



Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología

www.elsevier.es/rot



ORIGINAL

¿Es posible la osteosíntesis mínimamente invasiva de la diáfisis del húmero sin riesgos? Estudio en el cadáver (técnica y anatomía)

J.M. Fernández-Medina^a, J.A. Cara-Del Rosal^{a,*}, A. Narváez-Jiménez^a y R. López-Arévalo^b

^aHospital FREMAP, Málaga, España

^bHospital Universitario Virgen de la Victoria, Málaga, España

Recibido el 12 de mayo de 2008; aceptado el 30 de octubre de 2008

Disponible en Internet el 10 de julio de 2009

PALABRAS CLAVE

Húmero;
Fractura;
Anatomía;
Osteosíntesis
percutánea con placa
mínimamente invasiva

Resumen

Objetivos: Determinar la viabilidad de aplicar la técnica MIPPO (*minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis*, 'osteosíntesis percutánea con placa mínimamente invasiva') en el tratamiento de las fracturas diafisarias de húmero, y observar las relaciones anatómicas de las distintas estructuras nobles con la placa de osteosíntesis.

Introducción: Las fracturas de la diáfisis humeral representan el 1,6% del total de las fracturas quirúrgicas. La reducción abierta y la osteosíntesis con placa a compresión es un método aceptado universalmente pero, al requerir una disección extensa, hay posibilidades de dañar el nervio radial; otra alternativa es el uso de clavos intramedulares, pero el porcentaje de complicaciones es similar.

Material y método: Para esto, se realizó un estudio en 5 cadáveres. Se procedió a realizar un miniabordaje deltopectoral en la zona proximal y se realizó la incisión distal a unos 5 cm, proximal a la flexura del codo en la región inferoexterna del brazo. Una vez realizados los 2 miniabordajes, se procedió a realizar un túnel subraquial anterior extraperiostico con un objeto romo, siempre por la cara anterior del húmero, y se introdujo una placa recta estrecha de 10 orificios de proximal a distal.

Resultados: Una vez realizada la osteosíntesis, se procedió a identificar la relación de las distintas estructuras anatómicas con la placa prolongando ambas incisiones: no se encontró ninguna estructura anatómica noble en la cara anterior del húmero que pudiera dañarse.

Conclusiones: Aunque pueda ser técnicamente difícil, la técnica MIPPO descrita aquí es menos invasiva y traumática que la reducción abierta y la colocación de una placa, además no supone riesgos especiales de lesión en el nervio radial o musculocutáneo.

© 2008 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: jac.cara@terra.es (J.A. Cara-Del Rosal).

KEY WORDS

Humerus;
Fracture;
Anatomy;
MIPPO

Is risk-free minimally invasive humeral shaft osteosynthesis possible? A cadaver study (technique and anatomy)

Abstract

Purpose: To determine the feasibility of using minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) in the treatment of humeral shaft fractures and analyze the anatomical relations of the different bodily structures with the fixation plate.

Introduction: Humeral shaft fractures account for 1.6% of all surgical fractures. Open reduction and compression plate fixation is a universally accepted method, but since it requires an extended dissection it could cause a lesion to the radial nerve. Another alternative is to use intramedullary nails, but the percentage of complications associated to them is similar.

Materials and methods: We conducted a study of 5 cadavers. At the proximal level, we carried out a deltopectoral mini approach; the distal incision was performed at about 5 centimeters proximally to the elbow flexure in the inferomedial region of the arm. Once the two mini approaches were completed, a blunt instrument was used to drive an anterior extraperiosteal subbrachial tunnel on the anterior aspect of the humerus through which a 10-hole straight narrow plate was introduced from proximal to distal.

Results: Once the osteosynthesis was completed, we identified the relationship of the different anatomical structures with the plate, extending both incisions without finding any significant anatomical structure on the anterior aspect of the humerus that could be damaged.

Conclusions: Even if technically challenging, the MIPPO technique described herein is less invasive or traumatic than open reduction and plate fixation, and it is not associated with any special risks of injury to the radial or musculocutaneous nerves.

© 2008 SECOT. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

Las fracturas de la diáfisis humeral representan el 1,6% del total de las fracturas quirúrgicas. Últimamente se ha observado un incremento de éstas como consecuencia del aumento de los traumatismos que ocurren en accidentes de tráfico o laborales. La fractura diafisaria plantea problemas radicalmente distintos de los problemas derivados de la fractura de la extremidad proximal. Aparte de los tiempos de consolidación, la reducción de una fractura epifisaria requiere gran precisión, mientras que la reducción de la diáfisis debe tratar de respetar la longitud, los ejes del hueso y las rotaciones, y permitir pequeñas alteraciones no anatómicas; es por eso que la mayoría de las fracturas diafisarias pueden tratarse de forma conservadora¹⁻³. Sin embargo, en situaciones especiales, como pueden ser aquellos casos en los que el resultado de la reducción cerrada es inaceptable (fracturas abiertas, parálisis del nervio radial posmanipulación o fracturas múltiples) está indicado el tratamiento quirúrgico⁴⁻⁶. Además, la presión social para conseguir una función precoz y confortabilidad es creciente, por lo que las inmovilizaciones externas de cualquier tipo son molestas, insuficientes y muchas veces ineficaces; también retardan una intervención quirúrgica que podría haber sido inmediata. Esto ocurre así con personas jóvenes con problemática laboral o deportiva y con mujeres obesas, personas para las que el tratamiento conservador representa un tormento durante semanas y a veces meses.

La reducción abierta y osteosíntesis con placa a compresión es un método aceptado universalmente, que tiene una alta incidencia de consolidaciones y permite una movilización precoz^{4,6}, pero al requerir una disección extensa, hay posibilidades de dañar el nervio radial. El enclavado intramedular también induce una recuperación rápida con la ventaja de que, al ser percutáneo, minimiza las lesiones de partes blandas^{5,7}.

El rol que desempeña la fijación interna en el tratamiento de estas fracturas sigue siendo controvertido. Una de las causas es el alto índice de complicaciones en relación con el retardo de consolidación y la pseudoartrosis (el 7,4% de los casos)¹²⁻¹⁴, las avulsiones en la zona de inserción de clavos (el 4,2% de los casos)¹³ o la parálisis del nervio radial (el 4,2% de los casos)¹³.

Como consecuencia del avance técnico con el uso de dispositivos mínimamente invasivos (MIPPO [*minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis*, 'osteosíntesis percutánea con placa mínimamente invasiva']), estas técnicas han ganado popularidad en los últimos tiempos con resultados clínicos satisfactorios⁸⁻¹⁰. Su beneficio podría radicar en que la pérdida sanguínea y la menor lesión de partes blandas podrían justificar una imperfección discreta del alineamiento de los fragmentos óseos. Aunque hay diversos estudios de esta técnica realizada en las extremidades inferiores¹⁵, las realizadas en las extremidades superiores son escasas¹⁶. La placa se inserta de forma percutánea, con incisiones pequeñas en las zonas proximal y distal. Este método requiere menos lesión de los tejidos

blandos y preserva el hematoma fracturario y la circulación sanguínea de los fragmentos óseos lesionados.

Se podría pensar que la inserción percutánea de una placa de osteosíntesis para el tratamiento de las fracturas diafisarias de húmero podría dañar el nervio radial. Actualmente se han descrito 4 abordajes quirúrgicos para el tratamiento de las lesiones diafisarias humerales¹¹: posterior, anterolateral, anterior y posterolateral. La osteosíntesis abierta con placa se suele realizar con abordajes anterolateral y posterior. El abordaje anterolateral se recomienda para las fracturas del tercio medio y del tercio superior, mientras que para las fracturas del tercio inferior es mejor el abordaje posterior^{6,11}. El abordaje anteromedial es menos útil debido a sus relaciones neurovasculares y el abordaje anterior se utiliza raramente. Sin embargo, el nervio radial no cruza en ningún momento la cara anterior del húmero, por lo que el riesgo de lesión en esta zona es mínimo.

Los objetivos de este estudio han sido determinar la viabilidad de aplicar la técnica MIPPO en el tratamiento de las fracturas diafisarias de húmero mediante la colocación de una placa de osteosíntesis en la cara ventral del húmero a través de un abordaje mínimo deltopectoral en el tercio superior y un abordaje anterior e inferior del brazo, así como observar las relaciones anatómicas del nervio radial con la placa de osteosíntesis.

Material y método

Este estudio se realizó en 10 brazos de 5 cadáveres conservados en formol. El procedimiento se efectuó con los especímenes completos, en decúbito supino. En todos los cadáveres se observó que éstos no tuvieran cicatrices previas en la zona que indicaran algún tipo de cirugía o traumatismo en esa región.

En la zona proximal se procedió a realizar un miniabordaje deltopectoral. La incisión fue de 4 a 5 cm (fig. 1). Se realizó la disección típica entre el pectoral y el borde medial del músculo deltoides y se profundizó hasta llegar a la cara anterior del húmero. En este caso, el principal riesgo suponía la lesión de la vena cefálica que, en condiciones normales, no tiene por qué ocurrir.

La incisión distal se realizó a unos 5 cm, proximal a la flexura del codo y con una longitud de 3 a 4 cm. Se realizó

normalmente en la región inferoexterna del brazo. Se identificó el intervalo entre el bíceps braquial y el braquial anterior. El bíceps se retrajo medialmente con el objeto de identificar el nervio musculocutáneo que discurre sobre el braquial anterior. Una vez identificado, se dividió el braquial anterior en 2 porciones en su línea media hasta contactar con la cara anterior de la diáfisis humeral. En este caso, el bíceps, la porción medial del braquial anterior y la rama sensitiva del musculocutáneo se retrajeron hacia el lado interno; la porción lateral del braquial anterior, que sirve de protección del nervio radial, se rechazó hacia el lado externo. En este punto, el nervio radial perfora el tabique lateral intermuscular y discurre entre el braquioradialis y el braquial anterior (fig. 2).

Una vez realizados los 2 miniabordajes, se procedió a realizar un túnel subbraquial anterior extraperiostico con un objeto romo, siempre por la cara anterior del húmero (fig. 3). La mayor dificultad se puede encontrar en la zona proximal debido a la íntima relación de las fibras de la «V» deltoidea en su inserción en el húmero. En la zona distal se ha de tener cuidado de no lesionar el nervio radial y tunelizar el húmero en la cara anterior o anteromedial de éste.

Después de la preparación del túnel subbraquialis, se introdujo una placa recta estrecha de 10 orificios de proximal a distal. Se fijó la placa al húmero proximal con un tornillo. Posteriormente, una vez situada la placa en la cara anterior del húmero, se fijó distalmente con 3 tornillos y, finalmente, se estabilizó la placa con otros 2 tornillos proximales.

Una vez realizada la osteosíntesis, se procedió a identificar la relación de las distintas estructuras anatómicas con la placa. Se realizó un abordaje deltopectoral amplio, con el objeto de identificar el nervio axilar, el nervio radial, el nervio musculocutáneo y la disposición de la placa. Se expuso el túnel realizado y se lo unió con las incisiones proximales y distales (fig. 4).

Resultados

En todos los especímenes, las placas estaban colocadas de forma correcta: en la cara anterior del húmero (extraperiostica) y bajo el braquial anterior, con una capa más o menos fina del músculo entre la placa y el periostio.

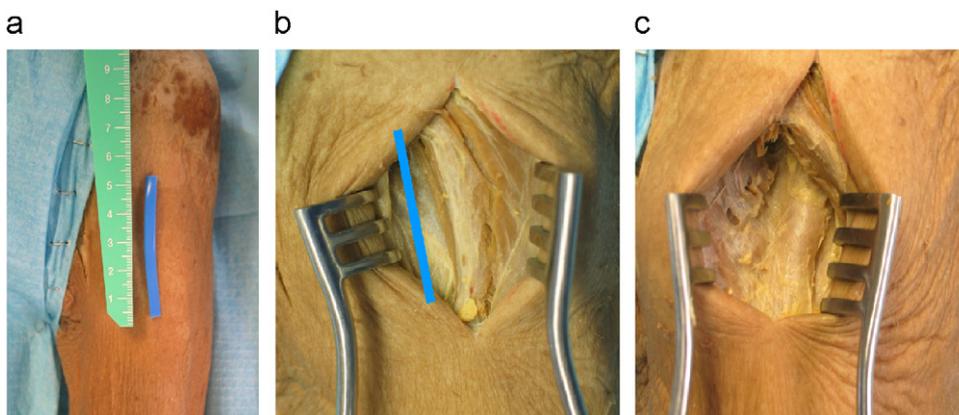


Figura 1 Incisión proximal de 4 a 5 cm (a), disección roma que respeta la vena cefálica (b) hasta llegar a la cara anterior del húmero (c).

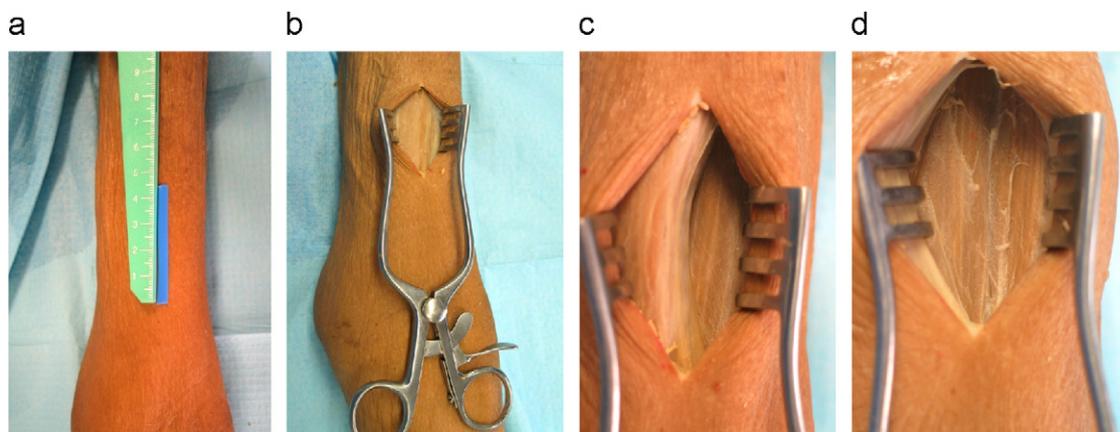


Figura 2 Incisión distal de 3 a 4 cm (a y b); identificación del plano entre el bíceps y el braquial anterior (c); localización del nervio musculocutáneo (rama sensitiva) (d).

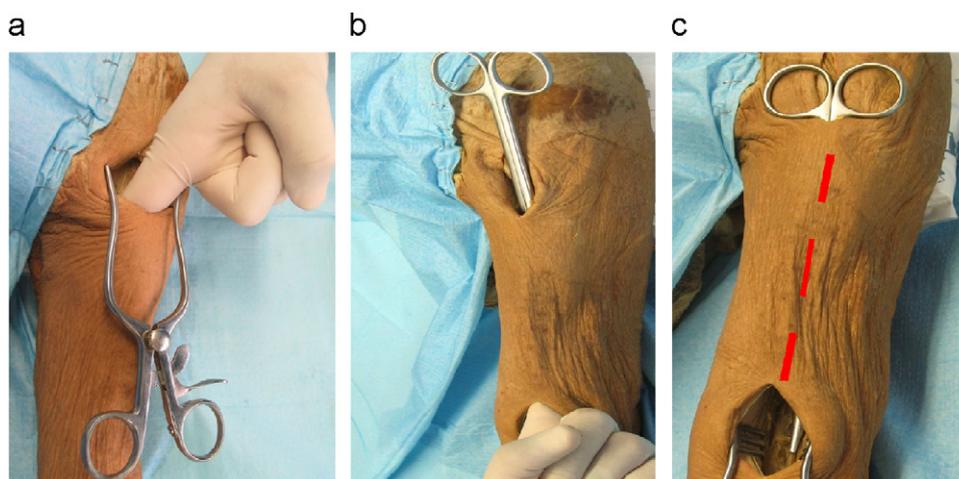


Figura 3 Realización del túnel subaquial con un instrumento romo (a, b y c) para la introducción de la placa recta por ese túnel.

El músculo braquial anterior quedó discretamente lesionado sólo en la zona del túnel por el efecto del instrumental al hacer la dislaceración para introducir la placa.

El nervio axilar discurre desde la cara posterior del húmero proximal hacia la zona lateral y no es posible lesionarlo cuando se usa el abordaje anterior deltopectoral en la incisión proximal.

El nervio radial (rama procedente del tronco secundario posterior del plexo) recorre el brazo desde la axila (posterior a la arteria axilar), atraviesa la hendidura humerotricipital, desciende por la cavidad aponeurótica posterior (entre la cara posterior del húmero y la cara anterior del tríceps) por el canal de torsión y, a la altura del codo, discurre en la profundidad del canal bicipital externo, por lo que no había posibilidad de lesión del nervio radial en ningún caso. La distancia más cercana entre el nervio radial y la cara lateral de la placa era como mínimo de 2,5 cm con el brazo en supinación máxima. Cuando el brazo se ponía en pronación, la distancia disminuía (fig. 5).

Respecto al nervio musculocutáneo, que en su mitad superior tiene el componente fundamentalmente motor y en su tercio distal el componente sensitivo, discurre entre el bíceps braquial y el braquial anterior, y queda protegido por

el separador medial en el abordaje distal. En esta disección y en todos los especímenes no se observó ninguna posibilidad de lesión del nervio musculocutáneo (fig. 6).

Discusión

Los métodos mínimamente invasivos para el tratamiento de fracturas siguen desarrollándose y las técnicas MIPPO se han hecho cada vez más populares. Las primeras técnicas MIPPO se desarrollaron para las fracturas subtrocantéricas y distales del fémur⁹. Posteriormente, estos métodos se modificaron y se adaptaron para el tratamiento de otras fracturas, como las diafisarias de fémur¹⁷, las proximales y distales de tibia^{8,9,17} y las de los huesos del pie¹⁸. Las técnicas MIPPO de húmero han sido descritas previamente por Fernández¹⁹ y Apivatthakakul²⁰, que exponen la realización de un doble abordaje: una incisión deltoidea sobre la cara lateral del húmero y otra incisión anterior en la extremidad distal de éste. En el primero de los autores se expone la experiencia de 20 casos tratados en su mayoría con esta técnica, con resultados satisfactorios.

Este estudio en cadáveres, al igual que otros²⁰, muestra que es posible realizar un abordaje mínimamente invasivo en la cara anterior del húmero. El curso del nervio radial ha sido bien descrito en la literatura médica²¹ y en los libros de texto^{11,22}. El nervio pasa por el espacio triangular entre la cabeza larga del tríceps y el eje del húmero, bajo el músculo redondo mayor. Atraviesa la cara posterior del húmero aproximadamente a $20,7 \pm 1,2$ cm proximal al epicóndilo y a $14,2 \pm 0,6$ cm proximal a la epitroclea.

En la región proximal, el nervio radial se encuentra situado en la zona posteromedial de la diáfisis humeral; por

tanto, la incisión proximal del abordaje MIPPO es absolutamente segura para no dañarlo. En la zona media, el nervio discurre posterior a la diáfisis, por lo que tampoco se lo puede dañar, ya que la introducción de la placa se realiza por la cara anterior del húmero. Sin embargo, en esta zona se debe tener precaución de que los tornillos que fijan la placa no lleven una dirección anteroposterior pura, esto con el objeto de evitar un posible daño del nervio radial en su canal de torsión. De todas formas, en estos casos, la placa se utiliza como tutor interno, a modo de puente, por lo que los tornillos en la zona media no se suelen utilizar²³. En la zona distal, el nervio se localiza lateralmente entre el músculo braquiorradialis y el braquial anterior. En esta zona, la porción lateral del braquial sirve de cojín entre el nervio y el separador. El separador de Hohmann no debe usarse en la cara lateral del húmero para evitar la compresión de éste.

La posición del antebrazo tiene un efecto en la posición del nervio en su zona más distal. En la disección realizada para el presente estudio se encontró siempre una zona del músculo braquial entre la placa y el nervio radial en todos los especímenes. Tradicionalmente, se sabe que la posición del antebrazo está relacionada con la relación del nervio radial en su zona distal, de modo que en supinación máxima el nervio se hace más lateral y, en pronación, se hace más medial, por lo que en estos casos se aconseja que al realizar el túnel e introducir la placa, se coloque el antebrazo en máxima supinación para evitar posibles daños. Esto, combinado con la separación del braquial por la mitad y la retracción de la porción medial del músculo junto con el nervio, evitará el daño de éste en su zona más distal.

En la técnica MIPPO descrita por Fernandez¹⁹, el túnel comienza en el espacio subdeltoideo y se curva 90° hacia la cara anterior del húmero, hacia el espacio subbraquial. En este caso es el nervio axilar el que podría dañarse en la zona deltoidea cuando se introduce la placa lateral. En este caso la lesión también se podría dar al dislacerar las fibras del deltoides o por compresión directa de la placa sobre el hueso cuando se fijan los tornillos proximales. En el presente caso se evitó, ya que el abordaje proximal es deltopectoral y no lateral puro.

Otro problema que puede surgir es la interferencia de la placa con el tendón del bíceps, como describió Fernandez¹⁹, pero en el presente caso la placa estaba localizada lateral al bíceps y medial al deltoides, y no interfería en su



Figura 4 Exposición del túnel realizado mediante la unión de las incisiones proximales y distales.

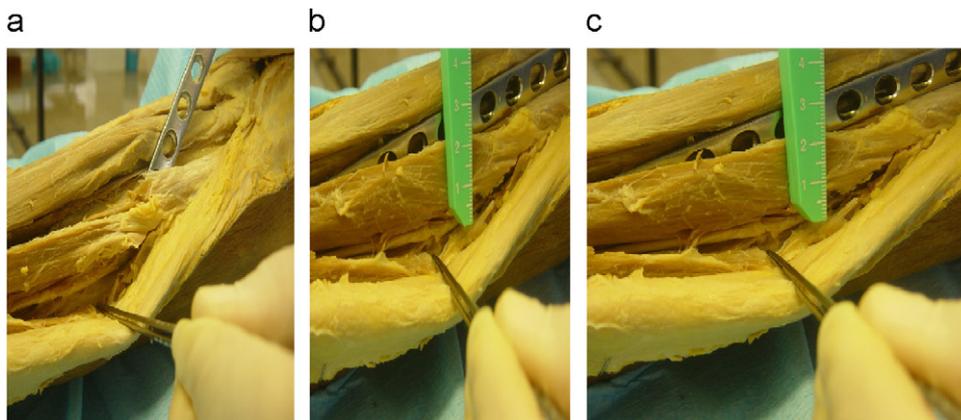


Figura 5 Zona proximal (a y b). Obsérvese la distancia entre la placa y el nervio radial, y la distancia de seguridad entre el nervio radial y la placa en la zona distal (c).

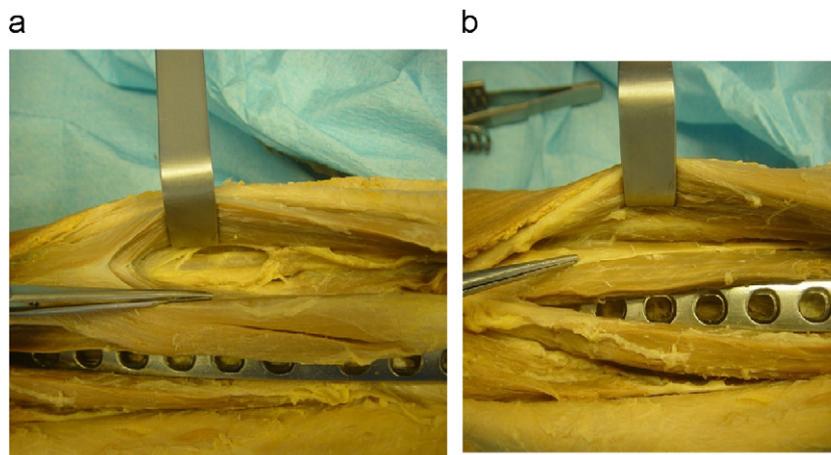


Figura 6 Relación de la placa y el nervio musculocutáneo en la zona media (a), y en la zona distal del húmero (b).

trayectoria, por lo que tampoco interfería en la función de esos tendones. Ha de tenerse presente que este estudio se ha realizado en cadáveres en los que el húmero está intacto; sin embargo, el sujeto que tiene una fractura humeral puede tener alteradas las referencias anatómicas. Es por esto que se recomienda restaurar la realineación del brazo antes de realizar las incisiones, bien mediante tracción simple o bien en casos especiales mediante el uso de un fijador externo, fundamentalmente en el proceso de tunelización y deslizamiento de la placa. Los autores de este artículo no han realizado un estudio biomecánico, ya que no era el objetivo de este trabajo.

En conclusión, aunque pueda ser técnicamente difícil, la técnica MIPPO descrita aquí es menos invasiva y traumática que la reducción abierta y colocación de placa. Esta técnica puede estar indicada en el tratamiento de las fracturas simples o las fracturas conminutas de la diáfisis humeral, que se extiendan desde la inserción deltoidea hasta unos 6 cm por encima de la fosita olecraniana, que permitiría colocar al menos 3 tornillos de fijación tanto en la zona proximal como en la distal. También podría estar indicada en aquellas fracturas de húmero que por su tamaño (pequeño diámetro del canal) no puedan tratarse con clavos intramedulares.

Conflicto de intereses

Los autores han declarado no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Camden P, Nade S. Fracture bracing of the humerus. *Injury*. 1992;23:245-8.
2. Hunter SG. The closed treatment of fractures of the humeral shaft. *Clin Orthop*. 1982;164:192-8.
3. Sarmiento A, Kinman PB, Galvin EG, Schmitt RH, Phillips JG. Functional bracing of fractures of the shaft of the humerus. *J Bone Joint Surg Am*. 1977;59:596-601.
4. Bell MJ, Beauchamp CG, Kellan JK, McMurtry RY. The results of plating humeral shaft fractures in patients with multiple injuries: The Sunnybrook experience. *J Bone Joint Surg Br*. 1985;67-B:293-6.
5. Brumback RJ, Bosse MJ, Poka A, Burgess AR. Intramedullary stabilization of humerus shaft fractures in patients with multiple trauma. *J Bone Joint Surg Am*. 1986;68-A:960-70.
6. Dabezies EJ, Banta CJ, Murphy CP, D'Ambrosia RD. Plate fixation of humeral shaft for acute fractures, with and without radial nerve injuries. *J Orthop Trauma*. 1992;6:10-3.
7. Robinson CM, Bell KM, Court-Brown CM, McQueen MM. Locked nailing of humeral shaft fracture. Experience in Edinburgh over a two-year period. *J Bone Joint Surg Am*. 1992;74-A:558-62.
8. Helfet DL, Shonnard PY, Levine D, Borrelli Jr. J. Minimally invasive plate osteosynthesis of distal fractures of the tibia. *Injury*. 1997;28 Suppl 1:42-8.
9. Krettek C, Gerich T, Miclau T. A minimally invasive medial approach for proximal tibia fractures. *Injury*. 2001;32 Suppl 1:SA4-13.
10. Krettek C, Schandelmaier P, Miclau T, Tschern H. Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) using the DCS in proximal and distal femoral fracture. *Injury*. 1997;28 Suppl 1:20-30.
11. Hoppenfeld S, de Boer P. The humerus. En: *Surgical exposures in orthopaedics. The anatomic approach*. Philadelphia: Lippincott; 1984, p. 47-75.
12. Flinkkilä T, Ristiniemi J, Hämäläinen M. Nonunion after intramedullary nailing of humeral shaft fractures. *J Trauma*. 2001;50:540-4.
13. Rommens PM, Blum J, Runkel M. Retrograde Nailing of humeral shaft fractures. *Clin Orthop*. 1998;350:26-39.
14. 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;8:1093-110.
15. Kesemenli C, Subasi M, Necmioglu S, Kapukaya A. Treatment of multifragmentary fractures of the femur by indirect reduction (biological) and plate fixation. *Injury*. 2002;33:691-9.
16. Pospula W, Abu Noor T. Percutaneous fixation of comminuted fractures of the humerus: Initial experience at Al Razi Hospital, Kuwait. *Med Princ Pract*. 2006;15:423-6.
17. Wenda K, Runkel M, Degreif J, Rudig L. Minimally invasive plate fixation in femoral shaft fracture. *Injury*. 1997;28 Suppl 1:13-9.
18. Thermann H, Krettek C, Tschern H. Minimally invasive fracture stabilization in foot trauma. *Tech Orthopaed*. 1999;14:176-90.
19. Fernández Dell'Oca A.A. The principle of helical implants. Unusual ideas worth considering. *Injury*. 2002;33 Suppl 1: SA1-27.

20. Apivatthakakul T, Arpornchayanon O, Bavornratanavech S. Minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) of the humeral shaft fracture. *Injury*. 2005;36:530–8.
21. Gerwin M, Hotchkiss RN, Weiland AJ. Alternative operative exposures of the posterior aspect of the humeral diaphysis with reference to the radial nerve. *J Bone Joint surg Am*. 1996;78-A: 1690–5.
22. Anderson JE, editor. *Grant's atlas of anatomy*. 8th ed. Baltimore: Williams and Wilkins; 1983.
23. Heitemeyer U, Kemper F, Hierholzer G, Haines J. Severely comminuted femoral shaft fractures: Treatment by bridging plate osteosynthesis. *Arch Orthop Trauma Surg*. 1987;106: 327–30.