

Tratamiento de las fracturas diafisarias de húmero con el clavo endomedular de Marchetti

RAÚL M. GONZÁLEZ MATA

Sanatorio Mitre, Buenos Aires

RESUMEN

Introducción: El propósito de este trabajo es comunicar la experiencia durante un lapso de 4 años en el tratamiento de las fracturas de diáfisis de húmero con el clavo endomedular de Marchetti.

Materiales y métodos: Desde agosto de 1996 hasta septiembre de 2000 fueron operados 25 pacientes con fracturas cerradas de la diáfisis del húmero, la mayoría del tercio proximal y medio, utilizando el clavo de Marchetti. Ninguno presentaba compromiso del nervio radial en el preoperatorio. El procedimiento se llevó a cabo a cielo cerrado por vía retrógrada y utilizando sólo tornillo de cerrojo distal, actuando los haces proximales al abrirse como cerrojos automáticos.

Resultados: En la serie revisada, no hubo lesión del nervio radial en el posoperatorio, como tampoco complicaciones infecciosas. En tres casos, se presentó protrusión por la cabeza humeral de alguno de los haces; en uno solo de estos casos se realizó la extracción del clavo, produciéndose una fractura supracondílea durante esta maniobra, complicación frecuente según lo informado en otras publicaciones. La consolidación de la fractura fue de 12 semanas como término medio. Los resultados, tomando en cuenta dolor, movilidad del hombro y del codo, y alineación radiográfica, fueron muy buenos o buenos en el 80% de los casos.

En la comparación con otros métodos de osteosíntesis (placa con tornillos, endomedulares acerrojados), ninguno demostró ser notablemente superior.

Conclusiones: El clavo de Marchetti, presenta los beneficios de las técnicas a cielo cerrado, con la ventaja de

que no es necesaria la colocación de un tornillo de cerrojo proximal, lo que reduce el tiempo operatorio y la exposición a la radiación. Su colocación por vía retrógrada evita los conflictos subacromiales.

PALABRAS CLAVE: Húmero. Fracturas diafisarias. Clavo endomedular de Marchetti.

TREATMENT OF DIAPHYSEAL HUMERAL FRACTURES WITH INTRAMEDULLARY MARCHETTI NAIL

ABSTRACT

Background: The purpose of this study is to communicate our experience in the management of diaphyseal humeral fractures with Marchetti nails.

Methods: From August 1996 to September 2000, 25 patients were operated for closed diaphyseal humeral fractures, most of them in the proximal and middle third, using Marchetti nails. No radial nerve involvement was seen pre-operatively. The closed procedure with a retrograde technique was performed using only distal locking screws, with secondary proximal nails acting as automatic locks on opening up.

Results: In the revised series no radial nerve injury was seen in the post-op, or infectious complications. In three cases, intra-articular protrusion was observed caused by humeral head secondary nails; the nail was removed in only one case, developing a supracondylar fracture during the procedure, a complication frequently described in other publications. The fractures healed in 12 weeks (average). The results, taking into account pain, shoulder and elbow mobility, as well as radiographic alignment, were very good or good in 80% of the cases.

When compared to other osteosynthesis methods (plate and screws, intramedullary locking nails), none proved remarkably better.

Conclusions: The Marchetti nail offers the advantages of closed reduction techniques, without requiring a proximal locking screw. This reduces both time of surgery and

Recibido el 26-6-2003. Aceptado luego de la evaluación el 25-9-2003.

Correspondencia:

Dr. RAÚL M. GONZÁLEZ MATA
Bartolomé Mitre 2553
(1039) - Buenos Aires
E-mail: rgmata@fibertel.com.ar

exposure to radiation. The retrograde nail technique prevents subacromial conflicts.

KEY WORDS: Humerus. Diaphyseal fracture. Intramedullary Marchetti nail.

El tratamiento conservador en las fracturas diafisarias de húmero proporciona una consolidación satisfactoria en la mayoría de los casos.¹⁹ Los acortamientos de alrededor de 2 cm y las deformidades angulares menores de 20° después del tratamiento conservador son funcionalmente muy bien compensados y cosméticamente tolerados. La tasa de pseudoartrosis en fracturas cerradas tratadas en forma no quirúrgica varía entre 20 y 39%.^{6,13}

En los casos en que se ha decidido el tratamiento quirúrgico, se utilizan varios métodos de fijación: placa con tornillos, osteosíntesis endomedular, tutores externos, estos últimos casi exclusivamente reservados para las fracturas expuestas.

Realizamos un estudio retrospectivo de 25 fracturas diafisarias de húmero tratadas en un período de 4 años con clavo endomedular de Marchetti, con el fin de evaluar los resultados y poder compararlos con otros métodos de tratamiento.

Materiales y métodos

Desde agosto de 1996 hasta septiembre de 2000 fueron tratados 25 pacientes (14 hombres y 11 mujeres) con fractura diafisaria de húmero, en los que se realizó osteosíntesis endomedular con clavo de Marchetti. Todas eran fracturas cerradas y se excluyeron de esta serie las patológicas. La edad promedio fue de 55 años, con extremos de 33 a 91 años. Todos los casos se produjeron por causas traumáticas. En 5 había una o más lesiones asociadas: un caso con fractura medial de cadera contralateral, un caso con fractura de epifisis distal de radio homolateral, otro caso con fractura de tibia contralateral y finalmente, dos politraumatismos, uno con fracturas múltiples y otro con traumatismo encefalocraneano con pérdida de conocimiento. Ninguno de los pacientes de esta serie presentó lesión del nervio radial asociada.

Utilizamos la clasificación de Hackethal modificada por De La Caffiniere² para la localización (Fig. 1) y la clasificación AO para el tipo de fractura (Fig. 2).¹¹ Se trata de 9 tipo A, 9 tipo B y 7 tipo C. Un solo caso se encontraba en el tercio distal del húmero (segmento D5 de De La Caffiniere), estando la mayoría en el tercio proximal y mediodiafisario. Dos pacientes presentaban fractura en dos niveles (bifocal) y se tomó en cuenta el trazo diafisario, ya que en ambos casos el trazo secundario era en el cuello quirúrgico.

El clavo de Marchetti¹⁰ posee un extremo cilíndrico de 2 cm angulado, que se continúa con cuatro o cinco haces elásticos unidos por un alambre central desde sus extremos. El

diámetro del clavo de cuatro haces es de 7 mm y el de cinco haces, de 8 mm.

Todos los pacientes fueron operados con anestesia general, colocados en decúbito ventral con el brazo extendido sobre una tabla, con el hombro en abducción de 90° en rotación intermedia y el antebrazo péndulo, con el codo más allá del extremo de la tabla para permitir la flexión mayor de 90°. Se utilizó siempre intensificador de imágenes, colocado paralelo al enfermo y utilizando las incidencias de frente y de perfil.

La incisión es longitudinal centrada en la línea media de la metáfisis distal del húmero, partiendo a 2 cm de la punta del olécranon, 4 o 5 cm hacia proximal. El abordaje se efectúa transtendón tricaptal hasta la cortical posterior del húmero. Se legra la paleta humeral y con una punta cuadrada se inicia un orificio localizado a unos 1,5 cm de la fosa olecraniana, que se agranda progresivamente con mechas dirigidas al conducto, hasta un calibre de 8 o 9 mm. En general no se requirieron grandes maniobras de reducción, ya que la posición quirúrgica permite que sólo sea necesaria alguna tracción y rotación. Se procede a colocar un alambre guía, que permite obtener la medida de longitud del clavo que se ha de utilizar. Se realiza el fresado de sólo los primeros centímetros de la diáfisis, hasta utilizar una fresa 1 mm mayor del clavo seleccionado. Se retira el alambre guía y se procede a la colocación del clavo. La hiperflexión del codo disminuye el ángulo de entrada del clavo en el húmero y facilita la introducción. En general, esta maniobra se realiza manualmente, y en caso de ser necesario, con golpes delicados de martillo. Una vez atravesado el foco de fractura, al alcanzar la zona metafisaria proximal, se retira el alambre central, lo que permite la abertura fascicular de los clavos secundarios, que se amplía en los últimos centímetros de la introducción, produciéndose un cerrojo automático. Se realiza finalmente la colocación del tornillo de cerrojo distal de 2,5 mm de diámetro, el cual es introducido a través del extremo curvo que hace las veces de guía. Siempre atravesamos la cortical anterior con este cerrojo.

La duración de la intervención, desde la incisión hasta el cierre de la piel, fue en promedio de 50 minutos, con extremos de 30 y 90 minutos.

En el posoperatorio, utilizamos un inmovilizador ortopédico conocido como Velpeau Vietnam durante 4 semanas. A las 48 horas se comienza con ejercicios pendulares, que se amplían en el transcurso de los días. Se limita la realización de rotaciones por 3 o 4 semanas, según el caso.

Todos los pacientes fueron controlados en un lapso mínimo de 4 meses, con un promedio de 12 meses. Se evaluó objetivamente la movilidad del hombro y el codo, comparándola con la del contralateral. Se tomó en cuenta la sintomatología subjetiva (dolor) en relación con los esfuerzos y el clima, así como la presencia o ausencia de dolor permanente. Se tomaron periódicamente radiografías de frente y de perfil del húmero completo (cada 3 o 4 semanas hasta la consolidación y luego cada 3 meses). Utilizamos los parámetros de la AO, según los cuales la ausencia de consolidación a los 4 meses constituye un retardo de consolidación y, si supera los 8 meses, una pseudoartrosis.

Resultados

De los 25 pacientes de esta serie, ninguno presentó compromiso del nervio radial en el posoperatorio ni en el

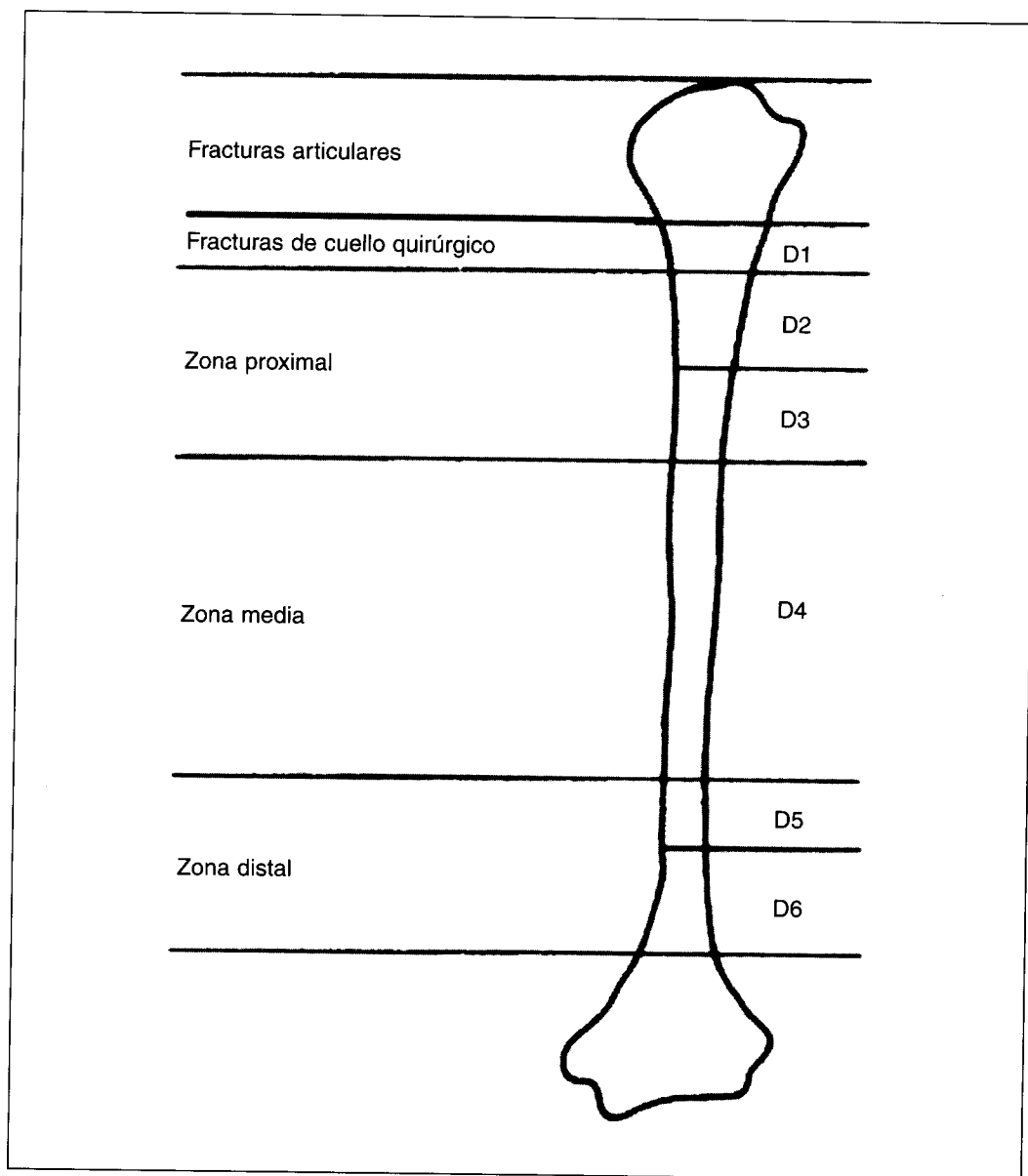


Figura 1. Localización: Clasificación de Hackethal modificada por De la Caffiniere.

posoperatorio. Tampoco hubo en esta revisión complicaciones infecciosas. En 3 casos se presentó como complicación la protrusión de algunos de los haces por la cabeza humeral. En 2 de estos casos se atribuyó a un defecto de técnica, ya que se debió utilizar un clavo de menor longitud. Uno de los pacientes no manifestó molestias y el otro, que sí presentaba sintomatología, se negó a la extracción del clavo propuesta. En el tercer caso, si bien la longitud del clavo era la correcta, se trataba de una paciente de 91 años con osteoporosis severa, con una fractura oblicua larga en la unión del tercio medio con el proximal, en la que se produjo colapso del foco de fractura y protrusión progresiva con dolor e impotencia funcional. Se procedió a la extracción del clavo a los tres meses y

medio de operada. Durante las maniobras de extracción, se produjo una fractura oblicua supracondílea de húmero y además se constató la falta de consolidación del foco. Se colocaron dos clavos de Rush desde interno y externo de la paleta humeral, y se realizó un alambrado supracondíleo alrededor del húmero, inmovilizándola finalmente con un yeso braquiopalmar. Lamentablemente, este fue el caso de más corto seguimiento, ya que la paciente, decepcionada con el tratamiento, decidió continuarlo con otro colega, quien nos comentaría más tarde sobre la prolongada inmovilización con yeso que requirió la consolidación de las fracturas. Este caso fue catalogado como mal resultado (tanto funcional como por las complicaciones).

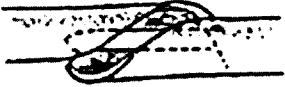
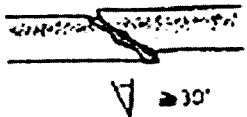
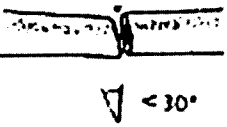






		D1 Cuello quirúrgico	D2, D3 Zona proximal	D4 Zona media	D5, D6 Zona distal
A1		—	3	—	—
A2		1	3	2	—
A3		—	—	—	—
B1		—	1	1	1
B2		—	1	3	—
B3		—	1	1	—
C1		—	2	—	—
C2		—	2	—	—
C3		—	1	2	—

Figura 2. Clasificación AO para el tipo de fractura y localización.

Un paciente con fractura clínica y radiológicamente consolidada a los tres meses de la operación, sufrió un nuevo traumatismo a los cuatro meses, con fractura oblicua corta vecina al tornillo de cerrojo distal, sin desplazamiento significativo, al que se decidió inmovilizar con Velpeau Vietnam con buena evolución y recuperación funcional del codo y el hombro.

La consolidación de la fractura se obtuvo en un término medio de 12 semanas en 24 pacientes, con extremos de 6 y de 20 semanas (Fig. 3).

Para la evaluación final de los resultados, se tuvo en cuenta la clasificación de Stewart y Hundley (Tabla 1):²² 8 resultados muy buenos (32%), 12 buenos (48%), 4 regulares (16%) y uno malo (4%).



Figura 3. Fractura diafisaria, tipo B1 en una mujer de 46 años. A. Radiografía inicial. B. Posoperatorio inmediato. C. Control a los 4 meses.

Tabla 1. Clasificación de los resultados según Stewart y Hundley

Muy bueno	<ul style="list-style-type: none"> Ausencia de dolor Movilidad normal de codo y hombro Buena alineación radiográfica
Bueno	<ul style="list-style-type: none"> Sin dolor o sólo climático Limitación del movimiento de hombro y/o codo no mayor de 20° Angulación radiográfica inferior a 10°
Regular	<ul style="list-style-type: none"> Dolor al esfuerzo Limitación del movimiento de hombro y/o codo entre 20 a 40° Angulación radiográfica superior a 10°
Malo	<ul style="list-style-type: none"> Dolor permanente Seudoartrosis o parálisis radial iatrógena Limitación del movimiento del hombro y/o codo superior a 40°

Discusión

Dado que con el tratamiento conservador se obtienen muy buenos resultados en la mayoría de los pacientes, la estabilización quirúrgica ha sido polémica. Algunas series de tratamiento inerte dan las tasas de consolidación vecinas de las técnicas quirúrgicas. La última serie de Sarmiento y cols.²⁰ muestra una tasa de seudoartrosis de 4,7% utilizando el tratamiento funcional. Quienes se deciden por la osteosíntesis critican las prolongadas inmovilizaciones con yesos, con la consecuente repercusión funcional en las articulaciones del hombro y el codo, lo que requiere además una cooperación adecuada del paciente. En las fracturas que exigen cirugía, tanto la placa con tornillos como los clavos endomedulares pro-

porcionan medios predecibles de lograr la estabilización y curación de la fractura. Las indicaciones más aceptadas para la cirugía serían en los pacientes con politraumatismo (en especial polifracturados), fractura con parálisis radial o lesión vascular, fractura transversa y codo flotante.⁵

Sin lugar a duda, se le debe a Küntscher el mérito de haber establecido en 1940 en forma clara y terminante los principios fundamentales de la técnica de osteosíntesis intramedular, sus indicaciones, contraindicaciones y resultados. Con el advenimiento de los clavos con sistema de cerrojos, pudieron ampliarse las indicaciones de la técnica endomedular, con la que se encontró una solución a la estabilización rotacional de la fractura y a la migración distal y proximal de los clavos. Se utilizan di-

versos modelos, con colocación anterógrada desde proximal, o retrógrada desde distal, con fresado o sin fresado del conducto medular.

La comparación de los resultados es difícil, ya que no hay unanimidad de criterios para la evaluación, con poblaciones, indicaciones y tipos de fracturas diferentes.

Las osteosíntesis rígidas parecen dar menos pseudoartrosis. Paris y cols.¹² muestran una tasa del 2,8%. Chapman y cols.³ encontraron una ligera mayor incidencia de pseudoartrosis con el método con placa y tornillos (3 de 46 casos) en comparación con los clavos anterógrados (2 de 38 casos). Rommens y cols.,¹⁷ utilizando clavos acorrojados retrógrados, informan un 7,4% de pseudoartrosis. Con el clavo de Marchetti, Simon y cols.,²¹ en 30 fracturas agudas, observaron cuatro pseudoartrosis, dos con fracturas transversales mediodiafisarias y dos en fracturas espirales largas proximales con tercer fragmento. Butin y cols.,¹ en 50 fracturas de diáfisis humeral postraumáticas tratadas con clavo de Marchetti, encontraron dos pseudoartrosis. En nuestra casuística no hubo ninguna pseudoartrosis, pero debemos tener en cuenta que en ninguno de los 25 casos se trataba de una fractura transversal, más difícil de consolidar, cualquiera que sea la técnica utilizada.

Con respecto a la parálisis secundaria a la osteosíntesis con placa y tornillos, ocurre entre un 3 y un 29% en distintas series.^{8,23} Chapman y cols.³ no encontraron diferencias comparativas para esta complicación utilizando placa y tornillos y clavo endomedular anterógrado. Rommens y cols.,¹⁷ con clavos retrógrados acorrojados, hallaron 4,4% de parálisis iatrogénica, pero todos los pacientes se recuperaron sin intervención adicional.

No hemos observado parálisis radial en nuestra serie, al igual que en las presentadas por Butin y por Simon.^{1,21} En las técnicas a cielo cerrado, esta complicación se produciría durante las maniobras de reducción o por falsas vías con la guía o el material de osteosíntesis. La posición en decúbito ventral con el brazo descansando sobre un soporte facilita las maniobras de reducción, evita posibles lesiones del nervio radial y reduce la utilización de una guía.

La tasa de infección en las técnicas a cielo cerrado es menor. Chapman y cols.³ encontraron 3 casos de 46 procedimientos con placa y tornillos, y ninguno con clavos anterógrados. Rommens y cols.¹⁷ tampoco tuvieron casos de infección en 68 fracturas agudas tratadas con clavos retrógrados. En nuestra casuística, como en la de Simon y en la de Butin,^{1,21} utilizando clavos de Marchetti, no hubo infecciones. En la serie de Paris y cols.¹² con placa y tornillos el porcentaje fue del 1,5%.

Los métodos no quirúrgicos son el origen de entre un 12 y un 15% de rigidez de hombro y codo.^{4,20}

Para la colocación de clavos por vía proximal anterógrada es necesario un abordaje a través del manguito rotador y un orificio grande de entrada en el margen lateral del cartílago de la cabeza humeral. Robinson y

cols.¹⁵ hallaron un 40% de complicaciones de síndrome de fricción subacromial. Ruf y Pauly¹⁸ informan de un alto número de fracturas en el portal de entrada al insertar el clavo. Goullier y cols.,⁷ en una serie de 23 fracturas tratadas con clavo de Seidel, 3 pacientes presentaron fricción subacromial, que desapareció al retirar el clavo; en una revisión de la bibliografía de 324 clavos anterógrados, encontraron conflicto subacromial en 15,3% de los casos.

La osteosíntesis con placa y tornillos da menos rigidez, con 70-97% de función normal; en la revisión efectuada por Paris y cols.¹² y Chapman y cols.³ de 46 placas, encontraron 4 casos con limitación funcional y/o dolor en el codo y ninguno en el hombro, y de 38 clavos anterógrados, 6 pacientes con dolor y/o limitación funcional en el hombro y ninguno en el codo. El abordaje por vía retrógrada extraarticular permite una recuperación de la movilidad del codo prácticamente sin limitaciones secundarias. La entrada en la suprafovea olecraniana es fácil, rápida y tiene menos complicaciones.⁹

En nuestra casuística, todos los pacientes recuperaron casi por completo la movilidad del hombro, con la extensión del codo limitada en alrededor de 10° en un 20% de los casos. El dolor del hombro estuvo directamente ligado con la protrusión de los clavos secundarios por la cabeza humeral. Con respecto a esta complicación, Butin y cols.¹ tuvieron dos casos, ambos asintomáticos, realizando la extracción del clavo una vez consolidada la fractura. En nuestra serie, ocurrió en tres pacientes, uno sin sintomatología, otro con poca sintomatología que se negó a la extracción y el tercero con gran sintomatología al que sí se le realizó la extracción. Para evitar esta complicación, se debe respetar la distancia de unos 10 a 15 mm entre la punta de los clavos secundarios y la superficie articular.

En todos los trabajos revisados de describieron dificultades en la extracción del clavo. Simon y cols.,²¹ en 50 casos realizaron 20 extracciones; hubo 5 fracturas supracondíleas, 3 intraoperatorias y 2 posoperatorias por trauma mínimo. Butin y cols.¹ realizaron dos extracciones tardías (aproximadamente a los dos años y medio de operadas), ambas con esta complicación, por lo que recomiendan la no extracción sistemática. La razón principal de esta complicación residiría en el diseño del clavo. La parte cilíndrica distal presenta una incurvación de 45°, a diferencia de otros clavos retrógrados que es de 5 a 10°. Al proceder a la extracción, se estaría aplicando un brazo de palanca importante sobre las corticales de la zona supracondílea humeral. Se recomienda antes de la extracción, ampliar minuciosamente con una fresa alrededor del clavo.

La elasticidad inherente a los clavos secundarios previene la conminución iatrogénica de la fractura, como lo informado con los clavos de Seidel¹³ o de Russel Taylor.¹⁶

Al no utilizar tornillos de cerrojo proximal, se previene una lesión neurovascular y alguna perturbación del movimiento del hombro.^{7,14}

Al igual que con otros clavos por vía retrógrada, la función del codo está más comprometida que la del hombro, aunque siempre de manera poco significativa.^{17,21}

Conclusiones

No hay unanimidad para la indicación del tratamiento de las fracturas diafisarias de húmero.

Dadas las pocas complicaciones y la buena recuperación funcional encontradas en nuestro trabajo utilizando el clavo elástico de Marchetti, parece ser una alternativa válida para utilizar en nuestro arsenal terapéutico. Presenta las ventajas de las técnicas a cielo cerrado (baja tasa de infección y de lesión del nervio radial, mejor fijación que con las placas en pacientes osteoporóticos), con la ventaja adicional de que no es necesaria la colocación de tornillo de cerrojo proximal, gracias a su sistema fascicular por clavos secundarios, lo que reduce el tiempo de exposición a la radiación y ahorra tiempo operatorio. Su acceso retrógrado evita los conflictos subacromiales, frecuentes con los clavos anterógrados y al no ser necesario el fresado del conducto medular, se evita la repercusión sobre los vasos medulares. No estaría indicado en las fracturas de trazo transversal mediodiafisarias ni en las del segmento distal (D6 de De La Caffiniere).

La comparación de los resultados es difícil porque los métodos de evaluación son diferentes, al igual que la población y el tiempo transcurrido entre el accidente y la cirugía. En la revisión que efectuamos ningún método mostró ser notablemente superior a otro. La selección del tratamiento debe basarse en los factores del paciente, la morfología de la fractura, la situación, la lesión de los tejidos y las preferencias del cirujano.

La comparación de los resultados es difícil porque los métodos de evaluación son diferentes, al igual que la población y el tiempo transcurrido entre el accidente y la cirugía. En la revisión que efectuamos ningún método mostró ser notablemente superior a otro. La selección del tratamiento debe basarse en los factores del paciente, la morfología de la fractura, la situación, la lesión de los tejidos y las preferencias del cirujano.

Referencias bibliográficas

1. **Butin E, Herent S, Delehay P.** Traitement des fractures de la diaphyse humerale par enclouage elastique de Marchetti. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*;87(8):758-764;2001.
2. **Caffiniere JY, Kassab G, Ould Oudi A.** Traitement des fractures de la diaphyse humerale de l'adulte par embrochage centro-medullaire. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*;74(8):771-777;1988.
3. **Chapman JR, Henley MB, Agel J, et al.** Randomized prospective study of humeral shaft fracture fixation: intramedullary nails versus plates. *J Orthop Trauma*;14(3):162-166;2000.
4. **Dufour O, Beaufils PH, Ouaknine M.** Traitement fonctionnel des fractures recentes de la diaphysis humerale par la methode de Sarmiento. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*;75(5):292-300;1989.
5. **Foster RJ, Dixon GL Jr, Bach AW, et al.** Internal fixation of fractures and non-unions of the humeral shaft. Indications and results in a multi-center study. *J Bone Joint Surg Am*;67(6):857-864 ;1985.
6. **Foulk DA, Szabo RM.** Diaphyseal humerus fractures: natural history and occurrence of nonunion. *Orthopedics*;18(4):333-335 ;1995.
7. **Goullier O, Revai L, Dunau JL, et al.** Traitement des fractures recentes de la diaphyse humerale par enclouage centromedullaire verrouillé selon Seidel. Revisión de 23 premiers cas a 2,5 ans avec estude de la coiffe des rotateurs. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*;85:349-361;1999.
8. **Heim D, Herkert F, Hess P, et al.** Surgical treatment of humeral shaft fractures. The Basel experience. *J Trauma*;35(2):226-232;1993.
9. **Lin J, Hou SM, Hang YS, et al.** Treatment of humeral shaft fractures by retrograde locked nailing. *Clin Orthop*;342:147-155;1997.
10. **Marchetti PG, Vicenzi G, Impallomeni C, et al.** The use of elastic nails for intramedullary fixation of humeral and nonunions. *Orthopedics*;23(4):343-347;2000.
11. **Müller ME, Nazarian S, Koch P.** *Classification AO des fractures*. Berlin: Springer-Verlag; 1987.
12. **Paris H, Tropiano P, Clouet D'orval B, et al.** Fractures diaphysaires de l'humerus: osteosynthese systematique par plaque (serie de 156 cas). *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*;86(4):346-359;2000.
13. **Riemer BL, Foglesong ME, Burke CJ, et al.** Complications of Seidel intramedullary nailing of narrow diameter humeral diaphyseal fractures. *Orthopedics*;17(1):19-29;1994.

14. **Riener BL, D'Ambrosia R.** The risk of injury to the axillary nerve, artery, and vein from proximal locking screws of humeral intramedullary nails. *Orthopedics*;15(6):697-699;1992.
15. **Robinson CM, Bell KM, Court-Brown CM, et al.** Locked nailing of humeral shaft fractures: experience in Edinburgh over a two year period. *J Bone Joint Surg Br*;74(4):558-562 ;1992.
16. **Rommens PM, Verbruggen J, Broos PL.** Retrograde locked nailing of humeral shaft fractures. A review of 39 patients. *J Bone Joint Surg Br*;77(1):84-89;1995.
17. **Rommens PM, Blum J, Runkel M.** Retrograde nailing of humeral shaft fractures. *Clin Orthop*;(350):26-39;1998.
18. **Ruf W, Pauly E.** Zur problematic der humerus verriegelungs nagelung. *Unfallchirurg*;96(6):323-328;1993.
19. **Sarmiento A, Kinman PB, Galvin EG, et al.** Functional bracing for fractures of the shaft of the humerus. *J Bone Joint Surg Am*;59(5):596-601;1977.
20. **Sarmiento A, Horowitch A, Abouafia A, et al.** Functional bracing for comminuted extraarticular fractures of the distal third of the humerus. *J Bone Joint Surg Br*;72(2):283-287;1990.
21. **Simon P, Jobard D, Bistour L, et al.** Complications of Marchetti locked nailing for humeral shaft fractures. *Int Orthop*;23(6):320-324;1999.
22. **Stewart MJ, Hundley JM.** Fractures of the humerus. A comparative study in methods of treatment. *J Bone Joint Surg Am*;37(4):681-692;1955.
23. **Vander Griend R, Tomasin J, Ward EF.** Open reduction and internal fixation of humeral shaft fractures. Results using AO plating techniques. *J Bone Joint Surg Am*;68(3):430-433;1986.