulación, en nuestra serie no reportamos esta complicación y no hemos utilizado arandelas asociadas al tornillo de fijación.⁹ Además, en ningún paciente de esta serie fue necesario realizar la extracción del material de osteosíntesis utilizado. La fijación artroscópica o abierta de estas fracturas mediante la utilización de anclajes y suturas no absorbibles de alta resistencia, aplicando técnicas en simple fila o doble fila han sido descritas con resultados alentadores.^{2,7,9-11,14} Sin embargo en nuestra serie, aún en fracturas conminutas, no fue necesaria la utilización de esta técnica para lograr la reducción y fijación de la fractura. Existen estudios que alientan la utilización de esta técnica particularmente en fracturas conminutas o con mala calidad ósea. Además, se reporta como ventaja sobre

los tornillos que la fijación con anclajes particularmente en doble fila otorga un mayor contacto con el lecho de la fractura, una reducción más anatómica y por ende una mayor fijación del fragmento al lecho de la fractura.^{10,11,22} No existen a la fecha estudios de alto nivel científico capaz de sostener tal afirmación.

En esta serie de casos se han reportado dos complicaciones, una de ellas fue intraoperatoria y ocurrió en un paciente adulto joven con fractura conminuta en la cual la toma ósea de los tornillos no fue la óptima al momento de la fijación. A pesar de esto, los tornillos se mantuvieron en el lecho de la fractura cumpliendo su función y no fue necesaria la extracción de los mismos. Tampoco fue alterado el protocolo de rehabilitación de este paciente. Un paciente presentó al cuarto día de la cirugía, un edema de partes blandas en todo el miembro superior con pérdida completa de la anatomía exterior del miembro y parestesias en antebrazo y mano. El paciente se recuperó al duodécimo día solamente con la aplicación de medidas ortostáticas.

La reducción y osteosíntesis artroscópica con tornillos canulados en fracturas del troquíter demanda de una cierta experiencia en cirugía artroscópica del hombro, es necesario

realizar un correcto diagnóstico preoperatorio, preferentemente con imágenes por TAC, con el objetivo de evaluar el tipo de fractura, conminución y desplazamiento de los fragmentos.

Nuestro estudio presenta una serie de limitaciones, en primer lugar es una serie de casos con solo 10 pacientes y en la cuál no se efectúa ningún tipo de comparación. Debido a la pobre casuística mundial en el manejo artroscópico de estas fracturas se necesitará de un mayor tiempo de espera para obtener conclusiones de estudios de mayor credibilidad científica. Futuros estudios deberán plantear como objetivos la comparación de los resultados de técnicas quirúrgicas abiertas versus artroscópicas y además la comparación de los diferentes sistemas de fijación.

CONCLUSIÓN

La reducción y osteosíntesis artroscópica de fracturas desplazadas y conminutas del troquíter mediante el uso de tornillos canulados puede alcanzar resultados clínicos y radiográficos alentadores.

BIBLIOGRAFÍA

- Bahrs C, Lingenfelter E, Fischer F, Walters EM, Schnabel M. Mechanism of injury and morphology of the greater tuberosity fracture. *J Shoulder Elbow Surg* 2006;15:140-147.
- Bhatia DN, Van Rooyen KS, et al. Surgical treatment of comminuted, displaced fractures of the greater tuberosity of the proximal humerus: A new technique of double-row suture-anchor fixation and long-term results. *Injury* 2006;37:946-952.
- Bigliani LU, Pollock RG. *The shoulder*. Philadelphia: WB Saunders, 1998.
- Bonsell S, Buford DA Jr. Arthroscopic reduction and internal fixation of a greater tuberosity fracture of the shoulder: A case report. *J Shoulder Elbow Surg* 2003;12:397-400.
- Cadet ER, Ahmad CS. Arthroscopic reduction and suture anchor fixation for a displaced greater tuberosity fracture: A case report. *J Shoulder Elbow Surg* 2007;16:e6-e9.
- Carrera EF, Matsumoto MH, Netto NA, Faloppa F. Fixation of greater tuberosity fractures. *Arthroscopy* 2004;20:e24.
- Cummins CA, Appleyard RC, et al. Rotator cuff repair: An ex vivo analysis of suture anchor repair techniques on initial load to failure. *Arthroscopy* 2005;21:1236-1241.
- Flatow EL, et al. Open reduction and internal fixation of two-part displaced fractures of the greater tuberosity of the proximal part of the humerus. *J Bone Joint Surg Am* 1991;73:1213-1218.
- Green A, Izzi Jr J. Isolated fractures of the greater tuberosity of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg* 2003;12:641-649.
- Ji JH, Kim WY, Ra KH. Arthroscopic double-row suture anchor fixation of minimally displaced greater tuberosity fractures. *Arthroscopy* 2007;23:e1131-e1134.
- Ji Jong Hun et al. Arthroscopic fixation technique for comminuted displaced greater tuberosity fracture. *The Journal of Arthroscopic and Related Surg* 2010; 26:600-609.
- Jurik AG, Albrechtsen J. The use of computed tomography with two- and three-dimensional reconstructions in the diagnosis of three- and four-part fractures of the proximal humerus. *Clin Radiol* 1994;49:800-804.
- Kim SH, Ha KI. Arthroscopic treatment of symptomatic shoulders with minimally displaced greater tuberosity fracture. *Arthroscopy* 2000;16:695-700.
- Kim DH, ElAttrache NS, Tibone JE, et al. Biomechanical comparison of a single-row versus double-row suture anchor technique for rotator cuff repair. *Am J Sports Med* 2006;34:407-414.
- Kristiansen B, Barfod G, Bredesen J, et al. Epidemiology of proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand* 1987;58:75-77.
- Lind T, Kroner K, Jensen J. The epidemiology of fractures of the proximal humerus. *Arch Orthop Trauma Surg* 1989;108:285-287.
- Neer CSI. Displaced proximal humeral fractures. I. Classification and evaluation. *J Bone Joint Surg Am* 1970;52:1077-1089.
- Platzer P, et al. The influence of displacement on shoulder function in patients with minimally displaced fractures of the greater tuberosity. *Injury* 2005;36:1185-1189.
- Platzer P, Thalhammer G, Oberleitner G, et al. Displaced fractures of the greater tuberosity: A comparison of operative and nonoperative treatment. *J Trauma* 2008;65:843-848.
- Park MC, ElAttrache NS, Ahmad CS, Tibone JE. "Transosseous-equivalent" rotator cuff repair technique. *Arthroscopy* 2006;22:1360.e1-1360.e5.
- Park TS, Choi IY, et al. A new suggestion for the treatment of minimally displaced fractures of the greater tuberosity of the proximal humerus. *Bull Hosp Joint Dis* 1997;56:171-176.
- Park MC, et al. Two-part and three-part fractures of the proximal humerus treated with suture fixation. *J Orthop Trauma* 2003; 17:319-325.
- Rowe CR. Prognosis in dislocations of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 1956;38:957-977.
- Song H et al. Arthroscopic reduction and fixation with suture bridge technique for displaced or comminuted greater tuberosity fractures. *The Journal of Arthroscopic and Related Surgery* 2008;24:956-960.
- Taverna E, Sansone V, Battistella F. Arthroscopic treatment for greater tuberosity fractures: Rationale and surgical technique. *Arthroscopy* 2004;20:e53-e57.
- Tuoheti Y, Itoi E, Yamamoto N, et al. Contact area, contact pressure, and pressure patterns of the tendon-bone interface after rotator cuff repair. *Am J Sports Med* 2005;33:1869-1874.