

# Fracturas del húmero proximal. Su tratamiento con clavos bloqueados proximales.

A. J. ARENAS PLANELLES, A. D'ARRIGO, A. ARENAS MIQUÉLEZ, J. DUART CLEMENTE

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

**Resumen.** Se presentan 27 casos de fractura de húmero proximal tratados mediante osteosíntesis con clavo proximal bloqueado. Los resultados fueron buenos en la mayor parte de los pacientes, con un dolor medio de 11,67/15 en la cotación cifrada de Constant, una fuerza de 14/25 puntos y una movilidad de 20,52/40 puntos. Las complicaciones más importantes fueron el conflicto subacromial (29,6%), la consolidación viciosa de la fractura en varo (29,6%) y la protrusión de los tornillos de bloqueo proximal a la articulación. El clavo proximal es buen método de tratamiento en las fracturas del húmero proximal cuando se utiliza en fracturas simples.

## Proximal humerus fractures. Management with a proximal antegrade locking nail

**Summary.** 27 cases of fracture of the proximal humerus are presented. They were treated by closed reduction and internal fixation with a proximal locking humeral nail. The results were satisfactory at most of the patients concerning the residual pain (mean Constant-Murley pain score: 11,67/15), the strength (mean Constant-Murley strength score: 14/25) and joint mobility of the shoulder (mean Constant-Murley mobility score: 20,52/40). The most important complications were rotator cuff disorders (29,6%), varus consolidation of fracture (29,6%) and prominent hardware (18,5%). The proximal humeral nail is a good method of treatment for fractures of the proximal humerus when it is used in simple fractures.

---

### Correspondencia:

Antonio Arenas Planelles.  
Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología.  
Complejo Hospitalario de Navarra.  
C/Irunlarrea, 3.  
31008 Pamplona.  
planellesantonio@yahoo.es

### Introducción

Las fracturas de la parte proximal del húmero son lesiones frecuentes, constituyendo aproximadamente entre el 4% y el 5% de todas las fracturas<sup>1-4</sup>. Estas fracturas son las segundas más frecuentes de la extremidad superior, después de las fracturas del radio distal<sup>5</sup>. Además, en personas de edad avanzada son las terceras en frecuencia tras las fracturas de la cadera y del radio distal<sup>5-7</sup>.

Existe acuerdo entre gran parte de los autores en que las fracturas simples, estables y no desplazadas del húmero proximal, que constituyen cerca del 80% de

estas lesiones, deben ser tratadas de forma conservadora, pues los resultados que se obtienen son normalmente satisfactorios<sup>7-11</sup>. Sin embargo, existe una gran controversia en lo que se refiere al manejo de las fracturas desplazadas y conminutas de esta parte del húmero<sup>12-17</sup>. Hay una gran variedad de sistemas de fijación de las fracturas pero ninguno de ellos ha sido probado que sea más efectivo que los demás<sup>13-17</sup>. Los problemas mecánicos relacionados con los implantes y la perseverancia de la integridad biológica de la cabeza humeral siguen sin estar resueltos en la actualidad<sup>13</sup>. Los nuevos tipos de implante proporcionan una mejor estabilidad angular de la fractura, favoreciendo el mantenimiento de la reducción conseguida durante la intervención hasta la definitiva curación de la misma<sup>13,14</sup>. Por otra parte, en pacientes de edad avanzada la osteoporosis provoca que la fijación interna sea problemática, lo que contribuye frecuentemente al fallo de la osteosíntesis y condiciona unos resultados clínicos pobres<sup>3</sup>. Debido a esto, desde hace algún tiempo se ha recurrido al enclavado anterógrado de

la fractura utilizando un clavo bloqueado, por ser un procedimiento atractivo que proporciona resultados alentadores<sup>18,19</sup>, especialmente en los patrones de fractura más simples<sup>4</sup>.

El objetivo de este trabajo es presentar una serie de 27 casos de fractura de la parte proximal del húmero, diagnosticadas y tratadas en nuestro Servicio, utilizándose en todos ellos un clavo proximal de húmero como método de osteosíntesis.

## Material y métodos

Para la realización de este estudio se ha revisado de forma retrospectiva el material clínico de 27 casos de fractura de la porción proximal del húmero, tratados todos ellos en nuestro Servicio mediante reducción y osteosíntesis con un clavo proximal de húmero desde el año 2000 hasta finales del año 2010. No se ha realizado ningún tipo de selección de los pacientes, ya que se han incluido para el análisis todos los casos tratados con esta técnica durante el período de tiempo mencionado.

De cada uno de los casos revisados se han recogido datos clínicos, radiológicos y relacionados con la intervención quirúrgica, así como ciertos parámetros de diversa índole para la valoración de los resultados, calidad de los mismos y tiempo de evolución tras el tratamiento efectuado.

Entre los datos clínicos y radiológicos 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 lesión y el tipo de fractura. Para la clasificación del tipo de fractura se ha utilizado el método propuesto por la AO<sup>20</sup>, por ser un sistema válido y usado en algunos trabajos<sup>21,22</sup>.

Respecto al tratamiento quirúrgico, se ha registrado el tiempo que se difirió la intervención. También se han recogido datos del control radiográfico postoperatorio, si éste es 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 Murley<sup>23</sup> para cuantificar el

resultado funcional de las lesiones de la articulación del hombro. 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, así mismo, pruebas descriptivas de la muestra (parámetros estadísticos básicos, frecuencias en las variables cualitativas, etc.) para exponer las características de la misma. Al describir las medias, éstas 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 la 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. De igual forma, 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 se ajustaba a la curva normal en tan sólo alguna de las variables numéricas como la Edad, la Puntuación del Movimiento y la Puntuación Total de la cotación cifrada de Constant y Murley<sup>23</sup>.

La edad de los pacientes oscilaba entre 43 y 86 años, con un valor medio de 66,96  $\pm$  12,87 (e.e.m.: 2,48) y un intervalo de confianza para la media al 95% de 61,87 - 72,05. Por grupos de edad, 10 correspondían al grupo A (37,0%), 5 al grupo B (18,5%) y los 12 casos restantes al grupo C (44,4%). Por lo que respecta al sexo, 16 de los pacientes eran varones (59,3%) y los 11 restantes eran mujeres (40,7%). El mecanismo de producción de la fractura era de baja energía en 23 casos (85,2%) y de alta energía en los 4 restantes (14,8%). El tipo de la fractura según la clasificación propuesta por la AO<sup>20</sup> ha venido distribuido como sigue: A3 (23 casos - 85,2%) y B2 (4 casos - 14,8%) (Figs. 1 y 2)

En 1 caso, 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 provi-

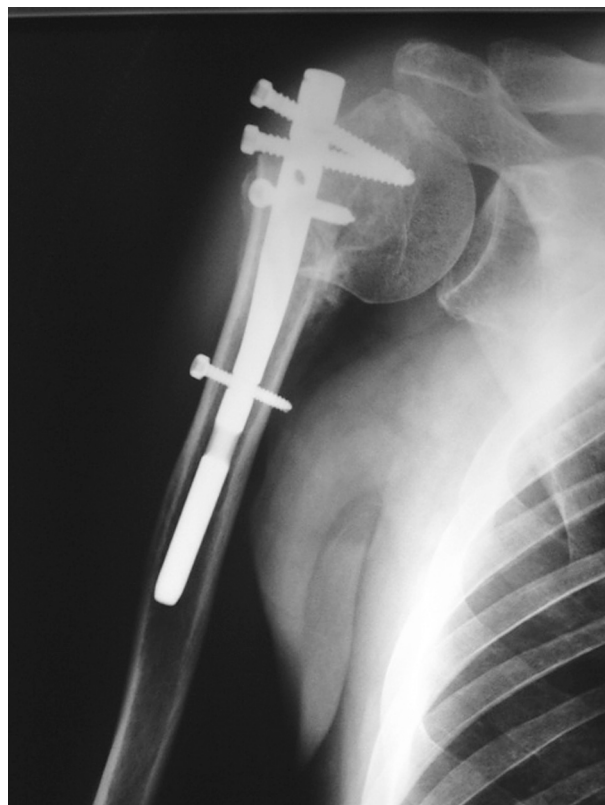


**Figura 1.** Estudio radiográfico en proyección A-P de húmero proximal derecho en el que se aprecia una fractura tipo A3 con notable desplazamiento.

sional, siendo intervenida posteriormente. El retraso que sufrió dicha intervención osciló entre 1 día y 25 días, con un valor medio de 5,19 ± 5,7 (e.e.m.: 1,09) y un intervalo de confianza para la media al 95% de 2,93 - 7,44.



**Figura 2.** Estudio radiográfico en proyección A-P de una fractura del húmero proximal izquierdo tipo B2 con afectación del troquíter y desplazamiento en varo.

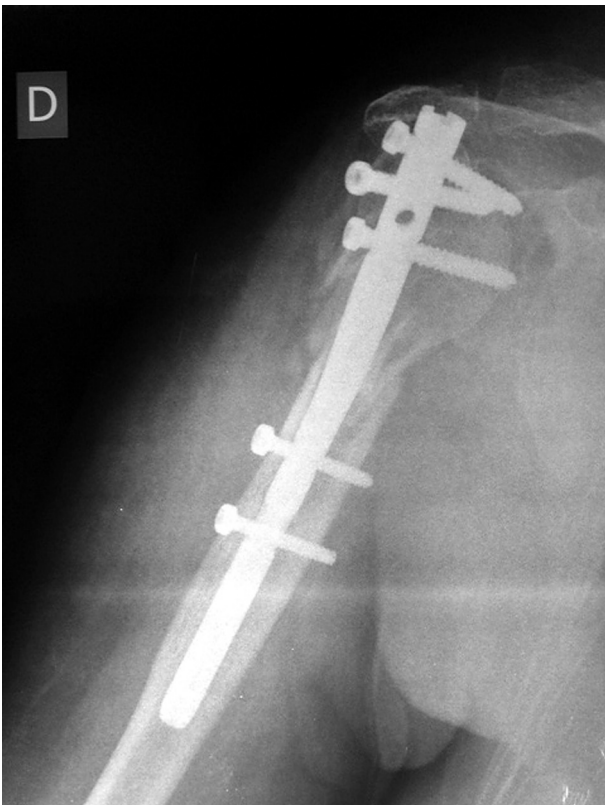


**Figura 3.** Estudio radiográfico en proyección A-P de una fractura del húmero proximal derecho en la que se aprecia una incorrecta reducción de la fractura.

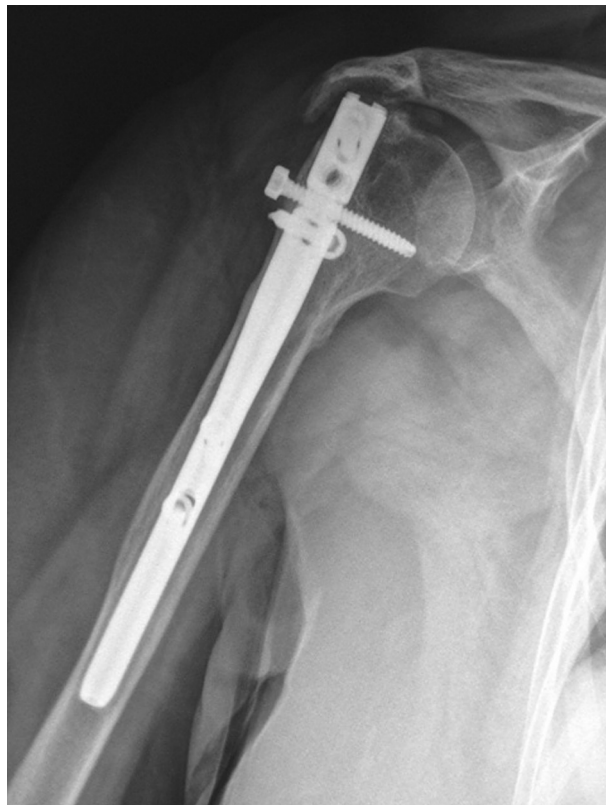
En todos los casos de la serie se utilizó para la intervención una vía de abordaje antero-lateral del hombro sobre la zona del troquíter para la introducción del clavo. Una vez conseguida la reducción ortopédica de la fractura, se procedió a la estabilización de la misma mediante osteosíntesis con un clavo proximal de húmero tipo T2 (STRYKER). El control radiográfico postoperatorio era correcto en 20 de los casos (74.1%) e incorrecto en los 7 restantes (25,9%). Entre los defectos observados en dicho control se encontraron 3 casos de mala reducción de la fractura (11,1%) (Fig. 3), 4 fracturas tratadas con osteosíntesis incorrecta (14,8%) y en 4 casos el clavo estaba prominente y sobresalía del contorno de la cabeza humeral (14,8%) (Figs. 4 y 5).

El tiempo de seguimiento de los pacientes oscilaba entre 2 y 41 meses, con un valor medio de 12,85 ± 9,26 (e.e.m.: 1,78) y un intervalo de confianza para la media al 95% de 9,19 - 16,51.

Al revisar las complicaciones detectadas, éstas fueron observadas en 12 de los casos (44.4%), no encontrándose ninguna de ellas en los 15 restantes (55,6%). Se ha registrado reducción del espacio subacromial durante el período evolutivo con la correspondiente sintomatología.



**Figura 4.** Radiografía en proyección A-P de fractura de húmero proximal derecho en la que se aprecia una inadecuada disposición de los tornillos proximales y una prominencia excesiva del clavo en su parte proximal.



**Figura 5.** Fractura de húmero proximal derecho en la que se observa una excesiva prominencia proximal del clavo que roza con la parte inferior del acromion, habiendo provocado una notable erosión en el mismo.

gía de síndrome subacromial en 8 de los casos (29,6%) (Figs. 3, 4 y 5), consolidación viciosa de la fractura en posición de varo en 8 casos de la serie (29,6%) (Fig. 6), consolidación viciosa de las tuberosidades en 2 casos (7,4%), protrusión de los tornillos de bloqueo proximal a la articulación glenohumeral en 5 casos (18,5%) (Figs. 4 y 7) y retardo o falta de consolidación de la fractura en otros 2 casos (7,4%),

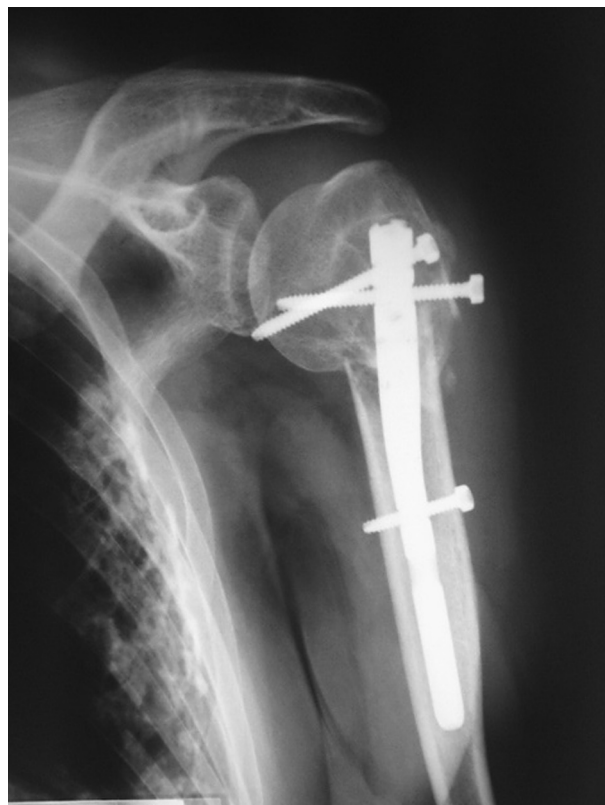
Al analizar el dolor manifestado por el paciente en la fecha de la última revisión en consulta, hemos observado que 14 pacientes no presentaban dolor (51,9%), en 10 casos el dolor era leve (37%), en 1 era moderado (3,7%) y en los 2 restantes el dolor era severo (7,4%). La Puntuación de Dolor de la cotación cifrada de Constant y Murley<sup>23</sup> oscilaba entre 0 y 15 puntos, con un valor medio de  $11,67 \pm 4,38$  (e.e.m.: 0,84) y un intervalo de confianza para la media al 95% de 9,93 - 13,40. La Puntuación de Actividad oscilaba entre 3 y 16 puntos, con un valor medio de  $14,52 \pm 4,14$  (e.e.m.: 0,79) y un intervalo de confianza para la media al 95% de 12,88 - 16,15. La Puntuación del Movimiento oscilaba entre 0 y 34 puntos, con un valor medio de  $20,52 \pm 7,59$  (e.e.m.: 1,46)

y un intervalo de confianza para la media al 95% de 17,51 - 23,52. La Puntuación de la Fuerza oscilaba entre 0 y 20 puntos, con un valor medio de  $14 \pm 5,37$  (e.e.m.: 1,03) y un intervalo de confianza para la media al 95% de 11,88 - 16,12. Por último, La Puntuación Total oscilaba entre 3 y 87 puntos, con un valor medio de  $60,70 \pm 20,24$  (e.e.m.: 3,89) y un intervalo de confianza para la media al 95% de 52,70 - 68,71. En cuanto a la satisfacción subjetiva de los pacientes, éstos estaban satisfechos con el resultado en 14 de los casos (51,9%), no del todo satisfechos en 9 de las ocasiones (33,3%) e insatisfechos en los 4 casos restantes (14,8%).

Al realizar los contrastes entre las distintas variables, hemos observado que el "factor Edad" ha tenido influencia en algunas de las otras variables relacionadas con el resultado. En cuanto a la satisfacción de los pacientes, la edad media de los casos que se encontraban satisfechos con el resultado de la cirugía era de 62,43 años, la de los que no estaban del todo satisfechos de 71,11 años y la de los insatisfechos de 73,50 años ( $p = 0,158$ ; Anova de 1 factor; no significativo) (Tabla 1). Por otra parte, de los 10 casos con edad igual o inferior a 59 años, 8 se encon-



**Figura 6.** Fractura de húmero proximal derecho tratada con clavo proximal, consolidada en varo (el clavo ha sido retirado).



**Figura 7.** Fractura de húmero proximal izquierdo en la que se aprecia una invasión del espacio articular glenohumeral por un tornillo de bloqueo proximal del clavo.

traban satisfechos con el resultado, 1 no del todo satisfecho y el caso restante se encontraba insatisfecho. Por el contrario, de los 12 casos con edades iguales o superiores a 71 años, 5 estaban satisfechos, 4 no estaban del todo satisfechos y los 3 restantes referían encontrarse insatisfechos con su situación ( $p = 0,052$ ; Prueba del Chi-Cuadrado de Pearson; casi significativo) (Tabla 1). En cuanto a las complicaciones, hemos observado una mayor incidencia de compromisos subacromiales en pacientes de más edad. Entre los 10 casos de menor edad (59 años o menos), no se encontró ningún síndrome subacromial postoperatorio. Por el contrario, en el grupo de 12 casos de más edad (71 años o mayores de esa edad), 5 casos presentaron dicha complicación ( $p = 0,027$ ; Prueba del Chi-Cuadrado de Pearson; significativo) (Tabla 1). Por otra parte, la edad media de los casos que no presentaron esta complicación era de 64 años, muy inferior que la del grupo de casos que cursaron con sintomatología subacromial (74 años) ( $p = 0,02$ ; Prueba de la T de Student; significativo) (Tabla 1). El factor edad, sin embargo, no ha tenido influencia alguna en la aparición de otras complicaciones ni tampoco en las distintas puntuaciones de la cotación cifrada de Constant y Murley<sup>23</sup>.

El "factor Sexo" ha tenido una mayor influencia en los resultados, con unos mejores valores entre los pacientes varones. En dolor referido por los pacientes varones era leve o no existía en todos los casos (16 de 16), mientras que entre las 11 mujeres, 8 no tenían dolor o este era leve (72,7%), y en las 3 restantes, el dolor era moderado o severo (27,3%) ( $p = 0,076$ ; Prueba del Chi-Cuadrado de Pearson; casi significativo) (Tabla 1). En cuanto a la satisfacción de los pacientes, entre los varones, 11 estaban satisfechos con el resultado (68,8%) y los 5 casos restantes no estaban del todo satisfechos con su situación (31,2%). Entre las mujeres han sido peores los resultados, con 3 de ellas satisfechas con el resultado (27,3%), 4 casos no del todo satisfechas (36,4%) y las 4 restantes (36,4%) estaban insatisfechas ( $p = 0,018$ ; Prueba del Chi-Cuadrado de Pearson; significativo) (Tabla 1). Por lo que se refiere a las complicaciones en general, el 25% de los varones cursaron con alguna de ellas, mientras que en el grupo de mujeres el porcentaje de las mismas ascendió al 72,7% de los casos ( $p = 0,014$ ; Prueba del Chi-Cuadrado de Pearson; significativo) (Tabla 1). La aparición de síndrome subacromial residual ha sido más frecuente entre las mujeres (54,5%) que en el caso de los

Tabla 1. Correlación variables (I).

VARIABLES	VARIABLES	GRADO SIGNIFICACIÓN	PRUEBA UTILIZADA
Edad	Satisfacción del Paciente	$p = 0,158$	Anova 1 Factor
Edad	Satisfacción del Paciente	$p = 0,052$	Chi Cuadrado de Pearson
Edad	Reducción Espacio Subacromial (S. Subacromial)	$p = 0,027$	Chi Cuadrado de Pearson
Edad	Reducción Espacio Subacromial (S. Subacromial)	$p = 0,020$	Prueba T de Student
Sexo	Dolor Manifestado Paciente	$p = 0,076$	Chi Cuadrado de Pearson
Sexo	Satisfacción del Paciente	$p = 0,018$	Chi Cuadrado de Pearson
Sexo	Complicaciones Detectadas	$p = 0,014$	Chi Cuadrado de Pearson
Sexo	Reducción Espacio Subacromial (S. Subacromial)	$p = 0,019$	Chi Cuadrado de Pearson
Sexo	Protrusión Tornillos Articulación	$p = 0,048$	Chi Cuadrado de Pearson
Sexo	Retardo-Falta Consolidación	$p = 0,076$	Chi Cuadrado de Pearson
Sexo	Puntuación Constant Dolor	$p = 0,016$	Prueba de Mann-Whitney
Sexo	Puntuación Constant Actividad	$p = 0,014$	Prueba de Mann-Whitney

varones (12,5%) ( $p = 0,019$ ; Prueba del Chi-Cuadrado de Pearson; significativo) (Tabla 1). En cuanto a la protrusión de los tornillos a la articulación del hombro, también ha sido más frecuente entre las mujeres (36,4%) que en los varones (6,3%) ( $p = 0,048$ ; Prueba del Chi-Cuadrado de Pearson; significativo) (Tabla 1). El retardo o falta de consolidación de la fractura no se ha dado en ningún paciente varón y se han registrado 2 casos entre el grupo de pacientes mujeres (18,2%) ( $p = 0,076$ ; Prueba del Chi-Cuadrado de Pearson; casi significativo) (Tabla 1). Hay que añadir que todas las puntuaciones de la cota-ción cifrada de Constant y Murley<sup>23</sup> han sido más elevadas entre los pacientes de sexo masculino. La Puntuación media de Dolor era de 13,44 entre los varones y de 9,09 entre las mujeres ( $p = 0,016$ ; Prueba de Mann-Whitney;

significativo) (Tabla 1). La Puntuación de Actividad era de 16,25 en los varones y de 12 entre las mujeres ( $p = 0,014$ ; Prueba de la Mann-Whitney; significativo) (Tabla 1). En cuanto a la Puntuación de Movimiento, esta era de 23,5 entre los varones y de 16,18 en el grupo de las mujeres ( $p = 0,011$ ; Prueba de la T de Student; significativo) (Tabla 2). La Puntuación de Fuerza era de 16,63 entre los varones y de 10,18 entre las mujeres ( $p = 0,003$ ; Prueba de Mann-Whitney; significativo) (Tabla 2). Finalmente, la Puntuación Total media era de 69,81 entre los varones y de 47,45 entre las mujeres ( $p = 0,011$ ; Prueba de la T de Student; significativo) (Tabla 2).

El "factor Mecanismo de Producción de la Fractura" no ha tenido ninguna influencia ni en la aparición de complicaciones ni en los resultados subjetivos ni objeti-

Tabla 2. Correlación variables (II).

VARIABLES	VARIABLES	GRADO SIGNIFICACIÓN	PRUEBA UTILIZADA
Sexo	Puntuación Constant Movimiento	$p = 0,011$	Prueba T de Student
Sexo	Puntuación Constant Fuerza	$p = 0,003$	Prueba de Mann-Whitney
Sexo	Puntuación Constant Total	$p = 0,011$	Prueba T de Student
Tipo Fractura AO	Dolor Manifestado Paciente	$p = 0,099$	Chi Cuadrado de Pearson
Rx Control Postoperatoria	Dolor Manifestado Paciente	$p = 0,070$	Chi Cuadrado de Pearson
Rx Control Postoperatoria	Satisfacción del Paciente	$p = 0,068$	Chi Cuadrado de Pearson
Rx Control Postoperatoria	Complicaciones Detectadas	$p = 0,001$	Chi Cuadrado de Pearson
Rx Control Postoperatoria	Reducción Espacio Subacromial (S. Subacromial)	$p = 0,005$	Chi Cuadrado de Pearson
Rx Control Postoperatoria	Consolidación Fractura en Varo	$p = 0,064$	Chi Cuadrado de Pearson
Rx Control Postoperatoria	Consolidación Viciosa Tuberosidades	$p = 0,013$	Chi Cuadrado de Pearson
Rx Control Postoperatoria	Protrusión Tornillos Articulación	$p = 0,002$	Chi Cuadrado de Pearson
Rx Control Postoperatoria	Puntuación Constant Dolor	$p = 0,017$	Prueba de Mann-Whitney

vos de los pacientes. En cuanto al "factor Tipo de Fractura", el dolor referido por los pacientes ha sido algo menor en los casos de fractura A3 de AO, pero sin diferencias significativas. De los 23 casos de fractura tipo A3, 21 (91,3%) no tenían dolor o este era leve. Frente a esto, de los 4 casos de fractura tipo B2, en 3 no existía dolor o era leve (75%) ( $p = 0,099$ ; Prueba del Chi-Cuadrado de Pearson; casi significativo) (Tabla 2). La aparición de complicaciones y el resto de parámetros de resultado no se han visto sin embargo influenciados por este factor.

El "factor Control Radiográfico Postoperatorio" sí que ha tenido influencia notable en los resultados de estas lesiones. De los 20 casos en que dicho control era correcto, 19 de ellos cursaron sin dolor o este era leve (95%). En la otra parte, de los 7 casos en los que el control radiográfico era incorrecto, 5 no tenían dolor o era leve (71,4%) y en los otros 2 era moderado o severo (28,6%) ( $p = 0,07$ ; Prueba del Chi-Cuadrado de Pearson; casi significativo) (Tabla 2). En cuanto a la satisfacción de los pacientes, de los 20 casos en que el control era correcto, 13 pacientes se encontraban satisfechos con el resultado (65%), 5 casos no estaban del todo satisfechos (25%) y los 2 restantes estaban insatisfechos (10%). Por el contrario, en el grupo de 7 casos en que el control radiográfico era incorrecto, 1 estaba satisfecho (14,3%), 4 pacientes no estaban del todo satisfechos (57,1%) y los 2 restantes se encontraban insatisfechos con su situación final (28,6%) ( $p = 0,068$ ; Prueba del Chi-Cuadrado de Pearson; casi significativo) (Tabla 2). Por lo que respecta a las complicaciones detectadas, ha habido una mayor incidencia de las mismas en el grupo de casos en que el control radiográfico era incorrecto. En este último grupo, los 7 casos que lo componían cursaron todos ellos con alguna complicación (100%). Por el contrario, de los 20 casos en que el control era correcto, sólo 5 se vieron acompañados de complicaciones de algún tipo (25%) ( $p = 0,001$ ; Prueba del Chi-Cuadrado de Pearson; significativo) (Tabla 2). Se registró sintomatología subacromial en 3 de los 20 casos en los que el control era correcto (15%) y en 5 de los 7 en que el control era incorrecto (71,4%) ( $p = 0,005$ ; Prueba del Chi-Cuadrado de Pearson; significativo) (Tabla 2). Se apreció una consolidación viciosa de la fractura en varo en 4 de los 20 casos en los que el control era correcto (20%) y en 4 de los 7 pacientes cuyo control radiográfico postoperatorio fue incorrecto (57,1%) ( $p = 0,064$ ; Prueba del Chi-Cuadrado de Pearson; casi significativo) (Tabla 2). Se observó asimismo consolidación viciosa de las tuberosidades en 2 de los 7 casos en los que el control era incorrecto

(28,6%) y en ninguno de los 20 cuyo control radiográfico era correcto ( $p = 0,013$ ; Prueba del Chi-Cuadrado de Pearson; significativo) (Tabla 2). Se registró protrusión de los tornillos de bloqueo proximal a la articulación del hombro en 1 de los 20 casos con control correcto (5%) y en 4 de los 7 pacientes en los que el control había sido incorrecto (57,1%) ( $p = 0,002$ ; Prueba del Chi-Cuadrado de Pearson; significativo) (Tabla 2). En cuanto a la cotación cifrada de Constant y Murley<sup>23</sup>, la Puntuación media de Dolor fue de 12,75 en los casos en que el control era correcto y de 8,57 en los que era incorrecto ( $p = 0,017$ ; Prueba de Mann-Whitney; significativo) (Tabla 2). La Puntuación de Actividad era de 15,85 en los casos en que el control era correcto y de 10,71 en el grupo de casos con control radiográfico incorrecto ( $p = 0,002$ ; Prueba de la Mann-Whitney; significativo) (Tabla 3). En cuanto a la Puntuación media de Movimiento, esta era de 22,8 en el grupo de casos en que el control era correcto y de 14,00 entre los casos en que el control era incorrecto ( $p = 0,006$ ; Prueba de la T de Student; significativo) (Tabla 3). La Puntuación de Fuerza era de 15,30 en los casos con control correcto y de 10,29 en el grupo de casos en que el control era incorrecto ( $p = 0,028$ ; Prueba de Mann-Whitney; significativo) (Tabla 3). Por último, la Puntuación Total media era de 66,70 en el grupo de pacientes cuyo control radiográfico era correcto y de 43,57 entre los casos en que el control era incorrecto ( $p = 0,007$ ; Prueba de la T de Student; significativo) (Tabla 3).

El "factor Mala Reducción de la Fractura" también ha influido de forma importante en los resultados de estas lesiones. El dolor referido por los pacientes era leve o no existía en 23 de los 24 casos que no presentaron este defecto radiográfico (95,8%). Por el contrario, entre los casos que presentaron este defecto de la técnica, 1 tenía dolor leve, otro moderado y el tercero cursó con dolor severo ( $p = 0,005$ ; Prueba del Chi-Cuadrado de Pearson; significativo) (Tabla 3). En cuanto a la satisfacción de los pacientes, de los 24 casos en que la fractura estaba bien reducida, 14 estaban satisfechos con el resultado obtenido (58,3%), 8 estaban no del todo satisfechos (33,3%) y los 2 restantes (8,3%) referían encontrarse insatisfechos con el resultado. Contrastando con esto, de los casos en que la fractura estaba mal reducida, 1 no estaba del todo satisfecho (33,3%) y los otros 2 referían estar insatisfechos con el resultado (66,6%) ( $p = 0,019$ ; Prueba del Chi-Cuadrado de Pearson; significativo) (Tabla 3). Al pasar revista a las distintas complicaciones, de los 24 casos en que la fractura estaba bien reducida, 9 cursaron con complicaciones (37,5%) y los 15

Tabla 3. Correlación variables (III).

VARIABLES	VARIABLES	GRADO SIGNIFICACIÓN	PRUEBA UTILIZADA
Rx Control Postoperatoria	Puntuación Constant Actividad	p = 0,002	Prueba de Mann-Whitney
Rx Control Postoperatoria	Puntuación Constant Movimiento	p = 0,006	Prueba T de Student
Rx Control Postoperatoria	Puntuación Constant Fuerza	p = 0,028	Prueba de Mann-Whitney
Rx Control Postoperatoria	Puntuación Constant Total	p = 0,007	Prueba T de Student
Mala Reducción Estabilización Fractura	Dolor Manifestado Paciente	p = 0,005	Chi Cuadrado de Pearson
Mala Reducción Estabilización Fractura	Satisfacción del Paciente	p = 0,019	Chi Cuadrado de Pearson
Mala Reducción Estabilización Fractura	Complicaciones Detectadas	p = 0,040	Chi Cuadrado de Pearson
Mala Reducción Estabilización Fractura	Consolidación Viciosa Tuberosidades	p = 0,069	Chi Cuadrado de Pearson
Mala Reducción Estabilización Fractura	Protrusión Tornillos Articulación	p = 0,023	Chi Cuadrado de Pearson
Mala Reducción Estabilización Fractura	Puntuación Constant Dolor	p = 0,013	Prueba de Mann-Whitney
Mala Reducción Estabilización Fractura	Puntuación Constant Actividad	p = 0,007	Prueba de Mann-Whitney

restantes no presentaron ninguna de ellas (62,5%). Por el contrario, todos los casos en que la fractura estaba mal reducida (3) cursaron con complicaciones (100%) (p = 0,040; Prueba del Chi-Cuadrado de Pearson; significativo) (Tabla 3). La aparición de sintomatología de conflicto subacromial y la consolidación viciosa de la fractura en varo se dio con mayor frecuencia en casos en que la fractura estaba mal reducida, aunque sin diferencias significativas. En cuanto a la consolidación viciosa de las tuberosidades, se produjo en 1 de los 24 casos de fracturas bien reducidas (4,2%) y en 1 de las 3 fracturas mal reducidas (33,3%) (p = 0,069; Prueba del Chi-Cuadrado de Pearson; casi significativo) (Tabla 3). También se ha visto influenciada la protrusión de los tornillos a la articulación por el factor mala reducción de la fractura: esta complicación se ha registrado en 3 de los 24 casos de fracturas bien reducidas (12,5%) y en 2 de los 3 casos de fracturas mal reducidas (66,7%) (p = 0,023; Prueba del Chi-Cuadrado de Pearson; significativo) (Tabla 3). En cuanto a la cotación cifrada de Constant y Murley<sup>23</sup>, la Puntuación media de Dolor fue de 12,50 en los casos en que la fractura estaba bien reducida y de 5 en los que la reducción era incorrecta (p = 0,013; Prueba de Mann-Whitney; significativo) (Tabla 3). La Puntuación de Actividad era de 15,46 en los casos en que la fractura estaba bien reducida y de 7,00 en aquellos en que la reducción no era adecuada (p = 0,007; Prueba de la Mann-Whitney; significativo) (Tabla 3). En cuanto a la Puntuación media de Movimiento, esta era de 21,58 en el

grupo de casos en que la fractura había sido bien reducida y de 12,00 puntos entre los casos en que la reducción no había sido buena (p = 0,037; Prueba de la T de Student; significativo) (Tabla 4). La Puntuación de Fuerza era de 14,92 en los casos de fractura bien reducida y de 6,67 en el grupo de pacientes en los que la reducción de la fractura no era buena (p = 0,053; Prueba de Mann-Whitney; casi significativo) (Tabla 4). Por último, la Puntuación Total media era de 64,46 en el grupo de pacientes cuya fractura había sido bien reducida y de 30,67 en aquellos en que la reducción no había sido adecuada (p = 0,004; Prueba de la T de Student; significativo) (Tabla 4).

El "factor Osteosíntesis Incorrecta de la Fractura" ha repercutido asimismo de forma clara en la evolución de los pacientes. El dolor manifestado por los pacientes era leve o no existía en 22 de los 23 casos que no presentaron este defecto de la técnica quirúrgica (95,7%). Por el contrario, entre los casos que presentaron el defecto, 2 tenían dolor leve, otro moderado y el cuarto cursó con dolor severo (p = 0,016; Prueba del Chi-Cuadrado de Pearson; significativo) (Tabla 4). En cuanto a la satisfacción de los pacientes, de los 23 casos en que la osteosíntesis de la fractura era correcta, 14 estaban satisfechos con el resultado obtenido (60,9%), 7 estaban no del todo satisfechos (30,4%) y los 2 restantes (8,7%) referían encontrarse insatisfechos con el resultado. Contrastando con esto, de los casos en que la osteosíntesis no era correcta, 2 no estaban del todo satisfechos (50%) y los



Tabla 4. Correlación variables (IV).

VARIABLES	VARIABLES	GRADO SIGNIFICACIÓN	PRUEBA UTILIZADA
Mala Reducción Estabilización Fractura	Puntuación Constant Movimiento	$p = 0,037$	Prueba T de Student
Mala Reducción Estabilización Fractura	Puntuación Constant Fuerza	$p = 0,053$	Prueba de Mann-Whitney
Mala Reducción Estabilización Fractura	Puntuación Constant Total	$p = 0,004$	Prueba T de Student
Osteosíntesis Incorrecta	Dolor Manifestado Paciente	$p = 0,016$	Chi Cuadrado de Pearson
Osteosíntesis Incorrecta	Satisfacción del Paciente	$p = 0,034$	Chi Cuadrado de Pearson
Osteosíntesis Incorrecta	Complicaciones Detectadas	$p = 0,015$	Chi Cuadrado de Pearson
Osteosíntesis Incorrecta	Reducción Espacio Subacromial (S. Subacromial)	$p = 0,031$	Chi Cuadrado de Pearson
Osteosíntesis Incorrecta	Consolidación Viciosa Tuberosidades	$p < 0,001$	Chi Cuadrado de Pearson
Osteosíntesis Incorrecta	Protrusión Tornillos Articulación	$p < 0,001$	Chi Cuadrado de Pearson
Osteosíntesis Incorrecta	Puntuación Constant Dolor	$p = 0,009$	Prueba de Mann-Whitney
Osteosíntesis Incorrecta	Puntuación Constant Actividad	$p = 0,011$	Prueba de Mann-Whitney

otros 2 referían estar insatisfechos con el resultado (50%) ( $p = 0,034$ ; Prueba del Chi-Cuadrado de Pearson; significativo) (Tabla 4). Al pasar revista a las distintas complicaciones, de los 23 casos en que la osteosíntesis era correcta, 8 cursaron con complicaciones (34,8%) y los 15 restantes no presentaron ninguna de ellas (65,2%). Por el contrario, todos los casos en que la osteosíntesis no fue adecuada (4) cursaron con alguna complicación (100%) ( $p = 0,015$ ; Prueba del Chi-Cuadrado de Pearson; significativo) (Tabla 4). La aparición de sintomatología subacromial se dio con más frecuencia en los casos en que la osteosíntesis fue incorrecta. Mientras que en el grupo de osteosíntesis correcta sólo 5 de los 23 pacientes cursaron con clínica de síndrome subacromial (21,7%), entre los que la osteosíntesis fue inadecuada (4 casos), 3 de ellos evolucionaron con esta complicación

(75%) ( $p = 0,031$ ; Prueba del Chi-Cuadrado de Pearson; significativo) (Tabla 4). La consolidación viciosa de la fractura en varo no se vio influenciada por el factor que analizamos. En cuanto a la consolidación viciosa de las tuberosidades, no se produjo en ninguno de los 23 casos con osteosíntesis correcta de las fracturas y sin embargo, se presentó en 2 de las 4 fracturas sintetizadas de forma incorrecta (50%) ( $p < 0,001$ ; Prueba del Chi-Cuadrado de Pearson; significativo) (Tabla 4). También se ha visto afectada la protrusión de los tornillos a la articulación por el factor osteosíntesis incorrecta. Este problema se ha registrado en 1 de los 23 casos de fracturas con osteosíntesis apropiada (4,3%) y en los 4 casos en que la osteosíntesis fue incorrecta (100%) ( $p < 0,001$ ; Prueba del Chi-Cuadrado de Pearson; significativo) (Tabla 4). En cuanto a la cotación cifrada de Constant y Murley<sup>23</sup>,

Tabla 5. Correlación variables (V).

VARIABLES	VARIABLES	GRADO SIGNIFICACIÓN	PRUEBA UTILIZADA
Osteosíntesis Incorrecta	Puntuación Constant Movimiento	$p = 0,001$	Prueba T de Student
Osteosíntesis Incorrecta	Puntuación Constant Fuerza	$p = 0,033$	Prueba de Mann-Whitney
Osteosíntesis Incorrecta	Puntuación Constant Total	$p = 0,002$	Prueba T de Student
Clavo Prominente	Dolor Manifestado Paciente	$p = 0,073$	Chi Cuadrado de Pearson
Clavo Prominente	Complicaciones Detectadas	$p = 0,015$	Chi Cuadrado de Pearson
Clavo Prominente	Reducción Espacio Subacromial (S. Subacromial)	$p = 0,031$	Chi Cuadrado de Pearson
Clavo Prominente	Consolidación Viciosa Tuberosidades	$p = 0,158$	Chi Cuadrado de Pearson
Clavo Prominente	Protrusión Tornillos Articulación	$p = 0,079$	Chi Cuadrado de Pearson
Clavo Prominente	Puntuación Constant Movimiento	$p = 0,086$	Prueba T de Student
Clavo Prominente	Puntuación Constant Fuerza	$p = 0,075$	Prueba de Mann-Whitney
Clavo Prominente	Puntuación Constant Total	$p = 0,153$	Prueba T de Student

la Puntuación media de Dolor fue de 12,61 en los casos en que la osteosíntesis era correcta y de 6,25 en los que la osteosíntesis era incorrecta ( $p = 0,009$ ; Prueba de Mann-Whitney; significativo) (Tabla 4). La Puntuación de Actividad era de 15,48 en los casos en que la osteosíntesis era correcta y de 9,00 en aquellos en que ésta era inadecuada ( $p = 0,011$ ; Prueba de la Mann-Whitney; significativo) (Tabla 4). En cuanto a la Puntuación media de Movimiento, esta era de 22,35 en el grupo de casos en que la osteosíntesis era la indicada y de 1,00 puntos entre los casos en que dicha osteosíntesis no había sido buena ( $p = 0,001$ ; Prueba de la T de Student; significativo) (Tabla 5). La Puntuación de Fuerza era de 15,04 en los casos tratados con osteosíntesis adecuada y de 8,00 en el grupo de pacientes en los que la osteosíntesis era incorrecta ( $p = 0,033$ ; Prueba de Mann-Whitney; significativo) (Tabla 5). Para finalizar, la Puntuación Total media era de 65,48 en el grupo de casos en los que la fractura había sido estabilizada de forma correcta y de 33,25 en aquellos en que la osteosíntesis era inapropiada ( $p = 0,002$ ; Prueba de la T de Student; significativo) (Tabla 5).

El "factor Clavo Prominente" ha tenido menos repercusión en los resultados que los factores anteriormente apuntados. El dolor manifestado por los pacientes era leve o no existía en 21 de los 23 casos que no presentaron este defecto técnico (91,3%). Por el contrario, entre los casos que presentaron dicho defecto, 1 no tenía dolor, en 2 el dolor era leve y en otro moderado ( $p = 0,073$ ; Prueba del Chi-Cuadrado de Pearson; casi significativo) (Tabla 5). La satisfacción de los pacientes no se vio influenciada por este factor. Al pasar revista a las distintas complicaciones, observamos una correlación clara entre las mismas y el factor que estudiamos. De los 23 casos en que la implantación del clavo era correcta, 8 de ellos cursaron con alguna complicación (34,8%) y los 15 restantes no presentaron ninguna de ellas (65,2%). Frente a esto, los 4 casos en que el clavo era prominente cursaron con una complicación de uno u otro tipo ( $p = 0,015$ ; Prueba del Chi-Cuadrado de Pearson; significativo) (Tabla 5). La aparición de síndrome subacromial fue también más frecuente entre los casos en que el clavo quedó prominente tras la intervención. Mientras que en los casos en que el clavo no sobresalía más de lo normal, sólo 5 de los 23 cursaron con clínica de síndrome subacromial (21,7%), entre los que clavo resultó prominente (4 casos), 3 de ellos evolucionaron con esta complicación (75%) ( $p = 0,031$ ; Prueba del Chi-Cuadrado de Pearson; significativo) (Tabla 5). La consolidación viciosa de la fractura en varo no se vio influenciada por este factor. En cuanto a la consolidación viciosa de las tube-

rosidades, se produjo en sólo uno de los 23 casos en que el clavo estaba bien aplicado (4,3%) y en 1 de los 4 casos en que el clavo estaba prominente (25%) ( $p = 0,145$ ; Prueba del Chi-Cuadrado de Pearson; no significativo) (Tabla 5). La protrusión de los tornillos a la articulación se ha visto sólo levemente afectada por el factor Clavo Prominente. Este problema se ha registrado en 3 de los 23 casos de fracturas en las que el clavo estaba bien implantado (13%) y en 2 de los 4 casos en que el clavo quedó prominente (50%) ( $p = 0,079$ ; Prueba del Chi-Cuadrado de Pearson; casi significativo) (Tabla 5). En cuanto a la cotación cifrada de Constant y Murley<sup>23</sup>, la Puntuación media de Dolor y de la Actividad ha sido algo mejor entre los casos en que no existió este defecto técnico, aunque las diferencias entre los valores han sido muy pequeñas. Por lo que respecta a la Puntuación media de Movimiento, esta era de 21,57 en el grupo de casos en que el clavo estaba implantado correctamente y de 14,50 puntos entre aquellos en que el clavo era prominente ( $p = 0,086$ ; Prueba de la T de Student; casi significativo) (Tabla 5). La Puntuación de Fuerza era de 14,61 en los casos con clavo no prominente y de 10,50 en el grupo de pacientes en los que el clavo hacía prominencia en su punto de entrada humeral ( $p = 0,075$ ; Prueba de Mann-Whitney; casi significativo) (Tabla 5). Para finalizar, la Puntuación Total media era de 63,04 en el grupo de casos en los que el clavo no sobresalía del húmero y de 47,25 en aquellos otros en que el clavo era prominente en la cabeza humeral ( $p = 0,153$ ; Prueba de la T de Student; no significativo) (Tabla 5). Finalmente, el "factor Demora Quirúrgica" no ha tenido influencia en la aparición de complicaciones ni en los resultados subjetivos ni objetivos de estas lesiones.

## Discusión

El clavo proximal bloqueado de húmero ha sido utilizado en los últimos años como un buen procedimiento para tratar algunos tipos de fractura de la parte proximal del húmero<sup>18,19,24-29</sup>. Para poder obtener un buen resultado, es necesario que la técnica quirúrgica sea cuidadosa y precisa<sup>26,30</sup>. En primer lugar es importante la correcta selección del punto de entrada del clavo, pues esto asegura el alineamiento anatómico de los fragmentos de la fractura. Si por el contrario, el punto de entrada seleccionado es inadecuado, este hecho puede condicionar la pérdida de reducción de la fractura humeral<sup>31</sup>. Por otra parte, el sistema de fijación de los tornillos proximales al clavo en los dispositivos actuales disminuye de forma notable el riesgo de extrusiones de dichos tornillos (efecto corte), que es una de las complicaciones descritas con

más frecuencia en la bibliografía<sup>32</sup>. Además, para algunos autores, la técnica quirúrgica puede ser modificada dependiendo del tipo de fractura, utilizando la técnica estándar en las fracturas más simples, y recurriendo al método denominado "cup and ball" en los casos de lesiones más complejas<sup>18</sup>. En nuestra serie, tan sólo han sido tratadas mediante clavo proximal las fracturas más simples, la mayoría del tipo A3, utilizando en todos los casos la técnica convencional.

Es un buen método de tratamiento de las fracturas desplazadas del húmero proximal<sup>27,33,34</sup>, que tiene una alta probabilidad de consolidación de la fractura con adecuada alineación de los fragmentos, con unos buenos resultados funcionales en la mayoría de los pacientes y una baja tasa de complicaciones<sup>15,17,34</sup>. Para Zhu et al. (2007) y Zhu et al. (2010) el clavo proximal puede ser un método efectivo de tratamiento de las fracturas de húmero proximal en 2 fragmentos de la clasificación de Neer<sup>26,30</sup>. También Iacobellis et al. (2009) han utilizado este procedimiento en su serie de 80 casos de fractura de húmero proximal en 2 partes, obteniendo unos buenos resultados en general con una baja incidencia de complicaciones<sup>35</sup>. Otros autores amplían la indicación de la técnica, aplicándola en las fracturas en 2 o 3 fragmentos con buenos resultados<sup>13,32,36</sup>. Lin (2006) ha utilizado el sistema de forma efectiva para tratar fracturas en 3 fragmentos, especialmente en casos en los que la fractura proximal se extiende hacia la diáfisis<sup>25</sup>. Para Blum et al. (2009), este procedimiento puede ser utilizado en fracturas desplazadas e inestables del húmero proximal en 2 y 3 fragmentos (tipos A2, A3, B1, B2 y B3 de la clasificación de la AO)<sup>37</sup>. En el mismo sentido, Boughebi et al. (2007) apuntan que el clavo proximal proporciona una fijación adecuada en el tratamiento de fracturas articulares o extraarticulares simples de la parte proximal del húmero. Estos autores observaron que la solidez y estabilidad conseguida con este método había permitido la curación de todos los casos de su serie<sup>19</sup>.

Cuny et al. recomiendan este sistema de tratamiento pues es un buen procedimiento para tratar fracturas proximales de húmero tanto simples (2 fragmentos) como complejas (3 y 4 fragmentos), con el que pueden conseguirse unos resultados favorables en la mayoría de los casos. Tiene la ventaja de que permite la reducción, estabilización y movilización precoz de la articulación lesionada<sup>18,38</sup>. Sosef et al. (2007) también lo consideran un buen método para tratar fracturas del húmero proximal en 2, 3 y 4 fragmentos pues permite la movilización precoz del hombro en el período postoperatorio con limita-

do grado de dolor<sup>39</sup>. Mathews y Lobenhoffer (2007) establecen como indicaciones del clavo humeral proximal las fracturas inestables de la cabeza humeral en 2, 3 y 4 fragmentos, las fracturas inestables de la porción metafiso-diafisaria del húmero proximal y las pseudartrosis de esta parte del húmero<sup>40</sup>.

Otros autores consideran, sin embargo, que el clavo proximal permite la fijación de fracturas complejas del húmero proximal con 3 y/o 4 fragmentos, pero el control de la fijación y la fuerza de la misma no son siempre las adecuadas. Por este motivo, creen que en pacientes jóvenes en los que la consolidación de las tuberosidades es esencial, las placas bloqueadas del húmero proximal pueden ser una mejor alternativa de tratamiento en estos tipos de fractura<sup>41</sup>. Por otra parte, algunos autores apuntan que es un buen procedimiento para tratar fracturas desplazadas del húmero proximal, tanto en pacientes jóvenes como en los de edad avanzada con hueso osteoporótico<sup>17,24</sup>, que puede aportar unos resultados superponibles a los de una hemiartroplastia<sup>17</sup>.

Hatzidakis et al., en su trabajo publicado en el año 2011, apuntaban que este procedimiento, cuando se utiliza en fracturas en 2 fragmentos, aporta una curación correcta de la fractura, con unos resultados clínicos favorables y un dolor residual en la zona del hombro muy leve<sup>16</sup>. Matziolis et al. (2010) opinan de forma parecida y consideran que la reducción cerrada de estas fracturas y su osteosíntesis "percutánea" con un clavo proximal tiene la ventaja de que exige una disección mínima de las partes blandas. Aunque este procedimiento ha sido criticado por su estabilidad limitada y la posibilidad de desplazamiento secundario de la fractura, recomendándose en su lugar el uso de placas bloqueadas que permiten una reducción anatómica y una mejor estabilización de la misma, esta última técnica tiene asociado un elevado riesgo de lesión de partes blandas que puede conducir a la necrosis avascular de la cabeza humeral. Basándose en estos hechos estos autores preconizan en las fracturas en 2 fragmentos el uso de clavos proximales por ser un método mínimamente invasivo, efectivo normalmente y poco costoso, con un bajo índice de complicaciones<sup>29</sup>. Young y Hughes (2008) recomiendan utilizar esta forma de tratamiento en las fracturas proximales de húmero por las ventajas que conlleva: a) la técnica proporciona una fijación estable de la fractura que permite una rehabilitación precoz del hombro, asegurando de esta forma, una articulación libre de dolor y un rango de movilidad funcional; b) posibilidad de insertar el clavo por una vía mínimamente invasiva y con una disección muy limitada de las partes blandas; c) puede aportar una reducción

anatómica precisa; d) proporciona un montaje estable y seguro, incluso en hueso osteoporótico y en fracturas conminutas; y e) se puede utilizar incluso en fracturas del húmero proximal que se extienden en sentido distal a la metáfisis y diáfisis<sup>28</sup>.

Aunque este sistema de tratamiento tiene muchas ventajas, diversos trabajos apuntan contraindicaciones para su aplicación. Mathews y Lobenhoffer, en su trabajo publicado en el año 2007, recomendaban no utilizarlo en casos de fractura muy inestable del húmero proximal, en fracturas muy desplazadas con posible interrupción de la vascularización de la cabeza humeral y en fracturas de la cabeza humeral en que ésta queda partida en 2 fragmentos<sup>40</sup>. Gradl et al. (2007) aconsejaban evitarlo en casos de fractura en 4 partes por el riesgo elevado de complicaciones postoperatorias y de malos resultados funcionales que pueden asociarse<sup>13</sup>. Agel et al. (2004) indican que el método tiene limitaciones en casos de fractura que afecten a la parte lateral de la metáfisis haciéndola conminuta e inestable, y en aquellos otros en que la zona de comienzo de la fractura se extiende hacia la tuberosidad mayor, lo que puede dar lugar a fallos de la fijación y desplazamientos secundarios de la fractura<sup>33</sup>. Blum et al. (2009) consideran contraindicado usar la técnica en las fracturas más complejas, como son los tipo C2 y C3 de la clasificación de la AO<sup>37</sup>. En el mismo sentido, Boughebrí et al. (2007) apuntan que las fracturas-luxaciones desplazadas no deben ser tratadas con este método, siendo indicaciones claras para la realización de una hemiartroplastia<sup>19</sup>.

Este tipo de cirugía es frecuente que se vea acompañada de complicaciones. Gradl et al., en su serie publicada en el año 2007, observaron que el 30% de los casos (24 casos) cursaron con complicaciones que precisaron de tratamiento quirúrgico para su resolución<sup>13</sup>. La infección de la zona quirúrgica ha sido una complicación poco frecuente, registrada sólo en casos aislados<sup>37</sup>. También ha sido excepcional el dolor en el hombro relacionado con el implante utilizado<sup>37</sup>. Más frecuente es la aparición de necrosis avascular de la cabeza humeral durante el período evolutivo de la lesión<sup>18,19,25,32,36,37,39,41</sup>. Gaumet et al. (2010) aportaron 5 casos de necrosis avascular en su serie de 38 fracturas de húmero proximal tratadas con clavo proximal. Al revisar sus resultados, observaron que esta complicación tuvo repercusión en los mismos, siendo la puntuación media de la cotación cifrada de Constant en los 5 casos de 38,5 puntos<sup>41</sup>. Boughebrí et al. (2007) registraron 4 casos de necrosis avascular en su serie de 34 fracturas tratadas con este procedimiento (11,8%), 3 de ellas ocurridas en fracturas articulares con

desplazamiento importante. Estos autores observaron, sin embargo, que la aparición de esta complicación no había deteriorado siempre el resultado del tratamiento<sup>19</sup>. Algo parecido ocurrió en la serie de Lin (2006). En su revisión de 27 fracturas en 3 fragmentos tratadas con clavos bloqueados, encontró 2 casos que evolucionaron con necrosis avascular que no condicionó sintomatología en los pacientes<sup>25</sup>. Popescu et al. (2009) también aportaron un caso de necrosis avascular en su serie que permaneció asintomático durante la evolución, no precisando de nuevas actuaciones quirúrgicas<sup>32</sup>. Algunos autores, por el contrario, no han registrado ningún caso de esta complicación entre sus pacientes<sup>26,27,34</sup>, hecho que también ha ocurrido en nuestra serie.

También han sido descritas lesiones neurológicas y vasculares relacionadas con el uso de esta modalidad de tratamiento. Algunos autores apuntan el riesgo de lesión del nervio axilar y de la arteria y/o vena circunfleja anterior al introducir los tornillos de bloqueo proximal del implante<sup>4,42</sup>. También se ha descrito la posibilidad de lesión del nervio radial. Georgousis et al., en su trabajo publicado en el año 2010, apuntaban una lesión yatrogénica de dicho nervio en su serie de 24 casos de fractura de húmero proximal tratados con clavos proximales<sup>15</sup>.

Otras complicaciones descritas con frecuencia en la bibliografía son las relacionadas con los tornillos de bloqueo proximal del montaje. Agel et al., en su trabajo publicado en el año 2004, presentaron una serie de 24 casos de fractura de húmero proximal tratados con clavo humeral proximal tipo Polarus. Al revisar sus resultados, recogieron 3 casos que cursaron con aflojamiento de los tornillos de fijación proximal, precisando 2 de los cuales de cirugía de revisión para resolver el fracaso de la osteosíntesis<sup>33</sup>. Blum et al. (2009) aportaron 151 casos de fractura de húmero proximal tratadas con clavos proximales, de los cuales 8 presentaron perforación de la superficie articular glenohumeral por los tornillos de bloqueo proximal<sup>37</sup>. Nolan et al. (2011) describieron 18 casos de fractura de húmero proximal en 2 ó 3 fragmentos tratadas con este procedimiento. De ellos, 7 fueron reintervenidos por pérdida de fijación de la fractura o por prominencia de los tornillos de bloqueo<sup>43</sup>. Sosef et al. (2007) publicaron una serie de 35 casos de fractura de húmero proximal en 2, 3 ó 4 fragmentos tratados con clavo proximal mediante la técnica de introducción mínimamente invasiva. De ellos, 4 casos precisaron de cirugía de revisión debido a la inadecuada situación del material de osteosíntesis o por la migración de los tornillos de bloqueo<sup>39</sup>. En el trabajo de Lin publicado en el año 2006 se aportaron 27 fracturas de húmero proximal

en 3 fragmentos tratados con clavos bloqueados. De esta serie, 3 casos se complicaron con aflojamiento de los tornillos de bloqueo proximal, que hizo necesaria la retirada de dicho material<sup>25</sup>. Otros trabajos también hablan de la posibilidad de afectación articular del hombro por los tornillos de bloqueo<sup>13,32,36</sup>.

Entre los defectos de consolidación de la fractura se han apuntado los retardos y las faltas de unión, que precisaron en ocasiones de cirugía de revisión<sup>32,37,39</sup>. También se han descrito pérdidas de reducción de la fractura con desplazamiento de los fragmentos<sup>13,19,27,37</sup>, consolidación viciosa de las tuberosidades<sup>13,27</sup>, conflicto subacromial<sup>43</sup> y rigidez del hombro<sup>36</sup>.

Los resultados que se pueden obtener con este tipo de tratamiento han sido buenos en general según los distintos autores. Georgousis et al., en su trabajo publicado en el año 2010, aportaron una serie de 24 casos de fractura de húmero proximal tratadas mediante enclavamiento con clavo proximal. Al revisar sus resultados observaron que en el 83,3% de los pacientes éste era bueno o excelente<sup>15</sup>. Rajasekhar et al. (2001) tuvieron unos resultados parecidos. De los 30 casos de fractura desplazada de la parte proximal de húmero tratadas con este método, el 80% registraron un resultado bueno o excelente<sup>24</sup>. En cifras similares están los resultados de las series de otros autores<sup>25-27,36</sup>. En la serie de Koike et al. (2008), de los 54 casos de fracturas, en 43 (79%) el resultado fue excelente o bueno<sup>27</sup>. De las 27 fracturas en 3 fragmentos aportadas por Lin (2006), en 21 (77,7%) el resultado fue muy bueno y en las 6 restantes fue insatisfactorio<sup>25</sup>. También Kazakos et al. (2007) lo consideran un buen procedimiento para el manejo de estas fracturas con un 77,8% de resultados buenos o excelentes<sup>36</sup>. Zhu et al. (2007) describieron un conjunto de 22 fracturas de húmero proximal en 2 fragmentos estabilizadas con clavo proximal. En 4 casos el resultado fue malo y en los otros 18 (81,8%) bueno o excelente<sup>26</sup>. Zhu et al. (2010) observaron que todos los casos analizados en su serie de 22 fracturas referían encontrarse satisfechos con el resultado conseguido tras la intervención.

De inferior calidad son los resultados obtenidos en otras series. Sosef et al., en su estudio publicado en el año 2007, aportaron una serie de 35 fracturas de húmero proximal tratadas con clavo. De estas, 19 casos eran en 2 partes, 5 en 3 partes, 2 en 4 partes y en las 9 restantes, la fractura se extendía hacia la metáfisis. 28 de los casos pudieron ser evaluados al año de la intervención, con un resultado satisfactorio en 17 de ellos (60,7%). 6 de los casos restantes precisaron de cirugía de revisión para mejorar su situación final<sup>39</sup>. Nolan et al. (2011) no reco-

miendan esta técnica en su trabajo, por sus malos resultados en general, por su mal control de la fractura y por la incidencia de conflictos subacromiales que suelen acompañarla<sup>43</sup>. Entre nuestros pacientes, 14 (51,9%) se encontraban satisfechos con el resultado, 9 (33,3%) no estaban del todo satisfechos y los 4 restantes (14,8%) estaban insatisfechos con su situación residual.

En cuanto a la cotación cifrada de Constant y Murley<sup>23</sup>, algunos autores han registrado unas cifras medias bastante elevadas. Zhu et al., en su trabajo del año 2007 apuntaron una cotación media de 85,4 puntos<sup>26</sup>. Gradl et al. (2009) también apuntan cifras altas de esta puntuación, mejores que en las placas bloqueadas<sup>14</sup>. En la serie de Blum et al. (2009) de 151 fracturas tratadas con este método, la cotación cifrada media fue de 75,3 puntos en el lado de la fractura y de 89,9 en el lado contralateral<sup>37</sup>.

Más bajas han sido las cifras aportadas en otros estudios. Para Matzidakis et al. (2011), la cotación numérica media global fue de 71 puntos y la valoración media del parámetro dolor de 13 puntos<sup>16</sup>. Popescu et al. (2009), en su serie de 21 fracturas de húmero proximal en 2, 3 ó 4 fragmentos tratadas con clavo T2, apuntaron una cotación media al año de evolución de 65,7 puntos<sup>32</sup>. Cuny et al., en su trabajo publicado en el año 2003, revisaron 23 casos de fractura proximal de húmero tratadas con este tipo de osteosíntesis, siendo la evaluación numérica media de 63 puntos<sup>38</sup>. Boughebi et al. (2007), Nolan et al. (2011) y Mathews y Loberhoffer (2007) han registrado cifras de valoración parecidas a las de los autores citados anteriormente (62, 61 y 60 puntos respectivamente)<sup>19,40,43</sup>. Todavía peores son las cifras de valoración funcional encontradas por otros autores en sus series. Gaumet et al., en su estudio publicado en el año 2010, registraron una valoración media de Constant de 53,4 puntos<sup>41</sup>. Asimismo, en la serie publicada por Jayankura et al. (2011), la cotación cifrada media fue de tan sólo 48 puntos<sup>17</sup>. Entre nuestros casos, la puntuación total media al año de evolución de la lesión ha sido algo superior a los 60 puntos (60,7).

Al analizar de forma más detallada la cotación cifrada de Constant y Murley<sup>23</sup>, las cifras de movilidad y función son relativamente buenas para algunos autores. Zhu et al. (2007) observaron un balance articular muy aceptable, con una abducción activa media de 147°, una rotación externa activa media de 45° y una rotación interna en la que conseguían alcanzar con la mano el nivel de la vértebra T10<sup>26</sup>. En la serie de Cuny et al. (2003)<sup>18</sup>, la antepulsión media activa de los pacientes era de 130° y en la de Hatzidakis et al. (2011)<sup>16</sup>, la abducción media fue de 132°. Gaumet et al., en su estudio publicado en el

año 2010<sup>41</sup>, registraron 38 casos de fracturas de húmero proximal en 2, 3 ó 4 fragmentos. Al revisar sus resultados, observaron que la antepulsión media era de 108°, la abducción de 100° y la rotación externa de 27°. Estos valores son más bajos en la serie de Jayankura et al. (2011)<sup>17</sup>. En su trabajo encontraron que al año de evolución de sus 80 casos de fracturas de húmero proximal tratadas con clavos proximales, el balance articular que se consiguió fue el siguiente: 85° de valor medio para la antepulsión, 82° para la abducción, en la rotación interna la mano alcanzaba hasta la altura de la vértebra L3 y la rotación externa era de 34°. Además, observaron un déficit notable de la fuerza de abducción incluso en pacientes con resultado excelente<sup>17</sup>. Boughebri et al (2007), al revisar los datos de sus 34 pacientes tratados con este método, apuntaron que el déficit funcional final era leve en el 52,9% de los casos, moderado en el 20,6% y severo en el 26,5% restante<sup>19</sup>. En los pacientes que presentamos en este trabajo, la puntuación media del dolor ha sido de 11,67 puntos (sobre 15), el valor del parámetro actividad de 14,52 puntos (sobre 20), la puntuación del movimiento de 20,52 (sobre 40), la cotación cifrada de la fuerza era de 14,00 puntos (sobre 25) y la puntuación total era de 60,70 puntos (sobre 100).

En cuanto al resultado radiológico, en casi todas las series se ha encontrado consolidación correcta en prácticamente la totalidad de los casos<sup>3,15,16,24-27,32,34,36,43</sup>, con un tiempo de consolidación medio que oscila entre 1,5 y 4 meses dependiendo de los autores consultados<sup>3,15,26,32,34,36</sup>. En cuanto al ángulo cervicodiafisario con el que consolidaron las fracturas, Hatzidakis et al., en su trabajo publicado en el año 2011 en el que revisaron 48 fracturas de húmero proximal en 2 partes tratadas con clavos proximales<sup>16</sup>, observaron que todas las fracturas menos una curaron con un ángulo superior a 125°. Para Sforzo y Wright (2009)<sup>34</sup> la cifra ha sido algo más baja, con un valor medio en sus casos de 121°. Nolan et al (2011)<sup>43</sup> trataron 18 fracturas en 2 ó 3 partes con clavos proximales. Durante el período evolutivo tras la intervención, observaron que en algunos de sus casos este ángulo se había hecho menor (media de 11°) y en 9 de los 18 casos de la serie fue inferior a los 120°. Entre nuestros pacientes, 8 evolucionaron a la consolidación viciosa en varo, con un ángulo cervicodiafisario inferior a los valores normales.

Por lo que se refiere a los factores que pueden influir en el resultado de este tratamiento, mientras que algunos autores consideran que la edad no tiene repercusión sobre los resultados de este procedimiento<sup>16</sup>, otros, por el

contrario, afirman que su influencia es clara, con unos mejores resultados en los pacientes de edad no avanzada<sup>25,30,32,36,44</sup>. En nuestra serie, este factor ha influido de forma clara en el resultado, coincidiendo en este aspecto con estos últimos autores (ver capítulo de resultados y Tabla 1). Creemos que esto puede estar justificado por la peor calidad ósea en los pacientes de edad más avanzada.

En lo que respecta al sexo, algún artículo aislado habla de su falta de influencia en los resultados objetivos, aparición de complicaciones o satisfacción de los pacientes<sup>16</sup>. Entre nuestros casos, sin embargo, este factor ha tenido una influencia a destacar, tanto en la situación subjetiva de los pacientes, en la aparición de algunas complicaciones y en los distintos parámetros de la evaluación funcional de Constant y Murley<sup>23</sup> (ver Tablas 1 y 2). Analizando los resultados, no encontramos una explicación clara para la diferencia existente entre los 2 sexos.

Otros factores que pueden afectar el resultado de estas lesiones son la calidad del tejido óseo<sup>19</sup>, la fuerza muscular del supraespinoso<sup>30</sup> y el grado de colaboración de los pacientes en el tratamiento<sup>17</sup>.

El tipo de fractura puede también tener influencia en los resultados. Algunos autores consideran que las fracturas más complejas (tipo C, con desplazamiento, especialmente en varo, y con vascularización comprometida de la cabeza humeral) suelen evolucionar a un peor resultado funcional<sup>37,44</sup>. También se ha apuntado que las fracturas con afectación articular tienden a evolucionar mal con este procedimiento, siendo recomendable utilizar en ellas las placas bloqueadas<sup>44</sup>. En otros trabajos, sin embargo, no se han encontrado diferencias significativas entre los resultados de las fracturas en 2 y 3 partes<sup>36</sup>. En el trabajo que presentamos, en el que se incluyen fracturas tipo A3 (23 casos) y B2 (4 casos), no se han encontrado diferencias significativas entre ambos grupos (ver Tabla 2).

De gran repercusión en los resultados es la calidad de la técnica quirúrgica, encaminada a conseguir una correcta reducción y estabilización de la fractura. Diversos autores apuntan que los resultados funcionales en sus series estuvieron relacionados con la calidad de la reducción quirúrgica (reducción anatómica) de la fractura<sup>17,19,44</sup>. Boughebri et al., en su trabajo publicado en el año 2007, aportaron una serie de 34 casos de fractura de húmero proximal tratadas con este procedimiento. De estas fracturas, en 18 la reducción fue correcta y en las 16 restante fue deficiente. Al revisar sus resultados observaron que entre las fracturas bien reducidas, la valoración media de Constant era el 88,7% del lado contralateral sano. Frente a esta cifra, en el grupo de fractu-

ras en que la reducción no fue adecuada dicha valoración fue el 75,6% del lado contralateral<sup>19</sup>. Otros autores, sin embargo, no han encontrado correlación radioclínica entre los valores del ángulo cérvicodiafisario y los resultados clínico-funcionales de los pacientes<sup>41</sup>. Para Cuny et al. (2003), los buenos resultados de esta intervención guardan relación con el efecto estabilizador de los tornillos bloqueados, que permiten una fijación estable de los fragmentos óseos de la fractura<sup>18</sup>. Una técnica defectuosa puede condicionar la aparición de consolidaciones viciosas de la fractura cervical o de las tuberosidades, una osteolisis alrededor de la tuberosidad mayor o un colapso de la cabeza humeral<sup>15,19,25,41</sup>. Boughebri et al. (2007), en su revisión de 34 casos de fractura de húmero proximal tratados con este procedimiento, observaron un mal resultado en 9 de los casos. En 6 de ellos, este mal resultado estuvo relacionado con una consolidación viciosa en valgo de la cabeza humeral, asociada en algunos casos con una inclinación posterior excesiva de la misma<sup>19</sup>. En la serie de Georgousis et al. (2010) de 24 casos de fractura de húmero proximal tratados con clavo proximal, sólo uno (fractura en 3 partes) presentó un trastorno de la consolidación de la fractura (malunión) que clínicamente fue asintomático<sup>15</sup>. Lin et al. (2006) observaron que estas complicaciones (consolidación en varo, consolidación viciosa de las tuberosidades, colapso

de la cabeza humeral) pueden afectar de forma adversa la movilidad del hombro, especialmente la abducción<sup>25</sup>. Gaumet et al. (2010) apuntaron que la presencia de osteolisis alrededor de la tuberosidad mayor se veía asociada con los peores resultados funcionales tardíos<sup>41</sup>. Revisando el capítulo de nuestros resultados, apreciamos que la mala calidad de la técnica quirúrgica mostrada en el control radiográfico postoperatorio y en los diferentes defectos de la técnica detectados en el estudio, ha tenido una influencia clara y significativa en la mayoría de las ocasiones sobre los resultados de los pacientes, hecho que consideramos lógico y perfectamente comprensible (ver capítulo de resultados y Tablas 2, 3, 4 y 5).

Zhu et al., en sus trabajos publicados en los años 2007 y 2010, concluían que el clavo proximal de húmero puede ser un método de tratamiento efectivo de las fracturas del húmero proximal cuando la indicación del procedimiento sea correcta, la técnica quirúrgica cuidadosa y precisa, y la rehabilitación funcional postoperatoria adecuada<sup>26,30</sup>. En nuestra opinión, este método de tratamiento es apropiado si se utiliza en fracturas simples (especialmente en las fracturas tipo A), debiendo evitarse sin embargo su utilización en las fracturas complejas, más susceptibles de ser tratadas con placas bloqueadas o hemiartroplastias.

**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. Mihara K, Tsutsui H, Suzuki K, Makiuchi D, Nishinaka N, Yamaguchi K. New intramedullary nail for the surgical neck fracture of the proximal humerus in elderly patients. *J Orthop Sci* 2008; 13:56-61.
4. Nijs S, Sermon A, Broos P. Intramedullary fixation of proximal humerus fractures: do locking bolts endanger the axillary nerve or the ascending branch of the anterior circumflex artery? A cadaveric study. *Patent Saf Surg* 2008; 16:33.
5. 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.
6. Lind T, Kroner K, Jensen J. The epidemiology of fractures of the proximal humerus. *Arch Orthop Trauma Surg* 1989; 108:285-7.
7. Koval KJ, Gallagher MA, Marsicano JG, Cuomo F, McShinawy A, Zuckerman JD. Functional outcome after minimally displaced fractures of the proximal part of the humerus. *J Bone Joint Surg (Am)* 1997; 79-A:203-7.
8. Neer CS 2nd. Displaced proximal humeral fractures. Part II. Treatment of three-part and four-part displacement. *J Bone Joint Surg (Am)* 1970; 52-A:1090-103.
9. Mills HJ, Horne G. Fractures of the proximal humerus in adults. *J Trauma* 1985; 25:801-5.
10. Zyto K. Non-operative treatment of comminuted fractures of the proximal humerus in elderly patients. *Injury* 1998; 29:349-52.
11. 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.
12. 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.
13. Gradl G, Dietze A, Arndt D, Beck M, Gierer P, Börsch T, Mittlmeier T. Angular and sliding stable antegrade nailing (Targon PH) for the treatment of proximal humeral fractures. *Arch Orthop Trauma Surg* 2007; 127:937-44.
14. Gradl G, Dietze A, Kaab M, Hopfenmüller W, Mittlmeier T. Is locking nailing of humeral head fractures superior to locking plate fixation? *Clin Orthop Relat Res* 2009; 467:2986-93.
15. Georgousis M, Kontogeorgakos V, Kourkouvelas S, Badras S, Georgaklis V, Badras L. Internal fixation of proximal humerus fractures with the Polarus intramedullary nail. *Acta Orthop Belg* 2010; 76:462-7.
16. Hatzidakis AM, Shevlin MJ, Fenton DL, Curran-Everett D, Nowinski RJ, Fehringier EV. Angular-stable locked intramedullary nailing of two-part surgical neck fractures of the proximal part of the humerus. A multicenter retrospective observational study. *J Bone Joint Surg (Am)* 2011; 93-A:2172-9.
17. Jayankura M, Phan DQ, Spinato L, Remy P, Cermak K, Schuind F. Treatment of severe proximal humeral fractures by proximal nailing (Telegraph). A prospective preliminary study. *Rev Med Brux* 2011; 32 (Suppl 6):S58-65.
18. Cuny C, Darbelley L, Touchard O, Irrazi M, Beau P, Berrichi A, Empereur F. Proximal 4-part humerus fractures treated by antegrade nailing with self-stabilizing screws: 31 cases. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2003; 89:507-14.
19. Boughebi O, Havet E, Sanguina M, Daumas L, Jacob P, Zerkly B, Heissler P. Treatment of proximal humeral fractures by Telegraph nail: prospective study of 34 cases. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2007; 93:325-32.
20. Müller ME, Nazarian S, Koch P, Schatzker J. The comprehensive classification of fractures of long bones. New York: Springer-Verlag; 1990.
21. Plecko M, Kraus A. Internal fixation of proximal humerus fractures using the locking proximal humerus plate. *Oper Orthop Traumatol* 2005; 17:25-50.
22. Leonard M, Mokotedi L, Alao U, Glynn A, Dolan M, Fleming P. The use of locking plates in proximal humeral fractures: Comparison of outcome by patient age and fracture pattern. *Int J Shoulder Surg* 2009; 3:85-9.
23. Constant CR, Murley AH. A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res* 1987; 214:160-4.
24. Rajasekhar C, Ray PS, Bhamra MS. Fixation of proximal humeral fractures with the Polarus nail. *J Shoulder Elbow Surg* 2001; 10:7-10.
25. Lin J. Effectiveness of locked nailing for displaced three-part proximal humeral fractures. *J Trauma* 2006; 61:363-74.
26. Zhu YM, Jiang CY, Lu Y, Wang MY. Fixation of proximal humeral fracture with proximal humeral locking intramedullary nail. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi* 2007; 45:1385-8.
27. Koike Y, Komatsuda T, Sato K. Internal fixation of proximal humeral fractures with a Polarus humeral nail. *J Orthop Traumatol* 2008; 9:135-9.
28. Young AA, Hughes JS. Locked intramedullary nailing for treatment of displaced humerus fractures. *Orthop Clin North Am* 2008; 39:417-28.
29. Matziolis D, Kaeab M, Zandi SS, Perka C, Greiner S. Surgical treatment of two-part fractures of the proximal humerus: comparison of fixed-angle plate osteosynthesis and Zifko nails. *Injury* 2010; 41:1041-6.
30. Zhu Y, Lu Y, Wang M, Jiang C. Treatment of proximal humeral fracture with a proximal humeral nail. *J Shoulder Elbow Surg* 2010; 19:297-302.
31. Noda M, Saegusa Y, Maeda T. Does the location of the entry point affect the reduction of proximal humeral fractures? A cadaveric study. *Injury* 2011; 42 (Suppl 4):S35-8.
32. Popescu D, Fernandez-Valencia JA, Rios M, Cuñé J, Domingo A, Prat S. Internal fixation of proximal humerus fractures using the T2-proximal humeral nail. *Arch Orthop Trauma Surg* 2009; 129:1239-44.
33. Agel J, Jones CB, Sanzone AG, Camuso M, Henley MB. Treatment of proximal humeral fractures with Polarus nail fixation. *J Shoulder Elbow Surg* 2004; 13:191-5.
34. Sforzo CR, Wright TW. Treatment of acute proximal humerus fractures with a Polarus nail. *J Surg Orthop Adv* 2009; 18:28-34.
35. Iacobellis C, Serafini D, Aldegueri R. PHN for treatment of proximal humerus fractures: evaluation of 80 cases. *Chir Organi Mov* 2009; 93:47-56.
36. Kazakos K, Lyras DN, Galanis V, Verettas D, Psillakis I, Chatzippapas Ch, Xarchas K. Internal fixation of proximal humerus fractures using the Polarus intramedullary nail. *Arch Orthop Trauma Surg* 2007; 127:503-8.
37. Blum J, Hansen M, Rommens PM. Angle-stable intramedullary nailing of proximal humerus fractures with the PHN (proximal humeral nail). *Oper Orthop Traumatol* 2009; 21:296-311.



38. Cuny C, Pfeiffer F, Irrazi M, Chammas M, Empereur F, Berrichi A, Metais P, Beau P. A new locking nail for proximal humerus fractures: the Telegraph nail, technique and preliminary results. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2002; 88:62-7.
39. Sosef N, Stobbe I, Hogervorst M, Mommers L, Verbruggen J, Van der Elst M, Rhemrev S. The Polarus intramedullary nail for proximal humeral fractures: outcome in 28 patients followed for 1 year. *Acta Orthop* 2007; 78:436-41.
40. Mathews J, Lobenhoffer P. The Targon PH nail as an internal fixator for unstable fractures of the proximal humerus. *Oper Orthop Traumatol* 2007; 19:255-75.
41. Gaumet G, Boniface O, Wavreille G, Leroy M, Vervoort T, Chantelot C. Central-medullary nailing of proximal humerus fractures using T2 nails. A retrospective study of 38 cases. *Chir Main* 2010; 29:58-66.
42. Riemer BL, D'Ambrosia R. The risk of injury to the axillary nerve, artery, and vein from proximal locking screws of humeral intramedullary nails. *Orthopedics* 1992; 15:697-9.
43. Nolan BM, Kippe MA, Wiater JM, Nowinski GP. Surgical treatment of displaced proximal humerus fractures with a short intramedullary nail. *J Shoulder Elbow Surg* 2011; 20:1241-7.
44. 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.