



ORIGINAL

La utilización de un implante anatómico comparado a una LCP recta disminuye su extracción en la osteosíntesis percutánea posterior del húmero

J.G. Boretto^{a,*}, C. Arroyo Sánchez^b, C. Abril Gaona^b, A.G. Donndorff^a, P. de Carli^a, G.L. Gallucci^a e I. Rellán^a

^a Servicio de Ortopedia y Traumatología, Hospital Italiano de Buenos Aires, Instituto de Ortopedia y Traumatología «Carlos E. Ottolenghi», Potosí, Buenos Aires, Argentina

^b Servicio de Ortopedia y Traumatología, Clínica Foscal, Bucaramanga, Colombia

Recibido el 31 de marzo de 2022; aceptado el 14 de febrero de 2023

Disponible en Internet el 24 de febrero de 2023

PALABRAS CLAVE

Fracturas de húmero;
 Procedimientos
 quirúrgicos
 mínimamente
 invasivos;
 Prótesis e implantes;
 Retiro de implantes;
 MIPO

Resumen

Antecedentes y objetivo: El abordaje posterior percutáneo del húmero se ha descrito utilizando una placa LCP de 4,5 mm. A pesar de que las placas rectas han demostrado buenos resultados, estas no han sido diseñadas para adaptarse a la metafisis del húmero distal. El objetivo de este estudio es probar la hipótesis nula de que no existen diferencias en la extracción de la osteosíntesis después de una MIPO posterior utilizando una placa recta comparado a una placa anatómica.

Materiales y métodos: Se incluyeron retrospectivamente en 2 instituciones pacientes mayores de 18 años que habían sufrido una fractura diafisaria de húmero distal tratados mediante técnica percutánea posterior con una placa bloqueada y con un seguimiento mínimo de 12 meses. Los pacientes se dividieron en: grupo 1 (placa recta LCP de 4,5 mm) y grupo 2 (placa de forma anatómica de 3,5 mm). Durante el postoperatorio se reportó la evaluación clínica y radiológica, así como la necesidad de retirar el implante debido al dolor.

Resultados: Sesenta y siete pacientes cumplieron los criterios de inclusión. Veintisiete pacientes en el grupo 1 y 40 en el grupo 2. No se perdió ningún paciente durante el seguimiento. Dentro del grupo 1, el 18% (IC 95%: 6-38%) de los pacientes requirieron extracción del implante, mientras que en el grupo 2 esta incidencia fue del 0% (IC 95%: 0-9%) (p 0,009). No hubo diferencias estadísticas entre las medidas de resultado informadas por los pacientes; todas las fracturas consolidaron.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: jorge.boretto@hospitalitaliano.org.ar (J.G. Boretto).

Conclusión: Los resultados de nuestro estudio demostrarían que el uso de placas LCP rectas de 4,5 mm comparado a las placas anatómicas LCP de 3,5 mm en MIPO posterior de húmero genera mayores molestias y, por lo tanto, conllevan un incremento en el riesgo de extracción del implante de un 18%.

© 2023 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

KEYWORDS

Humeral fractures;
Minimally invasive
surgical procedures;
Prostheses and
implants;
Device removal;
MIPO

The use of an anatomical implant compared to a straight LCP decreases extraction in posterior humeral MIPO

Abstract

Purpose: Posterior MIPO approach in the humerus has been described by using a 4.5 mm LCP plate. Although straight plates have shown good results, they have not been designed to adapt to the distal humeral metaphysis. The goal of the study was to test the null hypothesis that there is no difference in hardware removal after posterior MIPO with either a straight or a pre-contoured plate.

Methods: Patients older than 18 years, who had suffered mid-distal humeral shaft fracture, were treated by a posterior MIPO technique with a locking plate and had a minimum of 12-month follow-up were retrospectively included. Patients were separated into: group 1 (LCP 4.5 mm straight plate); and group 2 (3.5 mm anatomically shaped plate). Clinical and radiological evaluation were performed in the postoperative period. Patient-reported outcomes and the need of hardware removal because of pain were assessed.

Results: Sixty-seven patients fulfilled the inclusion criteria. Twenty-seven patients in group 1 and 40 in group 2. No patient was lost to follow-up. There were no statistical differences between in patient reported outcomes measures. All the fractures healed. Within group 1, 18% (95%CI: 6-38%) of the patients required implant removal while in group 2 this incidence was 0% (95%CI: 0-9%) ($P 0.009$).

Conclusion: These results suggest that the use of a 4.5 mm LCP compared to an anatomical 3.5 mm LCP in posterior MIPO of the humerus generates greater discomfort and therefore leads to a 18% increase in the risk of implant removal.

© 2023 SECOT. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

El tratamiento de las fracturas diafisarias de húmero ha evolucionado durante los últimos años, y las técnicas de osteosíntesis con placa mínimamente invasiva se han vuelto más populares. Como ha sido demostrado por diversos estudios anatómicos como el de Fernandez-Medina et al.^{1,2}, los abordajes percutáneos se han desarrollado para lograr una fijación más biológica al mismo tiempo que disminuyen la probabilidad de complicaciones asociadas a la reducción comparado un abordaje convencional abierto. En cuanto a las fracturas de húmero, se han descrito técnicas percutáneas utilizando placas rectas en la cara anterior³⁻⁵, anterolateral^{6,7} y posterior del húmero^{8,9}. La mayoría de las series de pacientes con fracturas diafisarias de húmero tratadas mediante técnica *minimal invasive plate osteosynthesis* (MIPO) han mostrado buenos resultados tanto funcionales como radiológicos^{4,6,10}. La técnica MIPO anterior está indicada principalmente en fracturas diafisarias del tercio medio, mientras que la técnica anterolateral se utiliza en aquellos pacientes con fracturas del tercio proximal, reservándose la técnica posterior para tratar el tercio distal de la diáfisis humeral^{5,9}. El abordaje posterior MIPO se ha descrito inicialmente utilizando una placa recta

LCP de 4,5 mm⁹. A pesar de que las placas rectas han mostrado buenos resultados en términos de consolidación ósea, estos implantes no han sido diseñados para adaptarse a la metafisis distal de la cara posterior del húmero. Debido a esto, existen series reportando el retiro de estas placas rectas causado por dolor o malestar en la cara posterior del codo¹⁰. En contrapartida, la placa de compresión de bloqueo (LCP) de 3,5 mm para húmero distal extraarticular es un sistema de fijación estable angular de forma anatómica para fracturas extraarticulares del húmero distal. Debido a que la placa está anatómicamente diseñada para adaptarse al húmero distal, la misma permite una fijación diafisaria proximal mientras que el otro extremo se adapta a la epífisis distal del húmero sin necesidad de ser contorneada. Es de destacar que en la actualidad ninguno de los 2 implantes presentan una indicación formal de ser retirados una vez que la fractura ha consolidado.

Por lo tanto, este estudio fue diseñado para estudiar la incidencia de extracción asociada a dolor por el implante, comparando la placa recta LCP y la placa anatómica LCP extra-articular en una serie de pacientes con fracturas diafisarias de húmero del tercio distal tratados mediante una técnica MIPO posterior. Nuestro objetivo es testear la hipótesis nula de que no existe diferencia en la extracción del

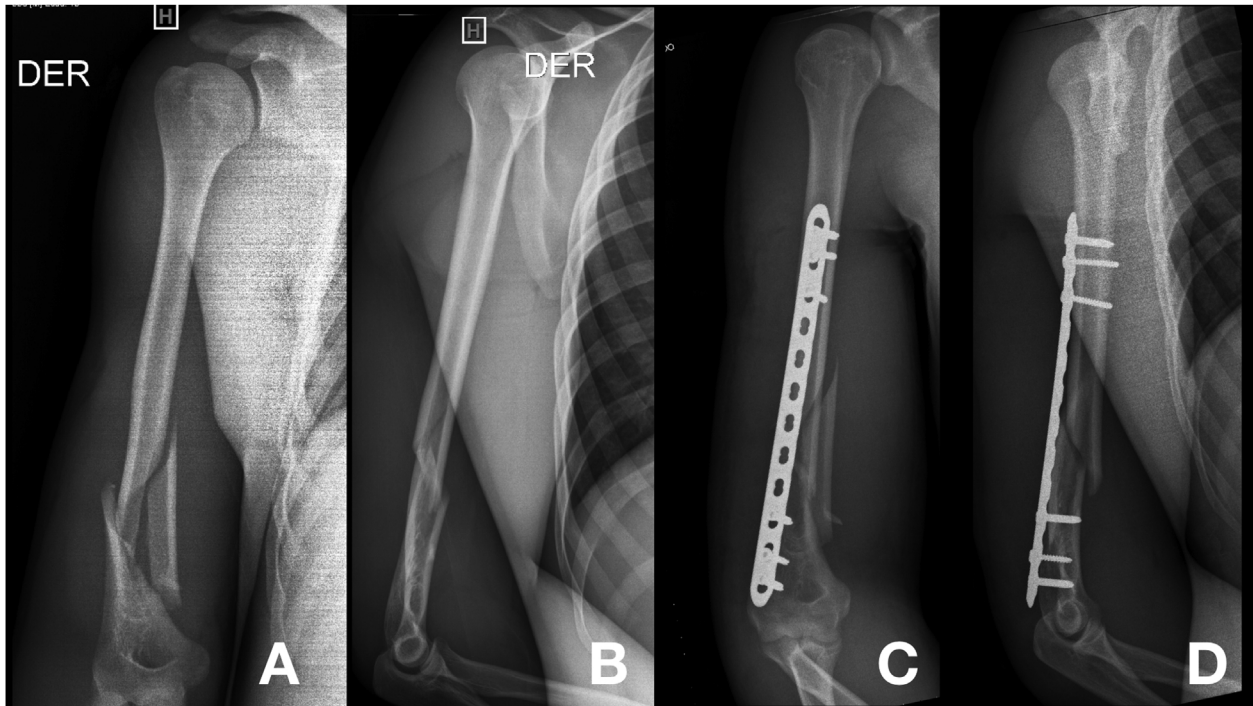


Figura 1 A y B) Radiografías preoperatorias anteroposterior y lateral de una fractura diafisaria de húmero tipo AO B3. C y D) Radiografías anteroposterior y lateral postoperatorio que muestran la fractura estabilizada con una placa LCP recta de 4,5 mm.

implante asociado a dolor entre ambos tipos de osteosíntesis.

Material y métodos

Para el propósito de este estudio observacional y retrospectivo identificamos aquellos pacientes con fracturas diafisarias del tercio distal del húmero que habían sido tratados mediante una técnica MIPO posterior utilizando una placa LCP recta o de diseño anatómico en 2 instituciones diferentes. Los criterios de inclusión fueron: 1) pacientes mayores de 18 años al momento de la lesión; 2) fracturas del tercio distal de la diáfisis humeral; 3) fijación interna del húmero con una placa bloqueada; 4) utilización de una técnica MIPO posterior, y 5) un período de seguimiento mínimo de 12 meses. No hubo aleatorización en términos del implante utilizado (placa anatómica 3,5 mm vs. placa LCP de 4,5 mm recta) debido a que uno de los centros utilizó sistemáticamente la placa anatómica mientras que el otro utilizó la placa recta por falta de disponibilidad comercial del implante anatómico en ese país. Los pacientes fueron divididos entonces en 2 grupos: grupo N.º 1 (placa recta), definido como pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión tratados con placa recta LCP de 4,5 mm y grupo N.º 2 (placa de forma anatómica), definido como pacientes que cumplían los criterios de inclusión y que fueron tratados con una placa extraarticular LCP de 3,5 mm.

Abordaje posterior

En todos los casos se realizó un abordaje mínimamente invasivo posterior¹⁰.

Reducción de la fractura

La reducción de la fractura se realiza mediante maniobras indirectas de tracción axial, rotación y compresión.

Osteosíntesis

La placa LCP angosta de 4,5 mm debe colocarse en la cara posterior de la columna lateral del húmero distal, entre la fosa del olécranon y el epicóndilo. El extremo distal de la placa se coloca lateral a la fosa del olécranon. En aquellos casos en que la fractura es proximal a la fosa del olécranon o está incluida en ella, es necesaria una ubicación bien distal de la placa para lograr insertar 3 tornillos en el húmero distal. En algunos casos incluso, la placa se puede ubicar justo en la cara posterior del *capitellum* humeral. En la mayoría de los pacientes se insertan 3 tornillos bloqueados en el segmento distal de la placa y un tornillo cortical acompañado de 2 tornillos bloqueados en su extremo proximal (fig. 1).

Con respecto a la placa anatómica, la posición de la misma debe permitir la inserción de los tornillos distales a través de la columna lateral, para penetrar profundamente en la tróclea. A nivel distal esta placa acepta hasta 5 tornillos bloqueados de 3,5 mm facilitando la colocación de un mayor número de tornillos en el fragmento distal (fig. 2).

Período postoperatorio

A todos los pacientes se les indicó la utilización de un cabestrillo para mayor comodidad durante el período postoperatorio. Los pacientes fueron alentados a utilizar el brazo intervenido para sus actividades de la vida diaria

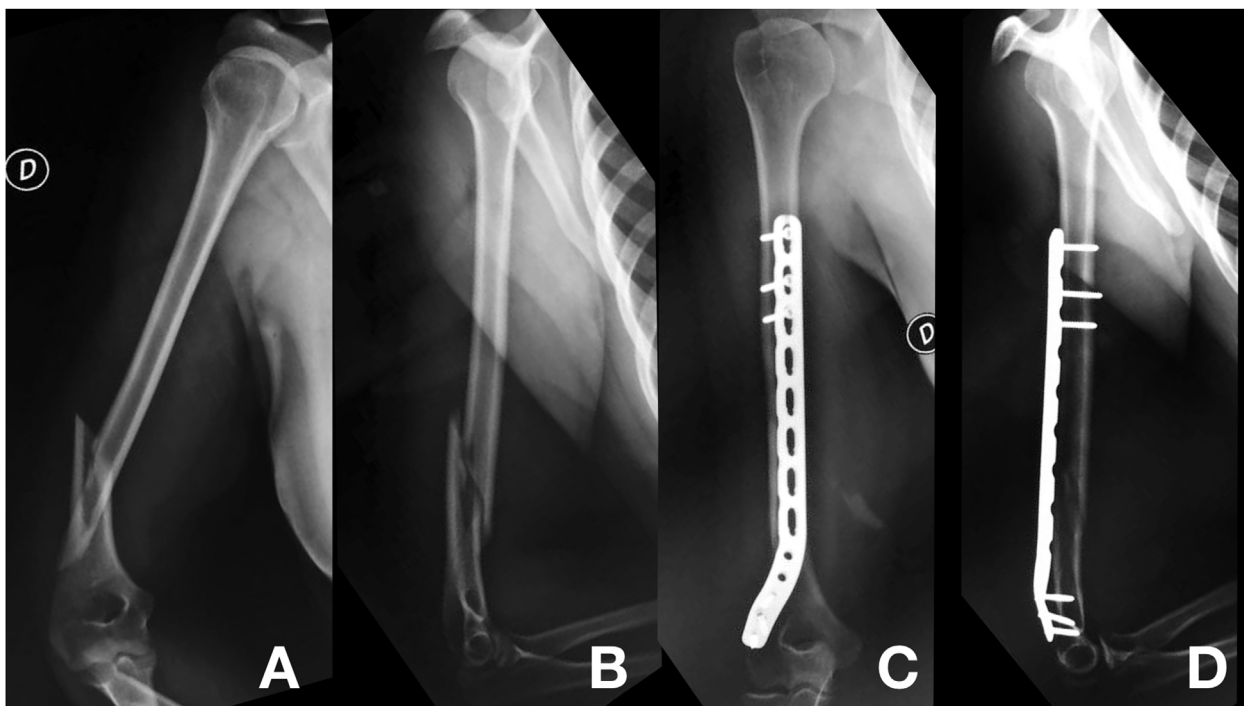


Figura 2 A y B) Radiografías preoperatorias anteroposterior y lateral de una fractura diafisaria de húmero tipo AO A1. C y D) Radiografías anteroposterior y lateral postoperatorio que muestran la fractura fijada con una placa bloqueada (LCP) de 3,5 mm para húmero distal extraarticular. Nótese en la imagen D el menor perfil de la placa y el contorno anatómico que tiene que adaptarse al húmero distal posterior.

animándolos a realizar ejercicios de movimiento activo tanto como los toleren evitando los movimientos de rotación externa y cargar peso con el hombro en abducción durante el primer mes posterior a la cirugía.

Evaluación postoperatoria

La evaluación clínica se realizó utilizando un goniómetro de mano para medir el rango de movimiento activo (ROM) del hombro en flexión anterior y el codo en flexo-extensión. La evaluación radiológica incluyó proyecciones anteroposterior (AP) y lateral del brazo. Se definió consolidación como la ausencia de dolor y la presencia de callo óseo puenteando la fractura en las proyecciones anteriormente mencionadas. Se definió pseudoartrosis como la falta de progresión en el proceso de consolidación radiográfica durante un período de 3 meses⁸. La alineación axial del húmero se evaluó en las últimas radiografías AP obtenidas durante el seguimiento. Se solicitó a los pacientes completar un cuestionario de DASH combinado con una escala visual analógica (EVA) para describir su dolor (rango: 0-10). Para el análisis estadístico se consideró a las complicaciones postoperatorias como una variable dicotómica (Sí o No) a la vez que fueron detalladas en forma sucesiva. Se registró en forma específica la necesidad de retirar el implante debido al dolor también de forma dicotómica (Sí o No) y el mes de seguimiento en que este se produjo. Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética de nuestra institución (código de registro 3048).

Análisis estadístico

Las variables continuas se describen como media y desviación estándar (DE). Las variables nominales y ordinales se describen como recuentos de frecuencia y porcentajes. La alineación radiográfica fue comparada entre ambos grupos utilizando una prueba T para muestras independientes. Se utilizó el test de Fisher para comparar la asociación entre el tipo de osteosíntesis utilizado y el retiro del mismo junto a su intervalo de confianza (IC) del 95%.

Resultados

Sesenta y siete pacientes cumplieron los criterios de inclusión. De estos, 27 pacientes fueron tratados con la placa recta (grupo 1) y otros 40 pacientes fueron tratados con la placa de anatómica (grupo 2). En el grupo 1 los pacientes fueron operados por 3 cirujanos diferentes con un grado de *expertise* IV (especialista altamente experimentado) mientras que en el grupo 2 participaron solo 2 cirujanos también con un grado de *expertise* IV¹¹. Ningún paciente fue perdido durante el seguimiento postoperatorio. La edad media fue de 35 años ($DS \pm 13$) en el grupo 1 y de 37 años ($DS \pm 15$) en el grupo 2. Con respecto al sexo, 18 (66,7%) pacientes en el grupo 1 eran varones, mientras que 24 (60%) pacientes lo fueron en el grupo 2. La principal causa de la fractura en el grupo 1 fue una caída desde una propia altura mientras que en el grupo 2 la caída como causa igualó en cantidad al accidente de tránsito (tabla 1). Ningún paciente presentó

Tabla 1 Demografía

Variable	Grupo 1	Grupo 2
<i>n</i>	27	40
Sexo		
Mujer, n (%)	9 (33,3)	16 (40)
Varón, n (%)	18 (66,7)	24 (60)
Edad, promedio (DE)	35 (13)	37 (15)
Causa, n (%)		
Accidente de tránsito	7 (26)	17 (42,5)
Caída de propia altura	19 (70,3)	18 (45)
Pulseada	1 (3,7)	—
Herida de arma de fuego	—	5 (12,5)
Clasificación AO/ASIF, n (%)		
A1	2 (7,4)	3 (7,5)
A2	—	4 (10)
A3	—	—
B1	8 (29,6)	9 (22,5)
B2	2 (7,4)	6 (15)
B3	12 (44,5)	5 (12,5)
C1	—	4 (10)
C2	—	4 (10)
C3	3 (11,1)	5 (12,5)
Seguimiento meses, promedio (DE)	23 (13)	14 (4)

DE: desvío estándar.

compromiso de partes blandas. La distribución de las fracturas entre grupos según la clasificación AO/ASIF se muestra en la [tabla 1](#). El seguimiento medio en el grupo 1 fue de 23 meses, siendo la flexión media del codo de 136° (DE: 6°), la extensión media del codo de 6° (DE: 8°) y la flexión media del hombro de 158° (DE: 22°). En el grupo 2, con un seguimiento medio de 14 meses, la flexión media del codo fue de 127° (DE: 7°), la extensión media del codo fue de 4° (DE: 5°) y la flexión media del hombro fue de 148° (DE: 11°). No hubo diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en el cuestionario DASH, que fue en promedio de 7,8 (DE: 6,9) en el grupo 1 y 10,7 (DE: 7) en el grupo 2, ni en la EVA para el dolor, con una mediana de 0,6 (DE: 0,9) en el grupo 1 y 1,1 (DE: 1,4) en el grupo 2, respectivamente. La alineación radiológica final fue similar entre ambos grupos con una desviación en varo media de 4° (DE: 5°) en el grupo 1 y una desviación en varo media de 1° (DE: 1°) en el grupo 2 ([tabla 2](#)).

Dentro del grupo 1, el 18% (C I95%: 6-38%) de los pacientes requirieron extracción del implante a los 7, 8, 9, 10 y 13 meses de seguimiento mientras que en el grupo 2 esta incidencia fue del 0% (IC 95%; 0 9%) (p 0,009). Es de destacar que en el primer grupo todos los casos de extracción de

osteosíntesis fue asociado a dolor e intolerancia de la placa en el húmero distal mientras que en el segundo grupo se llevó a cabo una única extracción del implante por expresa petición del paciente sin esta estar relacionada a dolor u otras complicaciones. Es por esta razón que para el análisis estadístico comparativo se excluyó a este paciente. No se presentaron casos de pseudoartrosis en ambos grupos. Dos pacientes de cada grupo sufrieron una parálisis radial posoperatoria con recuperación completa sin secuelas.

Discusión

El objetivo principal del tratamiento quirúrgico de las fracturas extraarticulares del húmero es restaurar la alineación y lograr una fijación estable para permitir la movilidad temprana del codo y el hombro. Clásicamente la literatura ha recomendado el tratamiento conservador de aquellas fracturas diafisarias del húmero utilizando una férula funcional. Sin embargo, un ensayo aleatorizado controlado publicado recientemente comparando la técnica MIPO y el tratamiento no quirúrgico concluyó que el tratamiento quirúrgico tiene una menor tasa de pseudoartrosis y una recuperación funcional más temprana¹².

La técnica MIPO en fracturas humerales fue descrita por primera vez en la cara anterior del mismo³⁻⁵. Zhiqian et al.¹³ reportaron los resultados de 13 pacientes con fracturas diafisarias de húmero tratados con una técnica MIPO anterior. Con un seguimiento medio de 15,5 meses, todas las fracturas presentaron consolidación ósea sin complicaciones. La flexión media del codo fue de 135° y la extensión media del codo fue de 1,5°. Se encontró alineación normal en 5 casos y mala alineación en varo en el resto de los pacientes. Shen et al.¹⁴ compararon los resultados de la técnica MIPO anterior utilizando dos implantes diferentes, la placa DCP de 4,5 mm y la placa LCP de 4,5 mm. Aunque los seguimientos entre los grupos fueron diferentes, no encontraron diferencias en los resultados clínicos comparando ambos grupos. Como complicación informaron un caso de neuropraxia transitoria del nervio antebraquial cutáneo externo, así como en el nervio radial, y en un caso la consolidación viciosa con una deformidad rotacional. En una serie de fracturas humerales tratadas con MIPO anterior, Chen et al.¹⁵ revisaron retrospectivamente a 128 pacientes. Tras un seguimiento medio de 23 meses, todas las fracturas presentaron consolidación y los resultados clínicos fueron satisfactorios según las puntuaciones de codo de Constant-Murley y HSS. Se reportaron 4 casos de consolidación viciosa en varo y no se presentó ninguna complicación nerviosa.

Tabla 2 Resultados

Variable	Grupo 1	Grupo 2	Valor de p
DASH, promedio (DE)	7,8 (6,9)	10,7 (7)	0,1
VAS, mediana (DE)	0,6 (0,9)	1,1 (1,4)	0,1
Alineación Rx, promedio (DE)	4,2 (4,9)	2,6 (1,4)	0,1
Retiro de osteosíntesis por dolor asociado al implante n (porcentaje total-IC 95%)	5 (18%) (6-38%)	0 (0%) (0-9%)	0,009

DE: desvío estándar; IC 95%: intervalo de confianza del 95%.

La principal limitación de la técnica de MIPO anterior está relacionada con la extensión distal de la fractura que no debe prolongarse más allá de 6 cm proximal a la fosa coronoides para poder permitir una fijación distal estable. Livani y Belangero⁴ describieron la técnica MIPO anterior para fracturas del tercio distal fijando el fragmento distal en la columna lateral. Sin embargo, las complicaciones relacionadas con la mala posición distal de la placa en la cara anterior de la columna lateral del húmero distal se han asociado con limitaciones en la flexión del codo debido al contacto entre la osteosíntesis con la apófisis coronoides o la cúpula radial o, con una estabilidad inadecuada del fragmento distal que resulta en pseudoartrosis^{5,16,17}.

La técnica MIPO posterior ha sido testeada en cadáveres¹⁸ y ha superado las limitaciones de la MIPO anterior previamente descritas al permitir estabilizar las fracturas del tercio distal del húmero sin comprometer la movilidad del codo. Sin embargo, para fijar adecuadamente tanto la diáfisis como la columna lateral distal con una placa LCP de 4,5 mm recta, esta debe colocarse lo suficientemente distal para tener una fijación adecuada de la paleta humeral. Sin embargo, esta ubicación en el húmero distal también está asociada con intolerancia al implante de hasta un 7% como reportan algunas series¹⁰. A diferencia de una placa recta, la placa de húmero distal extraarticular LCP de 3,5 mm tiene un diseño anatómico que permite fijar proximalmente la diáfisis humeral y la columna lateral de la epífisis distal del húmero. En este extremo, la placa se estrecha para minimizar la irritación de los tejidos blandos y acepta hasta cinco tornillos bloqueados de 3.5 mm. En su extremo proximal, la placa se basa en la LCP de 4,5/5,0 estrecha con orificios combinados para proporcionar una fijación angular estable o dinámica. Como la mayoría de las placas de bloqueo modernas, la placa humeral posterior extraarticular LCP de 3,5 mm se desarrolló para mejorar la fijación de las fracturas periarticulares. Páramo-Díaz et al.¹⁹ reportaron una serie de 23 pacientes con fracturas humerales estabilizadas con este implante y sin complicaciones relacionadas al implante en un seguimiento promedio de un año resaltando las ventajas de la placa preconformada para obtener estos resultados. A su vez, Jitrapaikulsarn et al.²⁰ reportaron una serie de 18 pacientes con un seguimiento promedio de 14 meses, sin complicaciones asociadas al implante. En nuestra serie, a pesar de que no encontramos diferencias en términos de alineación de la fractura (tabla 1) entre la placa recta y la placa de forma anatómica, sí encontramos una diferencia estadísticamente significativa en términos de extracción del implante debido a la intolerancia de esta en el húmero distal.

Dentro de las limitaciones de este trabajo podemos enumerar la ausencia de randomización en el uso del implante. Sin embargo, la placa LCP de 3,5 mm anatómica no está comercialmente disponible en el país donde reside el grupo 1. En segundo lugar, randomizar ambas técnicas dentro del grupo 2 —acostumbrado a utilizar la placa anatómica— aumentaría el riesgo de sesgo por «*expertise* diferencial»²¹. Sin embargo, una eventual randomización por grupo (con su respectivo implante) habría balanceado demográficamente ambas poblaciones ya que en el grupo 1 predominan las fracturas por caídas de propia altura mientras que en el grupo 2 el porcentaje de fracturas de alta energía es mayor. Este

desbalance en los grupos explica también como paradójicamente en el grupo 2 que presentó un promedio de dolor postoperatorio mayor, presentó una tasa significativamente menor de extracción del implante. El objetivo de este estudio fue diseñado para evaluar la incidencia de extracción de la placa asociada a dolor producido por la misma. Aquellos pacientes del grupo 2 que refirieron dolor, el mismo no estaba asociado al implante y responde a factores peritraumáticos y postraumáticos que escapan al análisis de este estudio²². Sin embargo, es importante remarcar que al haber definido a la variable dolor como dicotómica y no como una variable cuantitativa podría atentar contra la reproductibilidad del estudio ya que se base en la decisión del facultativo junto al paciente y no a una decisión mesurable.

En tercer lugar, el carácter retrospectivo de esta investigación explica la ausencia de algunos datos que hubiera sido interesante analizar. Además, explica también la diferencia de seguimiento postoperatorio entre ambos grupos, ya que en el grupo 1 se adoptó la técnica MIPO por abordaje posterior más tempranamente respecto al grupo 2. Sin embargo, creemos que el hecho que la medida de resultado primaria elegida para este estudio sea dicotómica y robusta como es la extracción del implante, no se ha visto afectada por esta limitante ya que un estudio observacional es un método adecuado para responder una pregunta de investigación como la que nos hemos planteado²³.

Conclusión

Los resultados de nuestro estudio demostrarían que el uso de placas LCP rectas de 4,5 mm comparado a las placas anatómicas LCP de 3,5 mm en MIPO posterior de húmero genera mayores molestias y por lo tanto conllevan un incremento en el riesgo de extracción del implante de un 18%. Esta eventual complicación debiera ser discutida con el paciente al momento de indicar una cirugía mínimamente invasiva utilizando un implante recto.

Nivel de evidencia

Nivel de evidencia IV.

Financiación

Los autores declaran no haber recibido financiación para la realización de este trabajo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses

Derecho a la privacidad y consentimiento informado

Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

Aprobación del comité de ética

Investigación aprobada por el Comité de ética del Hospital Italiano de Buenos Aires.

Bibliografía

- Fernández-Medina JM, Cara-del Rosal JA, Narváez-Jiménez A, López-Arévalo R. ¿Es posible la osteosíntesis mínimamente invasiva de la diáfisis del húmero sin riesgos? Estudio en el cadáver (técnica y anatomía). *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2009;53:305–11, <http://dx.doi.org/10.1016/j.recot.2008.10.008>.
- Perren SM. Evolution of the internal fixation of long bone fractures. The scientific basis of biological internal fixation: Choosing a new balance between stability and biology. *J Bone Joint Surg Br*. 2002;84:1093–110, <http://dx.doi.org/10.1302/0301-620x.84b8.13752>.
- Apivatthakakul T, Arpornchayanon O, Bavornratanevech S. Minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) of the humeral shaft fracture. Is it possible? A cadaveric study and preliminary report. *Injury*. 2005;36:530–8, <http://dx.doi.org/10.1016/j.injury.2004.05.036>.
- Livani B, Belangero WD, Castro de Medeiros R. Fractures of the distal third of the humerus with palsy of the radial nerve: management using minimally-invasive percutaneous plate osteosynthesis. *J Bone Joint Surg Br*. 2006;88:1625–8, <http://dx.doi.org/10.1302/0301-620X.88B12.17924>.
- Livani B, Belangero W, Andrade K, Zuiani G, Pratali R. Is MIPO in humeral shaft fractures really safe? Postoperative ultrasonographic evaluation. *Int Orthop*. 2009;33:1719–23, <http://dx.doi.org/10.1007/s00264-008-0616-x>.
- Zhao W, Qu W, Fu C, Jiang H, Liu S, Cheng C. Anterolateral minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) with the radial nerve exploration for extra-articular distal-third diaphyseal fractures of the humerus. *Int Orthop*. 2017;41:1757–62, <http://dx.doi.org/10.1007/s00264-017-3514-2>.
- Lee T, Yoon J. Newly designed minimally invasive plating of a humerus shaft fracture; A different introduction of the plate. *Int Orthop*. 2016;40:2597–602, <http://dx.doi.org/10.1007/s00264-015-3097-8>.
- Balam KM, Zahrany AS. Posterior percutaneous plating of the humerus. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2014;24:763–8, <http://dx.doi.org/10.1007/s00590-013-1355-2>.
- Gallucci GL, Boretto JG, Vujovich A, Alfie V, Donndorff A, De Carli P. Posterior minimally invasive plate osteosynthesis for humeral shaft fractures. *Tech Hand Up Extrem Surg*. 2014;18:25–30.
- Gallucci GL, Boretto JG, Alfie VA, Donndorff A, De Carli P. Posterior minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) of distal third humeral shaft fractures with segmental isolation of the radial nerve. *Chir Main*. 2015;34:221–6, <http://dx.doi.org/10.1016/j.main.2015.06.007>.
- Tang JB. Re: Levels of experience of surgeons in clinical studies. *J Hand Surg Eur Vol*. 2009;34:137–8.
- Matsunaga FT, Tamaoki MJS, Matsumoto MH, Netto NA, Faloppa F, Belloti JC. Minimally Invasive Osteosynthesis with a Bridge Plate Versus a Functional Brace for Humeral Shaft Fractures: A Randomized Controlled Trial. *J Bone Joint Surg Am*. 2017;99:583–92, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.16.00628>.
- Zhiquan A, Bingfang Z, Yeming W, Chi Z, Peiyan H. Minimally invasive plating osteosynthesis (MIPO) of middle and distal third humeral shaft fractures. *J Orthop Trauma*. 2007;21:628–33, <http://dx.doi.org/10.1097/BOT.0b013e31815928c2>.
- Shen L, Qin H, An Z, Zeng B, Yang F. Internal fixation of humeral shaft fractures using minimally invasive plating: Comparative study of two implants. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2013;23:527–34, <http://dx.doi.org/10.1007/s00590-012-1039-3>.
- Chen H, Hu X, Yang G, Xiang M. Clinic research on the treatment for humeral shaft fracture with minimal invasive plate osteosynthesis: A retrospective study of 128 cases. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2017;43:215–9, <http://dx.doi.org/10.1007/s00068-015-0616-7>.
- Kobayashi M, Watanabe Y, Matsushita T. Early full range of shoulder and elbow motion is possible after minimally invasive plate osteosynthesis for humeral shaft fractures. *J Orthop Trauma*. 2010;24:212–6, <http://dx.doi.org/10.1097/BOT.0b013e3181c2fe49>.
- Oh C-W, Byun Y-S, Oh J-K, Kim J-J, Jeon I-H, Lee J-H, et al. Plating of humeral shaft fractures: Comparison of standard conventional plating versus minimally invasive plating. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2012;98:54–60, <http://dx.doi.org/10.1016/j.otsr.09.016>.
- Jiamton C, Ratreprasatsuk N, Jarayabhand R, Kritsaneephai-boon A, Apivatthakakul T. The safety and feasibility of minimal invasive plate osteosynthesis (MIPO) of the posterior aspect of the humerus: A cadaveric study. *Clin Anat*. 2019;32:176–82, <http://dx.doi.org/10.1002/ca.23220>.
- Páramo-Díaz P, Arroyo-Hernández M, Rodríguez Vega V, Aroca-Peinado M, León-Baltasar JL, Caba-Doussoux P. Tratamiento de las fracturas diafisarias extraarticulares de húmero distal por abordaje posterior modificado y placa extraarticular. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2017;61:404–11, <http://dx.doi.org/10.1016/j.recot.2017.07.001>.
- Jitprapaikularn S, Gromprasit A, Sukha K, Patamamongkonchai C, Jiamton C. Minimally invasive plate osteosynthesis via posterior approach for type B and C fractures of distal humeral shaft: Surgical tactics and a clinical series. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2022, <http://dx.doi.org/10.1007/s00590-022-03255-6>.
- Devereaux PJ, Bhandari M, Clarke M, Montori VM, Cook DJ, Yusuf S, et al. Need for expertise based randomised controlled trials. *BMJ*. 2005;330:88, <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.330.7482.88>.
- Turk DC. A diathesis-stress model of chronic pain and disability following traumatic injury. *Pain Res Manag*. 2002;7:9–19.
- Black N. Why we need observational studies to evaluate the effectiveness of health care. *BMJ*. 1996;312:1215–8.