

Fracturas del húmero proximal tipo C2. Tratamiento y factores pronósticos.

A. J. ARENAS MIQUÉLEZ, A. D'ARRIGO, A. J. ARENAS PLANELLES, O. JIMÉNEZ SARMIENTO, J. DUART CLEMENTE, A. J. GARBAYO MARTURET.

SERVICIO DE CIRUGÍA ORTOPÉDICA Y TRAUMATOLOGÍA. COMPLEJO HOSPITALARIO DE NAVARRA. PAMPLONA.

Resumen. Se presentan 50 casos de fractura de húmero proximal tipo C2 tratados quirúrgicamente mediante osteosíntesis con placa bloqueada (38 casos) o utilizando una hemiartróplastia de hombro (12 casos). Los resultados fueron buenos en la mayor parte de los pacientes, con un dolor medio de 11,50/15 en la cotación cifrada de Constant-Murley, una fuerza de 12,32/25 puntos y una movilidad de 22,20/40 puntos. Las complicaciones más importantes fueron el conflicto subacromial (12 casos), la consolidación viciosa de la fractura en varo (7 casos), la necrosis avascular de la cabeza humeral (8 casos) y la consolidación viciosa de las tuberosidades (4 casos). Las fracturas del húmero proximal tipo C2 son lesiones que evolucionan normalmente bien, si la indicación quirúrgica es adecuada y la técnica se realiza de forma correcta.

C2 proximal humeral fractures. Surgical treatment and prognostic factors.

Summary. 50 cases of C2 type fracture of the proximal humerus are presented. They were treated surgically by reduction and internal fixation with a locking plate (38 cases) or using a shoulder hemiarthroplasty (12 cases). The results were satisfactory at most of the patients concerning the residual pain (mean Constant-Murley pain score: 11,50/15), the strength (mean Constant-Murley strength score: 12,32/25) and the joint mobility of the shoulder (mean Constant-Murley mobility score: 22,20/40). The most important complications were rotator cuff disorders (12 cases), varus consolidation of fracture (7 cases), avascular necrosis of the humeral head (8 cases) and malunion of the tuberosities (4 cases). C2 proximal humerus fractures are injuries that evolve usually well, if the surgical indication is appropriate and the procedure is performed correctly.

Correspondencia:
Antonio Arenas Planelles.
Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología.
Complejo Hospitalario de Navarra. Clínica Ubarmin.
C/ Elcano s/n.
31486 Navarra.
planellesantonio@yahoo.es

Introducción

Las fracturas de la parte proximal del húmero son lesiones relativamente frecuentes, constituyendo aproximadamente entre el 4% y el 5% de todas las fracturas^{1,2}. Estas fracturas son las segundas más frecuentes de la extremidad superior, después de las fracturas del radio distal³. Además, en personas de edad avanzada son las terceras en frecuencia, tras las fracturas de la cadera y del radio distal³⁻⁵.

Hay acuerdo en que las fracturas simples, estables y no desplazadas del húmero proximal, que constituyen cerca del 80% de estas lesiones, deben ser trata-

das de forma conservadora, pues los resultados que se obtienen son normalmente satisfactorios⁵⁻⁹. Existe, sin embargo, una gran controversia en lo que se refiere al manejo de las fracturas desplazadas y conminutas de esta parte del húmero¹⁰. El tratamiento conservador de las fracturas complejas puede dar como resultado una consolidación viciosa de la misma con el secundario trastorno funcional que conlleva^{6,11-13}. En pacientes de edad avanzada esta modalidad de tratamiento puede no ir acompañada de dicho trastorno funcional, dando un resultado satisfactorio comparable al del tratamiento quirúrgico¹⁴. Frente a esto, en la mayoría de las fracturas inestables y desplazadas, especialmente en pacientes jóvenes o en aquellos de edad avanzada, pero con vida activa, el tratamiento quirúrgico es el de elección¹⁵.

El procedimiento quirúrgico a realizar depende de la viabilidad de la cabeza humeral, la cual guarda relación con el tipo de fractura que presenta el pacien-

te^{7,10,15,16}. Neer, en su trabajo publicado en el año 1970, recomendaba la reducción abierta de la fractura y posterior osteosíntesis de la misma en fracturas desplazadas en 2 o 3 fragmentos, reservando la indicación de la hemiartroplastia para los casos de fractura en 4 fragmentos de su clasificación⁶. Otros autores han recomendado la osteosíntesis de la fractura por diversos métodos en el caso de pacientes jóvenes con buena calidad ósea, inclinándose por la artroplastia en pacientes de edad avanzada y con deficiente calidad ósea, debido al importante riesgo de pérdidas de corrección de la fractura por el mal anclaje del material de osteosíntesis en dicho tejido óseo¹⁶. Este último procedimiento puede conseguir un adecuado alivio del dolor, aunque normalmente, la recuperación de la movilidad articular y de la función del hombro es más incierta¹⁶.

El objetivo de este trabajo es presentar una serie de 50 casos de fractura desplazada, compleja e inestable de la parte proximal del húmero en 3 o 4 fragmentos (tipo C2 de la clasificación de la AO^{17,18}) (Fig. 1), diagnosticados y tratados quirúrgicamente por varios miembros de nuestro Servicio entre los años 2000 y 2010.

Material y métodos

Para la realización de este estudio se ha revisado de forma retrospectiva el material clínico de 50 casos de fractura compleja de la porción proximal del húmero tipo C2, tratados todos ellos en nuestro Servicio, desde el año 2000 hasta finales del año 2010, mediante osteosíntesis con placa bloqueada o recurriendo a la sustitución de la cabeza humeral por una artroplastia parcial del hombro. El único criterio de exclusión de los pacientes del estudio ha sido el tiempo de seguimiento inferior a los 10 meses.

De cada uno de los casos revisados se han recogido datos clínicos, radiológicos y relacionados con la intervención quirúrgica, así como algunos parámetros para la valoración de los resultados (valoración cifrada, satisfacción de los pacientes) y el tiempo de seguimiento tras el tratamiento efectuado.

Entre los datos clínicos se ha recogido el sexo y la edad de los pacientes. Para mejorar la descripción de la muestra y facilitar los contrastes en el capítulo de resultados, los pacientes se han distribuido por su edad en tres grupos: A (pacientes cuya edad es igual o inferior a 59 años), B (pacientes con edades comprendidas entre 60 y 70 años) y C (pacientes cuya edad es igual o superior a 71 años). Se ha registrado asimismo, el mecanismo de producción de la fractura y las características de la lesión: desplazamiento de la fractura en valgo o varo y situación de la bisagra interna en fracturas desplazadas en valgo¹⁹. Para la clasificación del tipo de fractura se ha utilizado el método propuesto por la AO^{17,18}.

Respecto al tratamiento quirúrgico, se ha registrado el tiempo que se difirió la intervención, el tipo de material quirúrgico utilizado y el uso o no de banco de hueso.



Figura 1. Fractura de húmero proximal izquierdo tipo C2 de AO, desplazada en varo.

so. También se han recogido datos del control radiográfico postoperatorio, si este fue correcto o no y el tipo de defecto observado. De igual forma, se ha registrado el tiempo de seguimiento tras la intervención quirúrgica.

Para la evaluación de los resultados del estudio, se han recogido las complicaciones y secuelas ocurridas a lo largo del período evolutivo, así como ciertos datos clínicos que condicionan el resultado en los pacientes. Para este fin se ha utilizado el sistema de cotación cifrada propuesto por Constant y Murley²⁰ para cuantificar el resultado funcional de las lesiones de la articulación del hombro. Para la medición del parámetro fuerza de esta cotación se ha utilizado un dinamómetro electrónico como otros autores. Por último, se ha recogido el grado de satisfacción subjetiva de los pacientes en el momento de la revisión final de los casos.

Para el análisis de los datos obtenidos del estudio, se ha utilizado el programa estadístico SPSS 17.0 para Windows. Se ha recurrido a los Test de Kolmogorov-Smirnov y de Shapiro-Wilk para determinar si la distribución de los datos numéricos se ajustaba a la curva normal. Se han utilizado, asimismo, pruebas descriptivas de la muestra (parámetros estadísticos básicos, frecuencias en las variables cualitativas, etc.) para exponer las características de la misma. Las medias han sido expresadas en todos los casos como "Media \pm Desviación Estándar". De igual forma, se ha facilitado también el Error Estándar de la Media (e.e.m.) y el Intervalo de Confianza para la Media al 95%, con el fin de completar la descripción. Para efectuar los contrastes entre las distintas variables se ha recurrido a una Comparación de Medias Independientes (t de Student), al Análisis de la Varianza de un Factor (Anova), a la Prueba del Chi-Cuadrado de Pearson y a las Correlaciones. También se han utilizado pruebas no paramétricas en aquellos casos en que la distribución de los datos numéricos no se adaptaba a la curva normal (Pruebas de Mann-Whitney y de Kruskal-Wallis). El valor de significación estadística aceptado ha sido de $p < 0,05$.

Resultados

La distribución de los datos no se ajustaba a la curva normal en ninguna de las variables numéricas, a excepción de la Puntuación Total de la cotación cifrada de Constant y Murley²⁰.

La edad de los pacientes oscilaba entre 27 y 86 años, con un valor medio de $60,78 \pm 15,07$ (e.e.m.: 2,134) y un intervalo de confianza para la media al 95 % de 56,50 - 65,06. Por grupos de edad, 19 correspondían al grupo A (38%), 15 al grupo B (30%) y los 16 casos restantes al grupo C (32%). Por lo que respecta al sexo, 9 de los pacientes eran varones (18%) y los 41 restantes eran mujeres (82%). El mecanismo de producción de la fractura era de baja energía en 42 casos (84%) y de alta energía en los 8 restantes (16%).

El desplazamiento de la fractura era en varo en 23 de los pacientes (46%) (Fig. 1) y en valgo en los 27 casos restantes (54%). De los casos en que el desplazamiento de la fractura era en valgo, la interrupción de la bisagra interna era inferior a 2 milímetros (mm) en 12 casos (24%) y superior a ese valor en los 15 casos restantes (30%).

En 5 casos, el tratamiento quirúrgico fue efectuado en el mismo día en que se produjo la fractura. En los restantes casos, la fractura fue inmovilizada de forma provisional, siendo intervenida posteriormente. El retraso que sufrió dicha intervención osciló entre 1 día y 25 días, con un valor medio de $7,20 \pm 5,82$ (e.e.m.: 0,82) y un intervalo de confianza para la media al 95% de 5,54 - 8,86.

En todos los casos de la serie se utilizó para la intervención una vía de abordaje anterior delto-pectoral convencional para exponer la fractura. En los casos en que la viabilidad de la cabeza humeral era factible, una vez conseguida la reducción de la fractura, se procedió a la estabilización de la misma mediante osteosíntesis con una placa. En los primeros años se recurrió a la placa Titania (PLANT TA N – Medizintechnik G M B H) como sistema de fijación (16 casos), utilizándose en el resto de los pacientes (22 fracturas) la placa bloqueada PHILOS (SYNTHES) (Fig. 2). En 16 de los casos revisados se utilizó injerto de banco para rellenar el defecto óseo resultante tras realizar la reducción de la fractura. En el resto de los casos en que la cabeza humeral no parecía viable (12 casos; 24%), se procedió a la extracción de la misma, sustituyéndola por una hemiartroplastia cementada, con reanclaje de las tuberosidades al implante (prótesis tipo Equinox - EXAC-TECH) (Fig. 3).

El control radiográfico postoperatorio era correcto (reducción anatómica y osteosíntesis estable, prótesis implantada en situación adecuada) en 38 de los casos (76%) e incorrecto (fractura mal reducida, osteosíntesis no estable, prótesis mal posicionada) en los 12 restantes (24%). Entre los defectos observados en dicho control, se encontraron 3 casos de tuberosidades mal reducidas (6%), 1 caso de prótesis implantada muy alta (2%), 7 casos de mala reducción y/o estabilización de la



Figura 2. Fractura de húmero proximal derecho tratada con placa tipo PHILOS. Se observa un correcto soporte medial. Además, los tornillos cefálicos distales están en el lugar adecuado, ajustándose a la cortical interna del cuello humeral.



Figura 3. Control radiográfico correcto de hemiartroplastia de hombro derecho tipo Equinox.

fractura (14%) y 3 fracturas tratadas con osteosíntesis inapropiada (6%).

El tiempo de seguimiento de los pacientes oscilaba entre 10 y 106 meses, con un valor medio de $28,84 \pm 25,29$ (e.e.m.: 3,58) y un intervalo de confianza para la media al 95% de 21,65 - 36,03.

Al revisar las complicaciones detectadas, éstas fueron observadas en 24 de los casos (48%), no encontrán-



Figura 4. Estudio radiográfico en proyección A-P de húmero proximal derecho en el que se aprecia una disminución de amplitud del espacio subacromial y un ascenso marcado de la cabeza humeral.

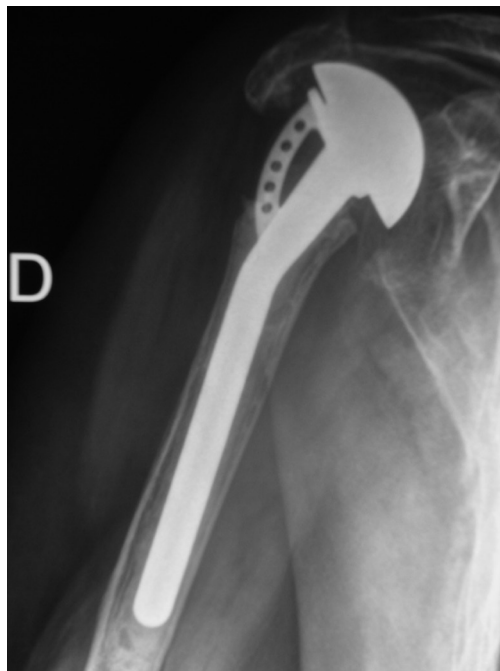


Figura 5. Ascenso marcado de la cabeza protésica de una hemiartróplasia de hombro derecho que impacta en la parte inferior del acromion.

dose ninguna de ellas en los 26 restantes (52%). Se ha registrado reducción del espacio subacromial durante el período evolutivo con la correspondiente sintomatología de síndrome subacromial en 12 de los casos (24%) (Figs. 4 y 5), consolidación viciosa de la fractura en posición de varo en 7 casos de la serie (14%), necrosis avascular postraumática de la cabeza humeral en 8 casos (16%) (Fig. 6), consolidación viciosa de las tuberosidades en 4 casos (8%), protrusión de los tornillos de la parte proximal de la placa a la articulación gleno-humeral en 4 casos (8%) (Fig. 7), artrosis gleno-humeral en 1 caso (2%), ascenso de la cabeza protésica en 3 casos (6%) (Fig. 5), luxación protésica en 1 caso (2%) y colapso de la fractura en 2 casos (4%) (Fig. 7). No se observó ningún caso de infección postoperatoria ni de retardo o falta de consolidación de la fractura.

Al analizar el dolor manifestado por los pacientes en la fecha de la última revisión en consulta, hemos observado que 23 de ellos no presentaban dolor (46%), en 20 casos, el dolor era leve (40%), en 4 era moderado (8%) y en los 3 restantes, el dolor era severo (6%).

La Puntuación de Dolor de la cotación cifrada de Constant y Murley²⁰ oscilaba entre 0 y 15 puntos, con un valor medio de $11,50 \pm 3,94$ (e.e.m.: 0,56) y un intervalo de confianza para la media al 95 % de 10,38 - 12,62. La Puntuación de Actividad oscilaba entre 2 y 20 puntos, con un valor medio de $14,52 \pm 4,27$ (e.e.m.: 0,60) y un intervalo de confianza para la media al 95 % de 13,31 - 15,73. La Puntuación del Movimiento oscilaba entre 2 y 40 puntos, con un valor medio de $22,20 \pm 9,62$ (e.e.m.: 1,36) y un intervalo de confianza para la media al 95 % de 19,47 - 24,93. La Puntuación de la Fuerza oscilaba entre 3 y 22 puntos, con un valor medio de $12,32 \pm 5,32$ (e.e.m.: 0,75) y un intervalo de confianza para la media al 95 % de 10,81 - 13,83. Por último, La Puntuación Total oscilaba entre 9 y 95 puntos, con un valor medio de $60,54 \pm 18,80$ (e.e.m.: 2,66) y un intervalo de confianza para la media al 95 % de 55,20 - 65,88.



Figura 6. Estudio radiográfico en proyección A-P de una fractura del húmero proximal derecho tratada con una placa tipo Titania. Se observa una desestructuración de la cabeza humeral secundaria a una necrosis avascular de la misma.

En cuanto a la satisfacción subjetiva de los pacientes, éstos estaban satisfechos con el resultado en 24 de los casos (48%), no del todo satisfechos en 12 de las ocasiones (24%) e insatisfechos en los 14 casos restantes (28%).

Al realizar los contrastes entre las distintas variables, hemos observado que el factor Edad tan sólo ha teni-

do influencia en algunos parámetros de la valoración funcional de Constant y Murley²⁰. Al realizar la correlación no paramétrica entre la Edad y la Puntuación de Movimiento, el coeficiente Rho de Spearman era de -0,289 ($p=0,033$; significativo) (Tabla I). Algo parecido ocurrió con la Puntuación de la Fuerza. Su valor medio fue de 15,45 en el grupo de menos de 59 años; de 10,15 entre los casos con edades comprendidas entre 60 y 70 años; y de 10,85 entre los mayores de 71 años ($p=0,008$; Prueba de Kruskal-Wallis; significativo) (Tabla I). Por otra parte, al realizar la correlación no paramétrica entre ambas variables numéricas (Edad y Puntuación de la Fuerza), el coeficiente Rho de Spearman era de -0,437 ($p=0,001$; significativo) (Tabla I). Por último, la Puntuación Total también se ha visto influenciada por el factor Edad. Al realizar la correlación no paramétrica entre ambas variables numéricas (Edad y Puntuación Total), el coeficiente Rho de Spearman era de -0,277 ($p=0,034$; significativo) (Tabla I).

El factor Sexo y el factor Mecanismo de Producción de la fractura no han tenido influencia en el resultado obtenido tras el tratamiento de estas lesiones.

En cuanto al factor Tipo de Fractura por su desplazamiento en Valgo o Varo, sí ha tenido influencia clara en algunas de las variables que muestran el resultado de estas lesiones. Al revisar las complicaciones registradas, ha existido una mayor proporción de las mismas en el grupo de casos con fracturas desplazadas en varo. Se ha observado una incidencia de las mismas en el 29,6% de los casos de fractura con desplazamiento en valgo (8 de 27 casos) y en el 69,6% de las fracturas desplazadas en varo (16 de 23 casos) ($p=0,006$; Chi-Cuadrado de Pearson; significativo) (Tabla I). La necrosis avascular ha aparecido en 2 de los 20 casos de fracturas desplazadas en valgo (10%) y en 6 de los 18 casos de fractura con desplazamiento en varo (33,3%) ($p=0,055$; Chi-Cuadrado de Pearson; casi significativo) (Tabla I). Por lo que se refiere a la consolidación viciosa de las tuberosidades, no ha sucedido en ninguno de los 27 casos de fractura con desplazamiento en valgo y en 4 de los 23 casos de fractura desplazada en varo (17,4%) ($p=0,021$; Chi-Cuadrado de Pearson; significativo) (Tabla I). En cuanto a las distintas variables de puntuación de la cotación cifrada de Constant y Murley²⁰, todas las cifras han sido más altas entre las fracturas con desplazamiento en valgo con diferentes grados de significación. La Puntuación del Dolor ha sido 12,56 en las fracturas desplazadas en valgo y 10,46 en las fracturas desplazadas en varo ($p=0,067$; Prueba de Mann-Whitney; casi significativo) (Tabla I). La Puntuación de la Actividad ha sido de 15,67 en las fracturas desplazadas en valgo y de 13,15 en las fracturas desplazadas en varo ($p=0,029$; Prueba de Mann-Whitney; casi significativo) (Tabla I). La Puntuación del Movimiento ha sido de 24,43 en las fracturas desplazadas en valgo y de 19,47 en las fracturas desplazadas en varo ($p=0,056$; Prueba de Mann-Whitney; significativo) (Tabla I). Por último, la Puntuación Total ha sido de 65,69 en las fracturas

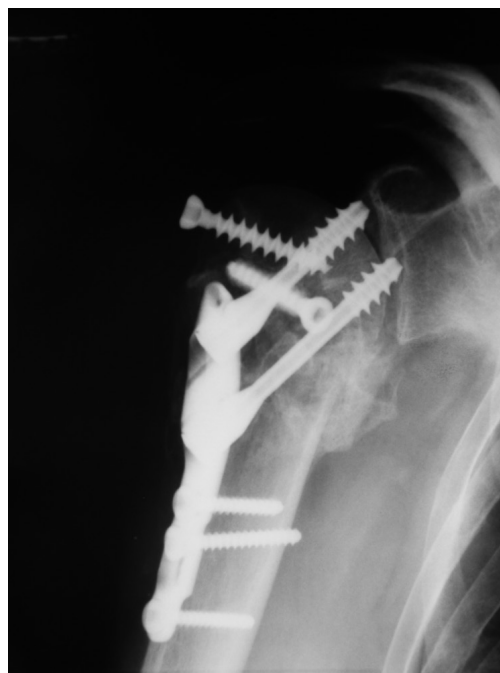


Figura 7. Estudio radiográfico en proyección A-P de una fractura del húmero proximal derecho tratada con una placa tipo Titania. Se aprecia un colapso de la fractura y una protrusión de los tornillos cefálicos que invaden la articulación gleno-humeral.

Tabla I. Correlación variables: Edad/Desplazamiento Valgo-Varo

VARIABLES	VARIABLES	Valor* p	PRUEBA
Edad	Puntuación Constant Movimiento	p=0,033	Rho de Spearman
Edad	Puntuación Constant Fuerza	p=0,008	Prueba de Kruskal-Wallis
Edad	Puntuación Constant Fuerza	p=0,001	Rho de Spearman
Edad	Puntuación Constant Total	p=0,034	Rho de Spearman
Valgo – Varo	Complicaciones Detectadas	p=0,006	Chi Cuadrado de Pearson
Valgo – Varo	Necrosis	<i>p=0,055</i>	Chi Cuadrado de Pearson
Valgo – Varo	Consolidación Viciosa Tuberosidades	p=0,021	Chi Cuadrado de Pearson
Valgo – Varo	Puntuación Constant Dolor	<i>p=0,067</i>	Prueba de Mann-Whitney
Valgo – Varo	Puntuación Constant Actividad	P=0,029	Prueba de Mann-Whitney
Valgo – Varo	Puntuación Constant Movimiento	<i>p=0,056</i>	Prueba de Mann-Whitney
Valgo – Varo	Puntuación Constant Total	p=0,031	Prueba t de Student

*Grado de Significación: en cursiva: casi significativo/tendencia significativa. En negrita: valor de correlación significativo.

desplazadas en valgo y de 54,68 en las fracturas desplazadas en varo ($p=0,031$; Prueba de la t de Student; significativo) (Tabla I).

Otro factor que también ha tenido alguna influencia en los resultados de estas lesiones ha sido la situación de la Bisagra Interna en las fracturas tipo C2 desplazadas en valgo. Hemos observado una mayor proporción de complicaciones globales entre los casos en que la bisagra interna era de más de 2 mm. Mientras que en el grupo en que la bisagra interna era de menos de 2 mm (12 casos) sólo hubo complicaciones en un caso (8,3%), en el grupo de pacientes en que la bisagra interna era de más de 2 mm (15 casos), se registraron complicaciones en 7 de ellos (46,7%) ($p=0,034$; Chi-Cuadrado de Pearson; significativo) (Tabla II). Al revisar la serie, hemos observado que los 2 únicos casos de necrosis avascular postraumática registrados entre las fracturas tipo C2 desplazadas en valgo se han encontrado entre los casos en que la bisagra interna era de más de 2 mm ($p=0,057$; Chi-Cuadrado de Pearson; casi significativo) (Tabla II). Analizando los parámetros correspondientes a la valoración funcional de Constant y Murley²⁰, hemos encontrado algunas diferencias entre los casos en que la bisagra interna era de más o de menos de 2 mm, con mejores cifras comparativas en el grupo de fracturas con bisagra interna de menos de 2 mm, pero con diferentes grados de significación. La Puntuación de la Actividad era de 17,83 entre las fracturas con bisagra interna de menos de 2 mm y de 13,82 en aquellas en que la bisagra interna era de más de 2 mm ($p=0,005$; Prueba de Mann-Whitney; significativo) (Tabla II). La Puntuación del Movimiento era de 29,00 entre las fracturas con bisagra interna de menos de 2 mm y de 20,89 en aquellas en que la bisagra interna era de más de 2 mm ($p=0,033$; Prueba de Mann-Whitney; significativo) (Tabla II). La Puntuación de la Fuerza era de 16,25 entre las fracturas con bisagra interna de menos de 2 mm y de 10,79 en aquellas en que la bisagra interna era de más de 2 mm ($p=0,013$; Prueba de Mann-Whitney; significativo) (Tabla II). Por último, la puntuación total era de 76,42 entre las fracturas con bisagra interna de menos de 2 mm y de 57,11 en aquellas en que la bisagra interna era de más de 2 mm ($p=0,002$; Prueba de la t de Student; significativo) (Tabla II).

El factor Tipo de Intervención realizada en los pacientes no ha tenido influencia ni en el dolor ni en la aparición de complicaciones. Ha tenido, sin embargo, cierta repercusión sobre algunos de los parámetros de la valoración funcional de Constant y Murley²⁰, con mejores valores entre los casos tratados con placa bloqueada. La Puntuación del Movimiento era de 23,38 entre los casos tratados con placa bloqueada y de 18,63 en aquellos en que se realizó una hemiartroplastia como tratamiento ($p=0,091$; Prueba de Mann-Whitney; casi significativo) (Tabla II). La puntuación de la fuerza era de 13,72 entre las fracturas tratadas con placa y de 8,39 en las tratadas con prótesis ($p=0,002$;

Tabla II. Correlación variables: Bisagra Interna/Tratamiento

VARIABLES	VARIABLES	Valor* <i>p</i>	PRUEBA
Bisagra Interna	Complicaciones Detectadas	$p=0,034$	Chi Cuadrado de Pearson
Bisagra Interna	Necrosis	<i>$p=0,057$</i>	Chi Cuadrado de Pearson
Bisagra Interna	Puntuación Constant Actividad	$p=0,005$	Prueba de Mann-Whitney
Bisagra Interna	Puntuación Constant Movimiento	$p=0,033$	Prueba de Mann-Whitney
Bisagra Interna	Puntuación Constant Fuerza	$p=0,013$	Prueba de Mann-Whitney
Bisagra Interna	Puntuación Constant Total	$p=0,002$	Prueba t de Student
Tipo Tratamiento	Puntuación Constant Movimiento	<i>$p=0,091$</i>	Prueba de Mann-Whitney
Tipo Tratamiento	Puntuación Constant Fuerza	$p=0,002$	Prueba de Mann-Whitney
Tratamiento – Fracturas Varas	Complicaciones Detectadas	$p=0,005$	Chi Cuadrado de Pearson
Tratamiento – Fracturas Varas	Reducción Espacio Subacromial (S. Subacromial)	<i>$p=0,051$</i>	Chi Cuadrado de Pearson

*Grado de Significación: en cursiva: casi significativo/tendencia significativa. En negrita: valor de correlación significativo.

Prueba de Mann-Whitney; significativo) (Tabla II). Finalmente, la puntuación total era de 62,89 en los casos en que se utilizó una placa y de 53,52 en las fracturas en que se usó una prótesis como método de tratamiento ($p=0,101$; Prueba de la t de Student; no significativo).

Entre las fracturas desplazadas en varo (23 casos), se recurrió para su tratamiento al uso de una placa bloqueada en 18 ocasiones o a una hemiartroplastia en los 5 casos restantes. El factor Tipo de Intervención también ha tenido cierta influencia en el resultado de este grupo de pacientes. En lo que respecta a las complicaciones registradas, ha existido una mayor proporción de las mismas en el grupo de casos tratados con placas bloqueadas. Se ha observado una incidencia de las mismas del 83,3% entre los pacientes tratados con placa (15 de 18 casos) y del 20 % entre los casos cuyo tratamiento fue una prótesis (1 de 5 casos) ($p=0,005$; Chi-Cuadrado de Pearson; significativo) (Tabla II). La aparición de conflicto subacromial durante el período evolutivo ha ocurrido también con mayor frecuencia entre los casos tratados con placa de húmero proximal. Mientras que en este grupo de pacientes se ha observado esta complicación en 8 de los 18 casos (44,4 %), en el grupo cuyo tratamiento fue una hemiartroplastia no se ha registrado esta complicación en ninguno de los pacientes ($p=0,051$; Chi-Cuadrado de Pearson; casi significativo) (Tabla II). El resto de las posibles compli-

caciones que aparecen durante la evolución no se han visto influenciadas por el factor Tipo de Intervención. En cuanto a las distintas puntuaciones de la cotación cifrada de Constant y Murley²⁰, estas han sido casi siempre más altas entre los casos de fractura tratados con prótesis, aunque sin diferencias significativas.

Entre las fracturas desplazadas en valgo (27 casos), en 12 casos la bisagra interna era de menos de 2 mm y en los 15 restantes era superior a 2 mm. En el grupo de pacientes en que la bisagra interna era inferior a 2 mm, en todos ellos se recurrió a una placa bloqueada proximal como sistema de tratamiento. Por el contrario, en el grupo en que la bisagra interna era superior a esta medida, se recurrió para su tratamiento al uso de una placa en 8 ocasiones o a una hemiartroplastia en los otros 7 casos. Al igual que en el apartado anterior de fracturas desplazadas en varo, entre las fracturas desplazadas en valgo y con bisagra interna de más de 2 mm, el factor Tipo de Intervención también ha tenido alguna influencia en el resultado de los casos.

Al analizar el parámetro dolor referido por los pacientes, no se observaron diferencias de resultado entre uno y otro tratamiento. Por lo que respecta a las complicaciones registradas, estas han sido algo más frecuentes en el grupo de las prótesis que entre los pacientes tratados con placa bloqueada, aunque las diferencias no han sido significativas ($p=0,614$; Chi-Cuadrado de Pearson; no significativo). En cuanto a las distintas puntuaciones de la cotación cifrada de Constant y Murley²⁰, estas cifras han sido casi siempre mejores entre las fracturas tratadas con placa bloqueada con diferentes grados de significación. Al revisar la Puntuación del Dolor, esta ha sido muy parecida entre ambos grupos, no existiendo diferencias significativas. La Puntuación de la Actividad ha sido de 14,92 en las fracturas tratadas con placa y de 13,15 en los casos tratados con prótesis ($p=0,086$; Prueba de Mann-Whitney; casi significativo) (Tabla III). La Puntuación del Movimiento ha sido de 25,53 en los casos tratados con placa y de 16,58 en los tratados con hemiartroplastia ($p=0,029$; Prueba de Mann-Whitney; significativo) (Tabla III). La Puntuación de la Fuerza ha sido también mejor entre los casos tratados con placa (13,68) que en los tratados con prótesis (7,69) ($p=0,041$; Prueba de Mann-Whitney; significativo) (Tabla III). Por último, la Puntuación Total ha sido de 64,66 entre las fracturas en que se utilizó una placa bloqueada para su tratamiento y de 49,82 en las fracturas que fueron tratadas con prótesis ($p=0,069$; Prueba de la t de Student; casi significativo) (Tabla III).

El uso o no de Banco de Hueso durante la intervención no ha tenido influencia alguna en los resultados del tratamiento. Por el contrario, sí que ha existido relación entre la situación del Control Radiográfico Postoperatorio y la evolución de las intervenciones. Al analizar las complicaciones detectadas, estas han sido más frecuentes en el grupo de casos en que el control radiográfico era incorrecto. Hemos observado que en-

Tabla III. Correlación variables: Tratamiento Bisagra >2mm/Rx Control Postoperatorio.

VARIABLES	VARIABLES	Valor* p	PRUEBA
Tratamiento – Bisagra > 2 mm	Puntuación Constant Actividad	<i>p=0,086</i>	Prueba de Mann-Whitney
Tratamiento – Bisagra > 2 mm	Puntuación Constant Movimiento	p=0,029	Prueba de Mann-Whitney
Tratamiento – Bisagra > 2 mm	Puntuación Constant Fuerza	p=0,041	Prueba de Mann-Whitney
Tratamiento – Bisagra > 2 mm	Puntuación Constant Total	<i>p=0,069</i>	Prueba t de Student
Rx Control Postoperatorio	Complicaciones Detectadas	p=0,002	Chi Cuadrado de Pearson
Rx Control Postoperatorio	Reducción Espacio Subacromial (S. Subacromial)	p<0,001	Chi Cuadrado de Pearson
Rx Control Postoperatorio	Consolidación Fractura en Varo	p=0,001	Chi Cuadrado de Pearson
Rx Control Postoperatorio	Consolidación Viciosa Tuberosidades	p=0,013	Chi Cuadrado de Pearson
Rx Control Postoperatorio	Protrusión Tornillos Articulación	p=0,046	Chi Cuadrado de Pearson
Rx Control Postoperatorio	Ascenso Cabeza Protésica	p=0,043	Chi Cuadrado de Pearson

*Grado de Significación: En cursiva: casi significativo/tendencia significativa. En negrita: valor de correlación significativo.

tre los 12 casos en que el control era incorrecto, 11 cursaron con alguna complicación (91,6%). Sin embargo, de los 38 en que el control fue correcto, 13 evolucionaron con algún tipo de complicación (34,2%) ($p=0,002$; Chi-Cuadrado de Pearson; significativo) (Tabla III). Pasando revista a estas complicaciones, hemos observado que casi todas ellas han ocurrido con mayor frecuencia cuando el control radiográfico era incorrecto. La reducción del espacio subacromial sucedió en 9 de los 12 casos en que el control era incorrecto (75%) y en 3 de los 38 en que el control era correcto (7,8%) ($p < 0,001$; Chi-Cuadrado de Pearson; significativo) (Tabla III). En cuanto a la consolidación viciosa de la fractura en varo, se produjo en 6 de los 12 casos con control incorrecto (50%) y en 1 de los 26 en que el control postoperatorio era correcto (3,8%) ($p=0,001$; Chi-Cuadrado de Pearson; significativo) (Tabla III). Lo mismo ocurrió con la consolidación viciosa de las tuberosidades. Esta secuela fue observada en 3 de los 12 casos en que el control era incorrecto (25%) y en 1 de los 38 casos con control radiográfico correcto (2,6%) ($p=0,013$; Chi-Cuadrado de Pearson; significativo) (Tabla III). En cuanto a la necrosis, la aparición de esta complicación no se ha visto influenciada por el factor que estamos estudiando. Por lo que se refiere a la protrusión de los tornillos de bloqueo a la articulación, hemos observado

una mayor proporción de esta complicación entre los casos en que el control radiográfico había sido incorrecto: ocurrió en 3 de los 11 casos en que el control era incorrecto (27,2%) y en 1 de los 27 casos con control radiográfico correcto (3,7 %) ($p=0,046$; Chi-Cuadrado de Pearson; significativo) (Tabla III). Finalmente, el ascenso de la cabeza protésica en casos en que se utilizó prótesis para su tratamiento, se ha producido con mayor frecuencia entre los casos en que el control radiográfico era incorrecto. Esta secuela se ha presentado en el único caso en que el control era incorrecto (100%) y en 2 de los 11 casos cuyo control radiográfico había sido correcto (18,1%) ($p=0,043$; Chi-Cuadrado de Pearson; significativo) (Tabla III). Respecto a los parámetros correspondientes a la valoración funcional de Constant y Murley²⁰, los valores observados han sido algo mejores en el grupo de casos en que el control radiográfico había sido correcto pero las diferencias no eran significativas.

La Inadecuada Reducción de las Tuberosidades del húmero proximal en el control radiográfico postoperatorio ha influido algo en la aparición de algunas complicaciones, pero no ha tenido apenas repercusión sobre las distintas cotaciones cifradas de la valoración funcional de Constant y Murley²⁰. Las complicaciones en general han sido más frecuentes en el grupo de casos en que las tuberosidades estaban mal reducidas. Hemos observado que de los 47 casos en que el control radiográfico mostraba una buena reducción de las mismas, sólo 21 presentaron alguna complicación (44,6%). Por el contrario, los 3 casos en que las tuberosidades estaban mal reducidas, cursaron todos ellos con una o más complicaciones postoperatorias (100%) ($p=0,050$; Chi-Cuadrado de Pearson; casi significativo) (Tabla IV). Al pasar revista a las complicaciones, hemos apreciado que sólo algunas de ellas se han visto favorecidas por este defecto técnico. La reducción del espacio subacromial durante la evolución sucedió en 9 de los 47 casos en que las tuberosidades estaban bien reducidas (19,1%) y en los 3 casos en que éstas se encontraban reducidas de forma inadecuada (100%) ($p=0,001$; Chi-Cuadrado de Pearson; significativo) (Tabla IV). Algo parecido ocurrió con la consolidación viciosa de las tuberosidades. Esta secuela fue observada en 1 de los 47 casos en que el control demostraba una buena reducción de las tuberosidades (2,1%) y en los 3 casos en que la reducción de las mismas fue incorrecta (100%) ($p<0,001$; Chi-Cuadrado de Pearson; significativo) (Tabla IV). No hemos encontrado influencia de este factor sobre la aparición de otras complicaciones ni sobre los diferentes parámetros de la valoración funcional de Constant y Murley²⁰.

La Mala Reducción y/o Estabilización de la Fractura en el control radiográfico postoperatorio ha influido también en la aparición de complicaciones. Estas han sido más frecuentes en el grupo de casos en que la fractura estaba mal reducida y/o estabilizada. Hemos observado que de los 31 casos en que el control radio-

Tabla IV. Correlación variables: Complicaciones reducción/secuelas.

VARIABLES	VARIABLES	Valor* <i>p</i>	PRUEBA
Tuberosidades Mal Reducidas	Complicaciones Detectadas	<i>p=0,050</i>	Chi Cuadrado de Pearson
Tuberosidades Mal Reducidas	Reducción Espacio Subacromial (S. Subacromial)	p=0,001	Chi Cuadrado de Pearson
Tuberosidades Mal Reducidas	Consolidación Viciosa Tuberosidades	p<0,001	Chi Cuadrado de Pearson
Mala Reducción Estabilización Fractura	Complicaciones Detectadas	p=0,029	Chi Cuadrado de Pearson
Mala Reducción Estabilización Fractura	Reducción Espacio Subacromial (S. Subacromial)	p=0,002	Chi Cuadrado de Pearson
Mala Reducción Estabilización Fractura	Consolidación Fractura en Varo	p<0,001	Chi Cuadrado de Pearson
Mala Reducción Estabilización Fractura	Protrusión Tornillos Articulación	<i>p=0,079</i>	Chi Cuadrado de Pearson
Osteosíntesis Incorrecta	Complicaciones Detectadas	<i>p=0,066</i>	Chi Cuadrado de Pearson
Osteosíntesis Incorrecta	Puntuación Constant Total	p=0,019	Prueba t de Student

*Grado de Significación: En cursiva: casi significativo/tendencia significativa. En negrita: valor de correlación significativo.

gráfico mostraba una buena reducción de la misma, 19 no presentaron complicaciones (61,3%) y los restantes 12 presentaron alguna de ellas (38,7%). Por el contrario, de los 7 casos en que la fractura estaba mal reducida y/o estabilizada, 6 de ellos cursaron con una o más complicaciones postoperatorias (85,7%) ($p=0,029$; Chi-Cuadrado de Pearson; significativo) (Tabla IV). La reducción del espacio subacromial sucedió en 5 de los 31 casos en que la fractura estaba bien reducida (16,1%) y en 5 de los 7 pacientes en que ésta se encontraba reducida de forma inadecuada (71,4%) ($p=0,002$; Chi-Cuadrado de Pearson; significativo) (Tabla IV). En cuanto a la consolidación viciosa de la fractura en varo, se produjo en 2 de los 31 casos en que la fractura estaba bien reducida (6,4%) y en 5 de los 7 en que el control postoperatorio mostraba una incorrecta reducción de la misma (71,4%) ($p<0,001$; Chi-Cuadrado de Pearson; significativo) (Tabla IV). Algo parecido ocurrió con la protrusión de los tornillos de bloqueo a la articulación. Esta secuela fue observada en 2 de los 31 casos en que el control demostraba una buena reducción de la fractura (6,4%) y en 2 de los 7 en que la reducción fue incorrecta (28,5%) ($p=0,079$; Chi-Cuadrado de Pearson; casi significativo) (Tabla IV). No hemos encontrado influencia de este factor sobre los diferentes parámetros de la valoración funcional de Constant y Murley²⁰.

El factor Osteosíntesis Incorrecta de la Fractura ha influido tan sólo en alguna de las variables de resultado de estas lesiones. Las complicaciones han sido algo más frecuentes en el grupo de casos en que la osteosíntesis de la fractura era incorrecta. Hemos encontrado que de los 35 casos en que el control radiográfico mostraba una osteosíntesis adecuada de la fractura, 20 no presentaron complicaciones (57,2%) y los restantes 15 presentaron alguna de ellas (42,8%). Por el contrario, los 3 casos en que la osteosíntesis era incorrecta cursaron todos ellos con una o más complicaciones postoperatorias (100%) ($p=0,066$; Chi-Cuadrado de Pearson; casi significativo) (Tabla IV). Por lo que se refiere a los parámetros de la valoración funcional de Constant y Murley²⁰, la Puntuación Total fue superior en el grupo de casos con osteosíntesis adecuada. Esta puntuación media fue de 63,84 en los casos en que la osteosíntesis fue correcta y de 51,07 en los que el sistema de estabilización fue incorrecto ($p=0,019$; Prueba de la t de Student; significativo) (Tabla IV).

Discusión

En las fracturas del húmero proximal, dependiendo del tipo de las mismas, puede verse comprometida en algunas ocasiones la vascularización de la cabeza humeral. Este hecho es de enorme importancia, ya que si esto ocurre, el riesgo de necrosis avascular de la cabeza se hace muy elevado. En estos casos, la conservación de la cabeza humeral durante el tratamiento no es posible, teniendo que optarse entonces por prescindir de la misma y sustituirla por una prótesis de la cabeza humeral. Hertel et al., en su trabajo publicado en el año 2004, realizaron un estudio sobre la perfusión sanguínea de la cabeza humeral en las fracturas del húmero proximal, con el fin de determinar los factores predictores de isquemia en esa parte del húmero¹⁹. Observaron que la ruptura de la bisagra interna (cortical medial del cuello humeral) superior a los 2 mm se acompañaba de una mayor incidencia de isquemia de la cabeza humeral. También encontraron que si la extensión metafisaria de la cabeza humeral (parte de la metáfisis que queda unida a la cabeza tras la fractura) era inferior a 8 mm, predisponía de forma importante a la isquemia. Otro hallazgo del estudio fue que la combinación de una extensión metafisaria de la cabeza de menos de 8 mm con una ruptura de la bisagra interna de más de 2 mm, en los casos en que la fractura afectaba al cuello anatómico del húmero, tenía un valor predictivo de isquemia cefálica del 97%¹⁹. También otros autores hablan del valor predictivo de la bisagra interna para el desarrollo de una necrosis avascular²¹.

En fracturas complejas de húmero proximal tipos B o C de la clasificación de la AO/ASIF, algunos autores afirman que puede lograrse la conservación de la cabeza humeral, utilizando en su tratamiento una placa bloqueada²², añadiendo, cuando sea necesario, injerto óseo o cualquier sustitutivo del mismo²³. Por otra parte, en las fracturas más complejas del húmero proximal,

debido al riesgo de isquemia de la cabeza humeral y de necrosis avascular de la misma, la hemiartroplastia del hombro puede ser el tratamiento de elección. Este procedimiento, aunque se ha demostrado que proporciona un buen alivio del dolor, no permite sin embargo lograr un arco amplio de movilidad articular ni una funcionalidad del hombro aceptable³.

Al revisar la bibliografía, hemos encontrado algunos trabajos que recomiendan utilizar la fijación interna en estas fracturas siempre que esto sea posible, dados los mejores resultados que se obtienen en general²⁴. Este procedimiento proporciona una superior evolución que la hemiartroplastia, siempre que se consiga una reducción adecuada de la fractura y unas buenas condiciones de revascularización y viabilidad de la cabeza humeral²⁵. Otros autores apuntan que la hemiartroplastia es un método razonable de tratamiento que se debe utilizar en pacientes de edad avanzada que presentan fracturas conminutas y con desplazamiento importante (tipos C2 y C3) y con mala calidad de tejido óseo que no puede soportar la osteosíntesis interna²⁴⁻²⁶. Existen asimismo artículos que afirman que los resultados funcionales y la satisfacción de los pacientes es parecida, independientemente de su tratamiento con osteosíntesis o hemiartroplastia²⁵.

Al evaluar el pronóstico de estas lesiones, se ha observado que las fracturas complejas, desplazadas en varo, con vascularización precaria y que ocurren en pacientes de edad avanzada tienden a tener una peor evolución y una mayor incidencia de complicaciones que otras fracturas más benignas y desplazadas en valgo^{21,27}. Se ha visto también que las fracturas articulares tienen una mejor evolución cuando son tratadas con osteosíntesis con placa bloqueada²⁷. De igual forma, la reducción anatómica de la fractura se acompaña normalmente de unos mejores resultados²⁷. Dos factores han sido apuntados como los que repercuten principalmente en la evolución de estas lesiones²¹. En primer lugar, el desplazamiento de la fractura en valgo o varo, que es quizás el factor que mayor influencia tiene en el resultado final²¹. En segundo lugar, es de gran valor la longitud del segmento metafisario intacto unido al fragmento articular. Cuando esta longitud es inferior a los 8 mm, quizás sea el factor que más predispone al desarrollo de una necrosis avascular²¹.

Al analizar el capítulo de resultados de este estudio, hemos observado algunos factores que han podido tener repercusión en los resultados del tratamiento de estas lesiones. El “*desplazamiento de la fractura en Valgo o Varo*” ha sido un factor que ha tenido una gran influencia en los resultados de estas lesiones tal y como han apuntado otros autores²¹. Hemos observado que las fracturas desplazadas en varo (Fig. 1) han tenido peores resultados en general en nuestra serie, tanto en la incidencia de complicaciones como en la valoración funcional de Constant y Murley²⁰, con diferentes grados de significación (ver Tabla I). Creemos que esto puede ser debido a la mejor situación biomecánica de

las fracturas desplazadas en valgo que se acompaña de una evolución más benigna de las mismas. También la situación de la “*Bisagra Interna*” tiene un efecto notable en la evolución de los pacientes. Al revisar nuestros resultados, hemos encontrado que las fracturas en las que la bisagra interna era de más de 2 mm tenían una peor evolución (ver Tabla II). La incidencia de complicaciones, especialmente la aparición de necrosis avascular, ha sido mayor cuando la bisagra interna superaba los 2 mm. Esto puede deberse a que en los casos en que la bisagra interna es mayor de 2 mm se incrementa el riesgo de daño de la vascularización que alcanza la cabeza humeral por esta parte del cuello, lo que favorece la aparición de esta complicación. Estos peores resultados también vienen reflejados por los valores inferiores de la cotación cifrada de Constant y Murley²⁰ en los casos en que la bisagra interna es mayor de 2 mm (ver Tabla II).

El “factor *Tipo de Tratamiento de la fractura*” ha tenido también cierta influencia en la evolución y resultados de estas lesiones. En general, hemos visto que la situación clínica de los pacientes y la proporción de las complicaciones de los mismos ha sido parecido en los 2 grupos de tratamiento (placas y prótesis). Sin embargo, en algunos de los valores de la cotación cifrada de Constant y Murley²⁰, han existido diferencias entre los 2 grupos, con unos mejores datos entre los casos tratados con placas (ver Tabla II). Al analizar el efecto del “factor *tratamiento*” en el grupo de casos en que la fractura estaba “*desplazada en varo*”, hemos observado mejores resultados entre los pacientes tratados con hemiartroplastia. La intensidad del dolor de los pacientes era mejor entre los casos tratados con prótesis, pero sin diferencias significativas. En cuanto a las complicaciones, la incidencia de las mismas, especialmente el conflicto subacromial, era más elevada en los casos

tratados con placa con diferente grado de significación. Finalmente, los valores de la cotación cifrada de Constant y Murley²⁰ eran mejores entre los casos tratados con hemiartroplastia, pero sin diferencias significativas (ver Tabla II). Por estas razones, consideramos que el tratamiento con hemiprótesis debe ser el de elección en las fracturas desplazadas en varo.

También hemos evaluado el efecto del “factor *tratamiento*” en el grupo de casos en que la “*bisagra interna era superior a los 2 mm*”. Este factor no ha tenido repercusión sobre el dolor durante el periodo evolutivo y la incidencia de complicaciones. Ha tenido influencia, sin embargo, sobre las cotaciones cifradas de Constant y Murley²⁰ que eran mejores entre los casos tratados con placa, con diferentes grados de significación (ver Tabla III). Basándonos en estos resultados, creemos que la placa bloqueada es la mejor opción de tratamiento en las fracturas desplazadas en valgo, independientemente de que se encuentre interrumpida o no la bisagra interna.

La Técnica Quirúrgica (reflejada en los parámetros “*control radiográfico postoperatorio*”, “*inadecuada reducción de las tuberosidades*”, “*mala reducción y/o estabilización de la fractura*” y “*osteosíntesis incorrecta*”) ha tenido una importante influencia en la evolución de estas lesiones, repercutiendo de distinta forma en el dolor de los pacientes, incidencia de complicaciones y valoración funcional de Constant y Murley²⁰, con mejores resultados de forma constante en los casos en que la técnica fue correcta (Tablas III y IV). Consideramos que no hace falta dar muchas explicaciones sobre este hecho que es vital en nuestra especialidad. Por norma, la técnica quirúrgica debe ser realizada de forma precisa por personal médico debidamente entrenado en este tipo de cirugía, normalmente exigente.

Bibliografía:

1. Kristiansen B, Barfod G, Bredesen J, Erin-Madsen J, Grum B, Horsnaes MW, Aalberg JR. Epidemiology of proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand* 1987; 58:75-7.
2. Helmy N, Hintermann B. New trends in the treatment of proximal humerus fractures. *Clin Orthop Relat Res* 2006; 442: 100-8.
3. Nho SJ, Brophy RH, Barker JU, Cornell Ch N, MacGillivray JD. Innovaciones terapéuticas en las fracturas desplazadas del húmero proximal. *J Am Acad Orthop Surg* (Ed Esp) 2007; 6:90-104.
4. Lind T, Kroner K, Jensen J. The epidemiology of fractures of the proximal humerus: *Arch Orthop Trauma Surg* 1989; 108: 285-7.
5. Koval KJ, Gallagher MA, Marsicano JG, Cuomo F, McShinawy A, Zuc-kerman JD. Functional outcome after minimally displaced fractures of the proximal part of the humerus. *J Bone Joint Surg Am* 1997; 79:203-7.
6. Neer CS 2nd. Displaced proximal humeral fractures. Part II. Treatment of three-part and four-part displacement. *J Bone Joint Surg Am* 1970; 52:1090-103.
7. Mills HJ, Horne G. Fractures of the proximal humerus in adults. *J Trauma* 1985; 25:801-5.
8. Zyto K. Non-operative treatment of comminuted fractures of the proximal humerus in elderly patients. *Injury* 1998; 29:349-52.
9. Gaebler C, McQueen MM, Court-Brown CM. Minimally displaced proximal humeral fractures: epidemiology and outcome in 507 cases. *Acta Orthop Scand* 2003; 74:580-5.
10. Wanner GA, Wanner-Schmid E, Romero J, Hersche O, Von Smekal A, Trentz O, Ertel W. Internal fixation of displaced proximal humeral fractures with two one-third tubular plates. *J Trauma* 2003; 54:536-44.
11. Keene JS, Huizenga RE, Engber WD, Rogers SC. Proximal humeral fractures: a correlation of residual deformity with long-term function. *Orthopedics* 1983; 6:173-8.
12. Leyshon RL. Closed treatment of fractures of the proximal humerus. *Acta Orthop Scand* 1984; 55:48-51.
13. Ko JY, Yamamoto R. Surgical treatment of complex fracture of the proximal humerus. *Clin Orthop Relat Res* 1996; 327:225-37.
14. Zyto K, Ahrengart L, Sperber A, Törnkvist H. Treatment of displaced proximal humeral fractures in elderly patients. *J Bone Joint Surg Br* 1997; 79:412-7.
15. Konrad G, Bayer J, Hepp P, Voigt C, Oestern H, Kääh M, Luo C, Plecko M, Wendt K, Köstler W, Südkamp N. Open reduction and internal fixation of proximal humeral fractures with use of the locking proximal humerus plate. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am* 2010; 92 suppl 1:85-95.
16. Naranja RJ Jr, Iannotti JP. Displaced three- and four-part proximal humeral fractures: evaluation and management. *J Am Acad Orthop Surg* 2000; 8:373-82.
17. Müller ME. Appendix A. The comprehensive classification of fractures of long bones. En: Müller ME, Allgöwer M, Schneider R, Willenegger H, editores. *Manual of Internal Fixation: Techniques Recommended by the AO-ASIF Group*. Berlin:Springer-Verlag; 1991. p.118-25.
18. Müller ME, Nazarian S, Koch P, Schatzker J. The comprehensive classification of fractures of long bones. New York: Springer-Verlag; 1990.
19. 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.
20. Constant CR, Murley AH. A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res* 1987; 214:160-4.
21. Solberg BD, Moon ChN, Franco DP, Paiement GD. Locking plating of 3- and 4-part proximal humerus fractures in older patients: the effect of initial fracture pattern on outcome. *J Orthop Trauma* 2009; 23:113-9.
22. Strohm PC, Kostler W, Sudkamp NP. Locking plate fixation of proximal humerus fractures. *Tech Shoulder Elbow Surg* 2005; 6:8-13.
23. Gerber C, Werner CML, Vienne P. Internal fixation of complex fractures of the proximal humerus. *J Bone Joint Surg Br* 2004; 86:848-55.
24. Szyszkowitz R, Seggl W, Schleifer P, Cundy PJ. Proximal humeral fractures: management techniques and expected results. *Clin Orthop Relat Res* 1993; 292:13-25.
25. Bastian JD, Hertel R. Osteosynthesis and hemiarthroplasty of fractures of the proximal humerus: outcomes in a consecutive case series. *J Shoulder Elbow Surg* 2009; 18:216-9.
26. De Franco MJ, Brems JJ, Williams GR Jr, Iannotti JP. Evaluation and management of valgus impacted four-part proximal humerus fractures. *Clin Orthop Relat Res* 2006; 442:109-14.
27. 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; 43:153-8.