

Enclavado endomedular para el tratamiento de fracturas diafisarias del antebrazo

J. C. TORRANO

Servicio de la II Cátedra de Ortopedia y Traumatología. Hospital Escuela "Eva Perón". Facultad de Medicina de Rosario. Rosario. Provincia de Santa Fe.

RESUMEN. Este trabajo pretende demostrar la utilidad del enclavado endomedular (EE) elástico para tratar fracturas diafisarias desplazadas de los huesos del antebrazo. Se incluyen 33 pacientes evaluados y tratados con este método durante 5 años (de octubre de 1992 a septiembre de 1997). Esta técnica se basa en la utilización de clavos pentalaminares estriados flexibles que no requieren fresado del hueso. El 70% de los pacientes fueron intervenidos quirúrgicamente dentro de la 1ª semana de producido el traumatismo. Se logró la consolidación de las fracturas en el 97% de los casos; en el 90% dentro de la 12ª semana del posoperatorio y en el 7% se observó un retardo de la consolidación, con curación tanto clínica como radiológica de la fractura entre las 14 y las 16 semanas. Se registraron 2 casos de pseudoartrosis, un paciente con fractura patológica y otro con fractura expuesta tipo IIIB de Gustilo. Un paciente presentó sinostosis entre ambos huesos del antebrazo. No se observaron complicaciones infecciosas. En alrededor del 90% de los casos, los resultados fueron entre excelentes y buenos. Esto nos lleva a afirmar que con el uso del EE para el tratamiento de las fracturas diafisarias de los huesos del antebrazo, la consolidación es más rápida, el riesgo es bajo, las exposiciones son mínimas, y los resultados funcionales de las articulaciones del codo y la muñeca son entre excelentes y buenos en un alto porcentaje de pacientes.

PALABRAS CLAVE: Antebrazo. Fracturas. Fijación endomedular.

INTRAMEDULLARY NAILING IN THE TREATMENT OF FOREARM DIAPHYSEAL FRACTURES

ABSTRACT. The purpose of this study was to show the usefulness of intramedullary nailing for the treatment of forearm displaced diaphyseal fractures. Thirty three adult patients were evaluated and treated

by this method during 5 years (from October 1992 to September 1997). This technique is based on the use of flexible striated pentalaminares nails that require no drilling of the bone. Seventy percent of the patients were surgically treated within the first week of the trauma. Consolidation was achieved in 97% of the cases, in 90% within the 12th postoperative week and in 7%, consolidation was delayed, with both clinical and radiological cure of the fracture in 14 to 16 weeks. There were 2 cases of pseudoarthrosis, 1 of pathological fracture and 1 of open fracture Gustilo type IIIB. One patient developed synostosis between both bones of the forearm. There were no wound infections. Around 90% of the results were excellent or good. This leads us to state that with the use of intramedullary nailing for the treatment of forearm diaphyseal fractures consolidation is quicker, the risk is low, exposures are minimal, and forearm and wrist movements are excellent or good in a high percentage of patients.

KEY WORDS: Forearm. Fractures. Intramedullary fixation.

Al analizar los resultados obtenidos con el tratamiento de las fracturas desplazadas de las diáfisis de los huesos del antebrazo con placas de osteosíntesis tipo DCP se comprobó que la consolidación de las fracturas se obtenía en promedio entre las 16 a 20 semanas, con un porcentaje mayor de complicaciones (retardo de consolidación y pseudoartrosis), que el referido por las estadísticas del grupo de la AO. A partir de este análisis decidimos comenzar a tratar una serie de pacientes con la colocación de clavos endomedulares elásticos y se evaluaron los resultados logrados.

Material y método

En el Servicio de la II Cátedra de Ortopedia y Traumatología del Hospital Escuela "Eva Perón", de la Facultad de Medicina de Rosario, y en la actividad privada, hemos tratado 33 pacientes con fracturas diafisarias desplazadas, de uno o ambos

Correspondencia:

Dr. J. C. TORRANO
Pje. Particular 7652
(2000) Rosario
Provincia de Santa Fe,
Argentina.

huesos del antebrazo, tratadas con enclavado endomedular (EE) elástico, desde octubre de 1992 hasta septiembre de 1997.

Entre los pacientes predominó el sexo masculino: 26 varones (80%) y 7 mujeres (20%).

La mayoría tenía edades comprendidas entre los 19 y los 40 años.

Las causas más frecuentes fueron: accidentes de tránsito, 19 casos (62%); accidentes laborales, 5 casos (14%); accidentes deportivos, 4 casos (11%); accidentes en el hogar, 4 casos (11%), y otras causas, 1 caso (2%).

De los 33 pacientes, 23 presentaron fracturas de ambos huesos del antebrazo (cubito y radio), 4 de cubito solo y 6 de radio solo. La localización de la fractura en la diáfisis fue globalmente 20% en el tercio proximal, 50% en medial y 30% en el distal (Tabla 1). Con respecto al tipo de trazo de fractura, el más frecuente hallado fue el transversal observado en el 55% de los casos (Tabla 2). De los 33 pacientes tratados, 29 de ellos presentaban fracturas

Tabla 1. Distribución de la localización de la fractura según el hueso afectado.

Localización en tercios	Radio (29 casos)		Cubito (27 casos)	
	Nº	%	Nº	%
Tercio proximal	7 casos	30%	5 casos	17%
Tercio medio	19 casos	60%	12 casos	45%
Tercio distal	3 casos	10%	10 casos	38%

Tabla 2. Distribución de los tipos de trazo de las fracturas.

Trazo de fractura	Radio (29 casos)		Cubito (27 casos)	
	Nº	%	Nº	%
Transversal	19 casos	60%	13 casos	48%
Oblicuo corto	6 casos	25%	8 casos	34%
A 3 fragmentos	3 casos	12%	3 casos	9%
Conminutas	1 caso	3%	3 casos	9%

cerradas y 4 fracturas expuestas; 3 casos correspondían al tipo I de Gustilo y uno al tipo IIIB.

Una gran mayoría de los pacientes tratados eran politraumatizados (62%), víctimas de accidentes de tránsito, que presentaban otras lesiones asociadas, entre las más severas podemos mencionar: lesiones osteoarticulares, lesiones nerviosas y vasculares (Tabla 3).

El tiempo desde el traumatismo hasta la intervención quirúrgica (EE) varió entre 18 horas y 9 días (en la mayoría de los casos, la demora se debió a que no se contaba con el implante) (Tabla 4).

Método terapéutico

Para el tratamiento quirúrgico de esta serie de 33 pacientes adultos con fractura diafisarias del antebrazo con desplazamiento, se utilizaron clavos pentalaminares estriados elásticos, sin fresado del canal medular.

Características del clavo endomedular El clavo endomedular está fabricado en titanio, su diseño pentalaminar estriado permite el control de la torsión y la rotación (Fig. 1). El control de la migración del clavo y la estabilidad axial se logra por medio de un capuchón con rosca (Fig. 2).

Morfológicamente el clavo reproduce las curvas anatómicas del cubito y el radio (Fig. 3) y el

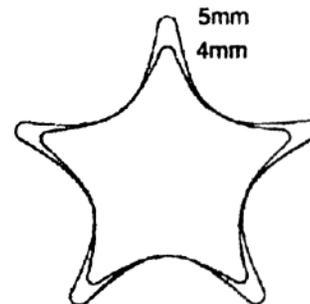


Figura 1. Corte axial del clavo endomedular.

Tabla 3. Distribución de las lesiones asociadas.

Lesiones osteoarticulares		Lesiones nerviosas		Lesiones vasculares		TEC
Fractura diafisaria del húmero	3 casos	Nervio radial	2 casos	Arteria cubital	1 caso	5 casos
Fractura expuesta proximal del húmero	2 casos					
Fractura expuesta distal del húmero	1 caso					
Fractura de hueso de la mano	1 caso					
Fractura diafisaria del fémur	2 casos					

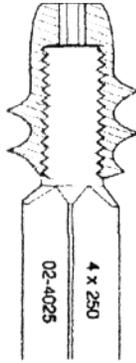


Figura 2. Capuchón del clavo endomedular.



Figura 3. Formato longitudinal de los clavos endomedulares para cubito y radio.

rango de flexibilidad del titanio le permite sortear con éxito la forma irregular de los canales medulares de los huesos del antebrazo.

El bajo módulo de elasticidad del titanio produce una mayor distribución de las cargas y el esqueleto del miembro favorece la consolidación de las fracturas.

Este clavo endomedular cumple con los principios de Kuntscher señalados por Sage en 1959:

- El clavo debe llenar el canal medular del hueso
- Debe reproducir las curvas del hueso normal
- Debe ser suficientemente elástico
- Debe ser lo suficientemente fuerte para resistir las tensiones rotatorias y angulares (Fig. 4).

Tabla 4. Tiempo transcurrido desde el traumatismo hasta la intervención quirúrgica

Tiempo	Nº de casos	%
1 8 horas	5 casos	15%
3 días	6 casos	18%
6 días	13 casos	42%
9 días	8 casos	22%
Mas de 10 días	1 caso	3%

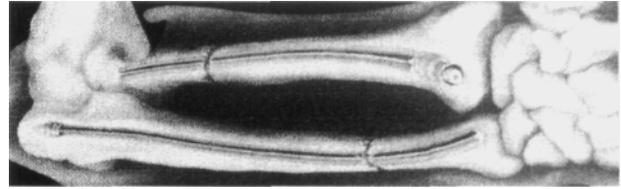


Figura 4.

Técnica quirúrgica

La técnica⁵ abarca tres tiempos:

- Planificación preoperatoria
- Técnica quirúrgica propiamente dicha
- Posoperatorio

La técnica quirúrgica propiamente dicha consta de cuatro pasos fundamentales:

Posición del paciente. Es un paso fundamental para el desarrollo exitoso de la técnica, ya que ésta se basa en una adecuada ubicación del paciente para lograr de forma correcta y práctica las maniobras de reducción y enclavado de la fractura.

El paciente es colocado en decúbito lateral con el miembro superior traumatizado sostenido por el sujetador-tractor con flexión del codo a 90°.

Este aparato tiene la forma de una "L" acostada con un rodillo grande en su rama vertical que se debe apoyar sobre las primeras costillas del tórax, y la rama horizontal que consta de dos rodillos de apoyo y un sistema tractor con un diámetro incorporado.

De los dos rodillos de la rama horizontal, el más proximal que va cerca del codo es acanalado; y el más distal, donde se apoya la cara palmar de la extremidad distal del radio es cilíndrico. La posición del paciente debe ser tal que ambos huesos del antebrazo queden paralelos al piso.

El intensificador de imágenes es colocado a la cabeza del paciente y el arco debe correr para permitir obtener imágenes de frente y de perfil del esqueleto del antebrazo.

Para abordar el extremo proximal del cubito el cirujano se ubica por detrás del paciente.

Al abordar el dorso del extremo distal del radio se deberá ubicar por delante del paciente.

Cuando se establece el campo quirúrgico se debe tomar reparo a las vías de abordaje y a las posiciones que adoptará el cirujano, y no se debe olvidar la movilización del arco en "C" del intensificador de imágenes.

Abordaje quirúrgico. En un primer tiempo se aborda el cubito mediante una incisión longitudinal de 2,5 cm, centrada en el olecranon.

En un segundo tiempo se aborda el radio a través de una incisión longitudinal de 3 cm, centrada

sobre el tubérculo de Lister, sobre el cuarto compartimiento extensor, en el dorso de la muñeca.

Puerta de entrada ósea. Para el cubito se aborda el olecranon (Fig. 5) a través de las fibras de inserción del tríceps, luego con la punta cuadrada iniciadora y bajo control radioscópico se talla la puerta de entrada al canal medular.

Para el radio, luego de la incisión sobre el cuarto compartimiento extensor (Fig. 6), se realiza la apertura parcial del retináculo extensor, y se retraen hacia cubital los tendones de los extensores largo del pulgar y común de los dedos. Se observa el tubérculo de Lister y sobre su lado cubital y a 5 mm de la superficie articular del radio se abre con la

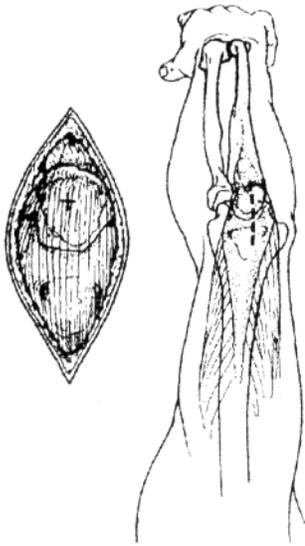


Figura 5.

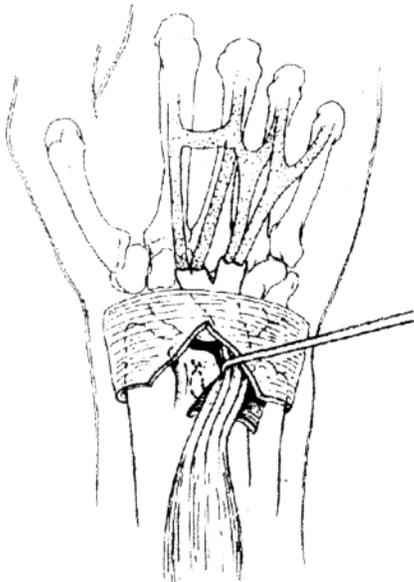


Figura 6.

punta cuadrada iniciadora la puerta de entrada al canal medular. La punta cuadrada debe atacar al radio con una inclinación de 30° en el plano horizontal, quedando la puerta de entrada con una forma oval de eje mayor longitudinal.

Colocación del clavo. Se controla con el intensificador de imágenes que las fracturas se hallen reducidas, y se pasa el alambre guía milimetrado que va a alinear aún más las fracturas y además sirve para confirmar las medidas obtenidas durante la planificación preoperatoria.

Luego se coloca el clavo seleccionado en el conductor-impactor fijándolo bien en la rosca para evitar que rote durante la colocación.

El clavo para el cubito, tiene la forma del hueso, es decir, convexo hacia el radio en la mitad proximal y cóncavo hacia el radio en la mitad distal. Se lo coloca sobre las partes blandas y se controla con el intensificador de imágenes que reproduzca la forma del hueso.

Se introduce el clavo en forma anterógrada, y al llegar al sitio de la fractura, si la reducción es aún insuficiente, mediante manipulaciones y a veces utilizando un clavo de Steinman percutáneo se completa la reducción y se continúa la introducción del clavo golpeando con el conductor-tractor hasta 1 cm antes de que comience la rosca fina para acoplar el capuchón axial.

Luego con el destornillador se coloca el capuchón roscado dándole sólo dos vueltas completas; luego se martilla hasta que la primera rosca del capuchón se apoye contra el hueso, con el destornillador se atornilla e introduce el capuchón dentro del hueso esponjoso hasta que desaparezca totalmente.

En el segundo tiempo quirúrgico con el radio se procede del mismo modo. Se monta el clavo seleccionado, derecho o izquierdo, y de la medida elegida enroscándolo en el conductor-tractor de manera firme para que no rote durante su colocación, al igual que el anterior se lo coloca sobre las partes blandas y se controla con el intensificador de imágenes para comprobar que coincida su forma con la del hueso.

Se introduce el clavo en el canal medular en forma retrógrada hasta 1 cm del comienzo de la zona roscada, se coloca el capuchón axial con sólo dos vueltas, se martilla continuando con la introducción de éste hasta que la primera rosca del capuchón axial toca el hueso, y allí se lo atornilla hasta enterrarlo totalmente en la parte distal del radio teniendo en cuenta para su orientación que esta parte del clavo tiene una incurvación hacia el dorso.

Se controla por radioscopia la correcta colocación de los clavos y se procede al cierre de las partes blandas.

Control posoperatorio

Se coloca un yeso braquialpalmar durante dos semanas, al cabo de las cuales se retiran los puntos y se confecciona una férula antebraquialpalmar para ser usada 2 semanas más, lo que permite comenzar con movimientos de flexo-extensión de muñeca y codo 3 veces por día.

La inmovilización se retira cuando hay signos radiológicos incipientes de consolidación, generalmente entre las 4 a 6 semanas. En ese momento se intensifican los ejercicios de rehabilitación. (Ejemplificación de un caso en la figura 7.)

Complicaciones

En la serie presentada no se constataron complicaciones inmediatas dependientes del método (0% de infecciones). Consideramos como complicaciones tardías dos pacientes (4%) con pseudoartrosis; uno de ellos con fractura patológica que falleció a los 6 meses del posoperatorio y aún no había consolidado su fractura; y otro con fractura expuesta de tipo IIIB de Gustilo.

No tuvimos fracturas iterativas posconsolidación con este método, a diferencia de lo que está descrito con el uso de las placas de osteosíntesis.

Otra complicación alejada registrada fue un paciente con sinostosis entre ambos huesos del antebrazo que dificultaba la prono-supinación.

Resultados

Se evaluó a los 33 pacientes en forma clínica y radiológica a los 6 meses, al año y a los 2 años, y a 5 pacientes hasta los 4 años.

Se logró la consolidación de las fracturas, en el 97% de los casos; en el 90% dentro de la 12^o semana del posoperatorio y en el 7% restante entre las

14 y 16 semanas. Estos últimos casos fueron considerados retardos de la consolidación (Tabla 5).

Del total de pacientes, dos evolucionaron a pseudoartrosis.

Para el análisis de los resultados del tratamiento de las fracturas diafisarias del antebrazo por EE se utilizó la valorización de la AO propuesta por Oestern y Tscherner (1983).⁶ Se evaluaron con este criterio los 31 pacientes que lograron la consolidación de sus fracturas de antebrazo; se descartaron los dos pacientes con pseudoartrosis, 1 por muerte del paciente (fractura patológica por mieloma) y el otro con fractura expuesta tipo III de Gustilo (Tabla 6).

Discusión

La buena osteosíntesis de una fractura diafisaria de los huesos del antebrazo está definida por

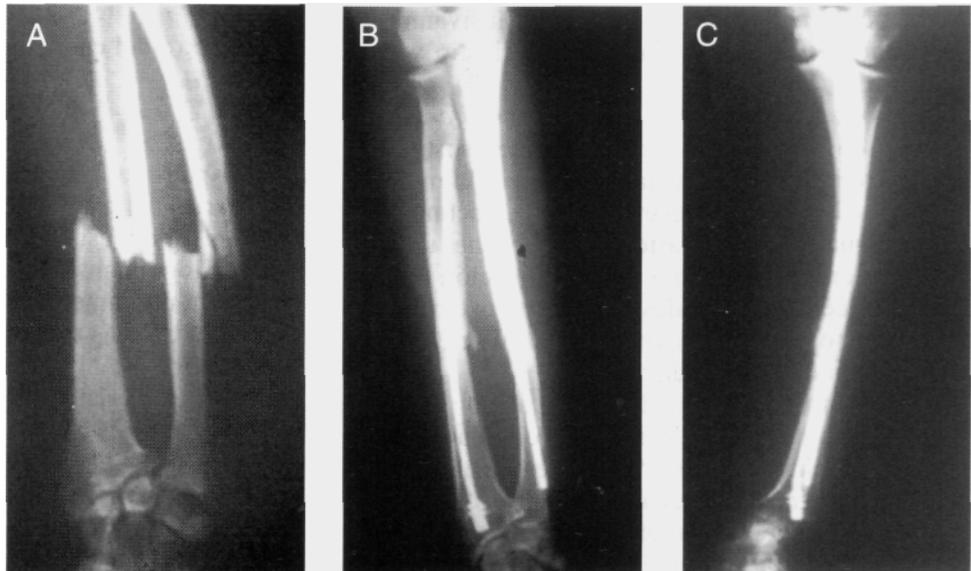
Tabla 5. Tiempos de consolidación

Tiempo (semanas)	Casos
8	2
10	7
12	18
>14	4

Tabla 6. Evaluación de los 31 pacientes que lograron la consolidación mediante los criterios de Oestern y Tscherner.⁴

Evaluación	Nº de casos	%
Excelente	12 casos	35
Bueno	17 casos	56%
Regular	2 casos	6%
Malo	0 caso	0%

Figura 7. Caso de un varón de 35 años con fractura expuesta diafisaria en C/R izquierdos sufrida en un accidente de tránsito: A) lesión preoperatoria, B y C) resultado posoperatorio.



una rápida consolidación ósea, sin ningún déficit de la movilidad articular a nivel del codo y de la muñeca.¹

El objetivo del tratamiento de estas fracturas es obtener una completa recuperación funcional mediante una restitución morfológica lo más anatómica posible del esqueleto del antebrazo.

Para lograr que la reducción de la lesión ósea sea lo más anatómica posible, es necesario corregir al máximo los desplazamientos, para restaurar y mantener la longitud normal de los huesos, el alineamiento axial y la rotación normal.

En las reparaciones de las fracturas se deben considerar dos factores fundamentales: el biológico (la irrigación) y el mecánico (la inmovilización).

Funcionalmente en las fracturas diafisarias del antebrazo se debe recuperar y mantener el "ritmo pronosupinador", esto se logrará con la reconstrucción ósea anatómica, y la restauración y preservación del espacio interóseo y de las articulaciones radiocubitales superior e inferior.

Ventaja

La colocación de clavo endomedular requiere una incisión pequeña, por lo que representa una técnica quirúrgica de invasión mínima.

Al no abordar el foco de fractura se preserva el hematoma fractuario y no se lesiona la circulación perióstica, tan importante según los conceptos actuales en el mecanismo de consolidación de las fracturas. Algunos autores sostienen el concepto de *multiorigen*: la reparación es efectuada parcialmente por las células derivadas del periostio y endostio proliferativos, y parcialmente por células inducibles derivadas de los tejidos vecinos.¹ Otros autores sustentan el concepto de *proliferación*: niegan el papel importante del hematoma fractuario y proponen que la cicatrización se logra exclusivamente por la proliferación de células del periostio y del endostio.

Nosotros adherimos al concepto *proliferativo*, y datos de investigación más recientes sostienen que la proliferación periostal parece ser el fenómeno sobresaliente en la reparación de la fractura.⁷

El hematoma fractuario no parece tener un papel clave en el mecanismo de consolidación de las fracturas; células derivadas de la parte externa del esqueleto no parecen ser vitales para una cicatrización normal o complicada.⁸

También durante la colocación, al no precisar fresado endomedular, la lesión de la circulación endostal es mínima; M. Klein⁴ sostiene que el fresado de la cavidad medular ocasiona trastornos en el riego sanguíneo cortical por el fresado mismo, la presión y el calor, por lo que la inserción de un clavo

sin fresado medular de la cavidad, evita considerablemente un traumatismo adicional.

La mayor preservación de los tejidos favorece la regeneración ósea con menos complicaciones; hay menos perturbaciones del aporte sanguíneo al hueso y a los tejidos circundantes, siendo la pérdida de sangre menor.

Indicaciones y contraindicaciones

Para lograr el máximo índice de éxitos en los tratamientos con este método, se deben tener en cuenta ciertos límites anatómicos de fundamental importancia. Las fracturas diafisarias de los huesos del antebrazo se deben encontrar dentro de ciertos límites para poder ser tratadas con este tipo de EE.

Los límites para el cubito van en la parte proximal, desde la altura de la tuberosidad bicipital del radio hasta 3 cm de la parte distal del cubito.

Para el radio, el límite se extiende desde la tuberosidad bicipital del radio hasta 5 cm de la estiloides radial distal.

Indicaciones

- Fracturas diafisarias agudas
- Fracturas diafisarias expuestas (tipo I y tipo II de Gustilo)
- Fracturas patológicas
- Pacientes politraumatizados y obesos

Contraindicaciones

- Pacientes con infección activa
- Pacientes con cartílagos epifisarios abiertos (niños)
- Pacientes con osteoporosis
- Diámetro del canal medular <3 mm

Conclusiones

Después de tratar a 33 pacientes con fracturas diafisarias del antebrazo cerradas y expuestas tipo I y tipo II de Gustilo mediante EE elástico no fresado, se logró consolidación más rápida de las fracturas, con un número mínimo de complicaciones y un comienzo más temprano de la movilización posoperatoria.

Las características principales de este método se puede resumir en:

- Diseño pentalaminar estriado y flexible, los clavos siguen la forma anatómica de los huesos del antebrazo, su diseño flexible dinamiza el sitio de la fractura,⁹ favoreciendo la consolidación. Las estrías pentalaminares, cuya sección transversal

representa una forma estrellada, proveen estabilidad a la torsión.

- Procedimiento que no precisa fresado (reduce el tiempo en el quirófano y reduce el tiempo de exposición a los Rx por el uso del intensificador de imágenes; respeta la circulación perióstica y el daño de la circulación endostal es mínimo).
- Puerta de entrada de los clavos por abordaje mínimo que reduce las cicatrices, la pérdida de sangre y el riesgo de infección. Es una técnica sencilla y atraumática, no se aborda el sitio de fractura, respeta la circulación perióstica y al no precisar fresado el daño de la circulación sanguínea endostal es mínimo. Reduce la incidencia de lesiones vasculares y nerviosas iatrogénicas.
- Traba axial con un capuchón roscado que le provee estabilidad axial y además entierra al clavo en el hueso para lograr mejores ajustes y fijación. No fue necesario utilizar un yeso posqui-

rúrgico por tiempo prolongado; muy inferior al necesario en la osteosíntesis con placas.

En esta serie, la consolidación de las fracturas de los huesos del antebrazo con el EE se logró entre las 10 y las 12 semanas, mientras que con el método de osteosíntesis con placas DCP de acuerdo a estudios realizados por Schreinlechner y Buch,¹⁰ el promedio del tiempo de consolidación fue de 5 meses.

A modo de conclusión final, se puede decir que este tratamiento para las fracturas diafisarias de los huesos del antebrazo se sitúa en orden de complejidad entre el tratamiento conservador y el tratamiento quirúrgico con osteosíntesis con placas. También se puede afirmar que esta técnica es de simple ejecución, con abordajes mínimos, con un índice insignificante de complicaciones, que permite una movilización posoperatoria precoz y que brinda una más rápida consolidación ósea (alrededor de las 12 semanas)

Referencias bibliográficas

1. **Friedenstein, AJ:** Induction of bone tissue by transitional epithelium. *Clin Orthop*, 59: 21-29, 1968.
2. **Hacketh, KH:** *L'embrochage centm-medullaire multifasciculé*. Berlin: Springer Verlag; 1961.
3. **Holmenschlager, F, y Brug, E:** Embrochage centro-medullaire multifasciculé de l'avant-bras. *Rev Chir Orthop*, 81: 229-239. 1995.
4. **Klein, M; Frigg, R, y Kessler, S:** Reaming vs. non-reaming in medullary nailing. Interference with cortical circulation of the canine tibia. *Arch Orthop Trauma Surg*, 109: 314-316, 1990.
5. **MacLaren, AC:** Surgical technique: applied osteo systems, Inc. Phoenix; 1991.
6. **Oestern, HJ, y Tscherne, H:** Ergebnisse des AO. Sammelstudie tiber unterarmschaftfrakturen. *Unfallchirurg*, 86: 136-142. 1983.
7. **Oni, O; Stafford, H, y Gregg, P:** A study of diaphyseal fracture repair using tissue isolation techniques. *Injury*, 23: 467-470, 1992.
8. **Tonna, E, y Cronkite, E:** Cellular response to fractures: studies with tritiated thymidine. *J Bone Joint Surg*, 43A: 352-362, 1961.
9. **Schemitsch, E; Jones, D, y Henley, M:** A comparison of malreduction after plate and intramedullary nail fixation of forearm fractures. *J Orthop Trauma*, 9(1): 8-16, 1995.
10. **Schreinlechner, U, y Buch, J:** Comparaison entre l'ostéosynthese par plaque et l'embrochage centro-medullaire de la diaphyse de l'avant-bras. *Hefte Unfallheilkunde*, 201: 134-137, 1989.