

## INVESTIGACIÓN

# Tratamiento de fracturas diafisarias de fémur y de tibia con clavos de Ender antimigratorios

## Evaluación clínica y experimental

C. PESCIALLO, A. ALVARO, S. VEDOYA, J. GUIÑAZU, G. TERUYA, A. FERNANDEZ, N. AZCONA y E. LONCHARICH

Hospital Británico, Buenos Aires.

**RESUMEN:** Se realizó un estudio de los clavos de Ender antimigratorios para evaluar si cumplen con el fin para el cual fueron diseñados, es decir, disminuir el porcentaje de complicaciones asociadas a la movilidad del clavo (su migración hacia proximal o distal y pérdida de la reducción lograda). Se abordó el análisis del método desde dos perspectivas diferentes que fueron consideradas fundamentales: 1) se realizó el estudio de los clavos de Ender antimigratorios, en un análisis comparativo con los clavos de Ender clásicos disponibles en el mercado, evaluando las propiedades mecánicas, la composición química y la capacidad antideslizante de cada implante; 2) se realizó la evaluación de 55 pacientes con 32 fracturas diafisarias de fémur y 26 de tibia, tratados con clavos de Ender antimigratorios. Se comprobó que ninguno de los clavos cumple rigurosamente con lo requerido por las normas mecánicas y químicas que regulan su producción, y que existe una diferencia significativa entre la capacidad antideslizante de los clavos de Ender clásicos con los de diseño antimigratorio, a favor de estos últimos. Con respecto a la evolución de los pacientes, no se produjo ningún caso de migración de clavos en las 58 fracturas tratadas.

**PALABRAS CLAVE:** Fémur. Tibia. Fracturas. Clavos de Ender.

### TREATMENT FOR FEMORAL AND TIBIAL SHAFT FRACTURES WITH NONSLIDING ENDER NAILS CLINICAL AND EXPERIMENTAL TESTING

**ABSTRACT:** A study on nonsliding Ender nails was carried out to assess if they fulfill the purpose for which they were designed, that is, if they reduce the percentage of untoward effects associated with nails movement (proximal or distal movement and loss of achieved reduction). Two different essential perspectives were used to face the analysis: 1) a comparative study of nonsliding Ender nails and classic Ender nails available in the market was made to assess the mechanical properties, the chemical components and the nonslipping capacity of each implant; 2) medical evaluation included 55 patients with 32 femoral and 26 tibial shaft fractures, treated with nonsliding Ender nails. It was proved that neither of the nails complies with the mechanical and chemical rules that regulate its production, and that the nonslipping capacity of nonsliding Ender nails is greater than that of classic Ender nails. As regards patients' recovery, there were no sliding cases in the 58 fractures treated.

**KEY WORDS:** Femur. Tibia. Fractures. Ender nails.

Recibido el 3-11-1999. Aceptado luego de la evaluación el 29-12-1999.

Correspondencia:  
Dr. C. PESCIALLO  
Hospital Británico Buenos Aires  
Perdriel 74  
(1280) Capital Federal  
Argentina

En 1970, H. Ender introduce el uso de sus clavos para la estabilización de las fracturas del cuello del fémur. Desde entonces, las indicaciones de este método se extendieron no sólo a otros segmentos del fémur, sino también a fracturas de otros huesos largos como la tibia y el húmero.

Diversas publicaciones sobre el tema<sup>1,3,7,12,14,17,19,21,22,24,26,29</sup> hacen referencia a la evolución de las indicaciones en el uso de los clavos de Ender y a sus resultados. Analizan también las ventajas comparativas de este método, así como las complicaciones más frecuentes asociadas con él.

El enclavado endomedular con clavos de Ender provee estabilidad dinámica controlada por su elasticidad, el tono muscular y la carga del peso corporal. Esta estabilización permite una mínima movilidad interfragmentaria que estimula la formación del callo óseo.<sup>20</sup> Por esto, el retardo de consolidación y la pseudoartrosis no representan una complicación frecuente para esta técnica.

Quirúrgicamente, es también poco agresiva para el paciente, pues evita el fresado endomedular, factor para tener en cuenta en los politraumatizados con frecuente compromiso respiratorio, como son quienes sufren fracturas de este tipo, especialmente de fémur. Es técnicamente más sencilla y resulta más económica que otros métodos de enclavado endomedular. Permite, a la vez, la pronta movilización del paciente, un aspecto fundamental para mejorar la mecánica respiratoria en individuos con lesiones múltiples, y evita todas las complicaciones asociadas al decúbito.

Sin embargo, la movilidad de los clavos por pérdida de fijación en el conducto medular, con la potencial migración del implante o alteración en la rotación del miembro, es la principal complicación que enfrenta el ortopedista al elegir este método. Varios trabajos internacionales<sup>4,17,19,21,22,29</sup> reflejan estas eventuales complicaciones, habiéndose comunicado migración de clavos hasta en el 36% de los pacientes tratados.<sup>17</sup>

Para evitar la movilidad de los clavos y sus complicaciones, más allá del respeto por la adecuada técnica quirúrgica, se han propuesto varias alternativas. Por ejemplo, atar los clavos entre sí o enhebrar los orificios proximales de los clavos de Ender con un pequeño clavo de Rush.<sup>29</sup>

A partir de marzo de 1997, comenzó a utilizarse en el servicio de Ortopedia y Traumatología de nuestro hospital, el sistema de clavos de Ender antimigratorios. El objetivo de este trabajo es evaluar si estos clavos cumplen con el fin para el cual fueron diseñados, es decir, si disminuyen las complicaciones asociadas con la movilidad del implante.

La evaluación del método de enclavado endomedular con clavos de Ender antimigratorios se abordó desde dos ópticas diferentes:

1) Estudio comparativo entre los clavos de Ender antimigratorios y 4 diferentes clavos de Ender clásicos, elegidos al azar, de los disponibles en el mercado. Se realizaron pruebas de resistencia estática a la tracción y el análisis químico y metalográfico de los clavos, estudio efectuado en el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI). Se evaluó también la capacidad antideslizante de cada clavo mediante un método experimental desarrollado por los autores.

2) Seguimiento de los pacientes tratados de acuerdo con un protocolo de inclusión, tratamiento y manejo posoperatorio predeterminados.

## Clavos de Ender antimigratorios

### Materiales y métodos

Se utilizaron los clavos de Ender antimigratorios para el tratamiento de todas las fracturas de fémur y de tibia incluidas en este estudio. Las características generales de los clavos antimigratorios son las mismas que las de los de Ender clásicos. La diferencia radica en que presentan tres zonas corrugadas de 2 cm de largo cada una; dos se ubican en ambos codos del implante, y la tercera a 0,5 cm del extremo distal del clavo. Así, los segmentos corrugados se encuentran en los puntos de apoyo del implante, lo que sumado a sus características elásticas, le darían propiedades antideslizantes (Fig. 1).

Se utilizaron en el estudio muestras de: 1 clavo de Ender antimigratorio, que se denominará AM, y 4 clavos de Ender clásicos, elegidos al azar de los disponibles en el mercado, que serán llamados 1, 2, 3 y 4.

Se evaluaron las propiedades de los clavos desde dos enfoques diferentes:

1) Se estudiaron los clavos en el aspecto físico, químico y mecánico para verificar si cumplen o no con las normas establecidas para su producción.

La calidad del material con el que se fabrican todos los implantes está reglamentada por la norma ISO 5832-1-D. Esta norma establece la composición química de la aleación, lo que junto al método de producción le otorga a los clavos su resistencia y porcentaje de elongación, factores que determinan la elasticidad del implante y, por lo tanto, sus propiedades biomecánicas.

Se enviaron al INTI muestras de clavos de Ender del tipo AM y de los clavos 1, 2, 3 y 4, todos de la misma longitud y sin uso previo. También se envió una copia de la norma ISO 5832-1-D. Los análisis los realizó el Centro de Investigación y Desarrollo en Mecánica (CEMEC), y estuvieron a cargo de los ingenieros Donato Zarra y Mario Quintero (Expediente N° O.T. 103/1782).

Se realizaron los siguientes estudios:

- Análisis metalográfico: detalla los elementos componentes de la aleación.
- Determinación del contenido de carbono: mientras más carbono contenga la aleación, más rígido será el acero y menos elástico el implante.<sup>23</sup>



**Figura 1.** Clavo de Ender antimigratorio corrugado en los puntos de apoyo.

c) Ensayo estático de tracción: mediante pruebas de tracción divergente, se evalúa la resistencia mecánica del implante (Figs. 2 y 3).

2) Se evaluó la capacidad antideslizante de cada clavo, en un estudio comparativo realizado en el taller del hospital. Para esto, se incluyeron muestras de los clavos a estudiar en recipientes con parafina líquida a 65°C, que se dejaron enfriar y endurecer por 48 h. Luego se les aplicó tracción progresiva por gravedad, desde el ojal cefálico del clavo (Fig. 4), agregando 1 kg de peso cada 1 minuto, hasta un máximo de 15 kg. Se registró la cantidad de peso necesaria para apreciar el inicio del desplazamiento y el recorrido total al final de la prueba.

De este modo, se evaluó si el diseño del clavo antimigratorio le confiere realmente la capacidad de resistir el deslizamiento y la diferencia existente, con respecto a esta propiedad, entre los diferentes clavos incluidos en el estudio.

## Resultados

### Informe del INTI

Con respecto al análisis metalográfico, fueron adecuados a la norma los contenidos de aluminio, silicio, cromo, níquel, hierro y manganeso. En todos los clavos se encontró exceso de azufre, que no afectaría la calidad de la aleación, pues constituye sólo un residuo del proceso de manufactura del acero.<sup>23</sup>

El contenido máximo de carbono según la norma ISO es de 0,03%. Sólo los clavos 2 y 4 cumplieron con la norma, mientras que AM, 1 y 3 mostraron contener más carbono del establecido (Fig. 5). Este exceso, aunque porcentualmente resulte ínfimo, es significativo, ya que pequeñas variaciones del contenido de carbono producen modificaciones sensibles de la rigidez del acero y, por lo tanto, de la elasticidad del clavo.<sup>23</sup>

La tabla 1 muestra los resultados del estudio estático de tracción. En ella, se observa que ninguno de los clavos cumple con la norma ISO. Se realizaron 2 pruebas de

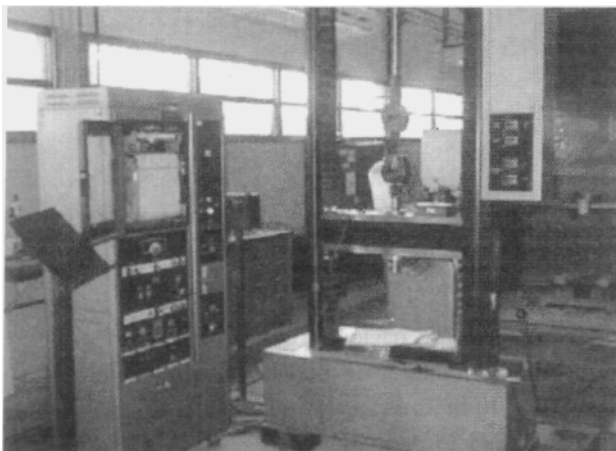


Figura 2. Taller del INTI. Máquina de tracción estática.



Figura 3. Clavo en tracción.

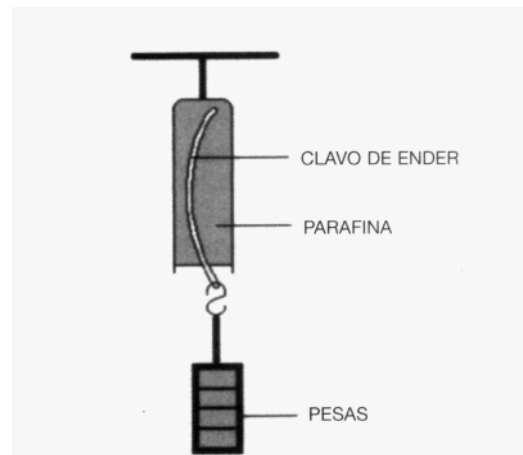


Figura 4. Sistema de tracción de clavos de Ender.

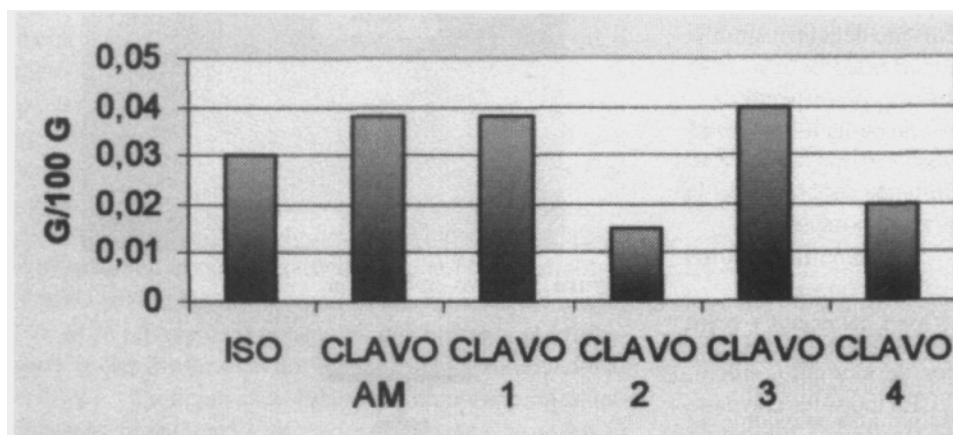
tracción con AM. Una con la parte lisa del clavo y otra (AM bis) que incluyó su parte corrugada. En este estudio ninguno de los clavos cumplió con los requisitos de la norma y el AM es el que más se aleja de los estándares, en especial, cuando se evalúa el sector corrugado del clavo, que resultó ser el sitio de mayor "debilidad". Esta prueba demuestra que los clavos no tienen la resistencia mecánica estipulada en la norma ISO.<sup>23</sup>

### Estudio comparativo de la propiedad antideslizante

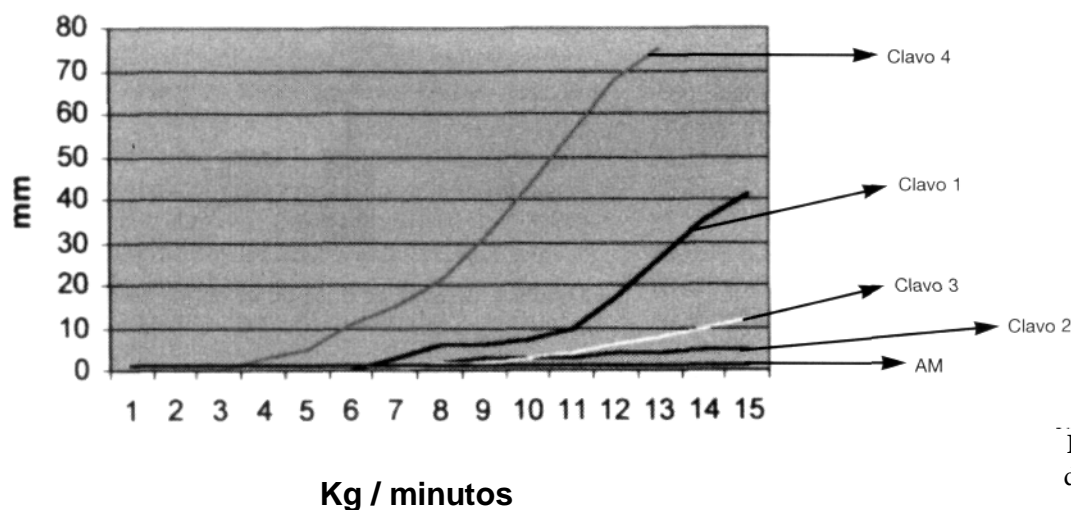
Las diferencias fueron notorias en este aspecto (Fig. 6). El clavo 1 comenzó a deslizarse con 6 kg de peso y, al final de la prueba, se había movido 41 mm (Fig. 7). Los clavos 2 y 3 iniciaron el deslizamiento con 7 kg y, al com-

**Tabla 1.** Estudio estático de tracción

	Resistencia a la tracción (MPa)	Tensión al límite conv. 0,2 (MPa)	Alargamiento prerrotura S/50 (mm)
Norma ISO	Menor o igual a 1 100	690	12
Clavo AM	1539	1200	6,2
Clavo AM bis	1486	1870	—
Clavo 1	1256	1019	11,5
Clavo 2	1364	1053	7,4
Clavo 3	1407	1036	8,4
Clavo 4	1452	1151	8,4



**Figura 5.** Determinación de carbono.



**Figura 6.** Prueba de deslizamiento.

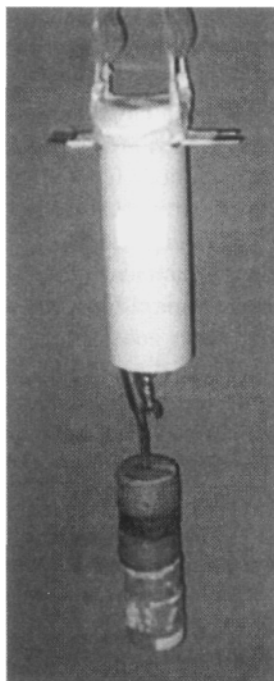
pletar el estudio, se habían desplazado 5 mm y 12 mm, respectivamente. El clavo<sup>4</sup> se movilizó con 3 kg y, al llegar a los 13 kg, se deslizó completamente fuera de la parafina. El clavo AM, en cambio, completó el estudio de tracción dinámica sin desplazarse en absoluto.

Luego de finalizada la prueba, se continuó colocando peso al clavo AM en la misma progresión (1 kg por minuto) hasta llegar a los 40 kg, sin que se produjera deslizamiento alguno del implante.

### Fracturas diafisarias de fémur y tibia

#### Materiales y métodos

Se trataron 55 pacientes con 32 fracturas de diáfisis femoral y 26 fracturas de diáfisis tibial (una bilateral), de los cuales 40 fueron varones y 15, mujeres. Fueron atendidos entre el 23 de marzo de 1997 y el 30 de marzo de 1999. La media de la edad fue de 40 para los pacientes



**Figura 7.** Clavo en prueba de deslizamiento.

con fractura de fémur y de 34 para los pacientes con fractura de tibia (rango, 16-83 años). El tratamiento se les realizó, en promedio, a los 5 días de sufrir la fractura (rango, 1-14 días). Muchas veces, la cirugía se postergó por razones asociadas al estado general del paciente.

La mayoría de las fracturas fueron causadas por accidentes de tránsito: hubo 11 peatones atropellados, 10 conductores de automóviles y 7 de motocicleta. Las restantes fueron causadas por caídas desde gran altura (9), trauma directo (7), caída simple (6), accidentes en bicicleta (3),

calda del tren en marcha (1) o impacto de bala (1). Por el tipo de población hubo gran cantidad de lesiones asociadas (Tabla 2), las cuales jugaron un importante rol al determinarse el tratamiento inicial de la fractura y la rehabilitación del paciente.

Al ingreso en el hospital, a las fracturas de fémur se les colocó tracción esquelética transtuberossidad anterior de la tibia con hasta 8 kg de peso en férula de Braun, y a las fracturas tibiales, valva de yeso o tracción transcalcánea con 2 kg de peso. La cirugía fue programada para el próximo día quirúrgico disponible, siempre y cuando el estado general del paciente lo permitiera.

Las fracturas femorales fueron 20 derechas y 12 izquierdas. Se ubicaron en el tercio proximal, en 6 casos; en el tercio medio, en 17 casos; y en el tercio distal, en 9 casos. Dos fracturas fueron expuestas, ambas grado II de Gustilo.

Las fracturas de tibia fueron 11 derechas y 15 izquierdas; 3 se ubicaron en el tercio proximal, 16 en el tercio medio y 7 en el distal; 12 fracturas fueron expuestas, 5 grado I, 5 grado II y 2 grado III de Gustilo.

Para las fracturas diafisarias de fémur se utilizó la clasificación de Winquist y Hansen,<sup>30</sup> que las separa en cuatro grados dependiendo de la conminución: I) de trazo transversal o con un muy pequeño fragmento separado; II) de trazo oblicuo corto o con un fragmento en ala de mariposa, pero que mantiene indemne por lo menos el 50% de la circunferencia de la cortical, por lo cual permite controlar las rotaciones y la longitud; III) de trazo oblicuo largo o con conminución que involucra hasta el 75% de la circunferencia de la cortical, lo que dificulta el control de las rotaciones o de la longitud, o de ambas; IV) con gran conminución de toda la circunferencia de la cortical, sin posibilidad de controlar la longitud y, por lo tanto, no tratables adecuadamente con este método. Sobre la

**Tabla 2.** Lesiones asociadas en pacientes con fractura de fémur o tibia

Lesión asociada	Paciente con fractura de fémur	Paciente con fractura de tibia
Fractura de:		
Peroné	1 (1)	19(1)
Fémur	2*	2(1)
Tibia	2(2)	1
Húmero	2	-
Maxilar	2	1
Clavícula	1	1
Pelvis	5	2
Antebrazo	2(1)	1
Epifisiólisis	-	1**
Lesión vascular o nerviosa	3	1
Lesión grave de partes blandas	2	3
Traumatismo de cráneo	13	8
Trauma abdominal o torácico	14	3

Entre paréntesis se indica la cantidad de esas fracturas asociadas que fueron expuestas. \*Fractura basicervical del mismo fémur. \*\*Epifisiólisis femoral distal.

base de esta clasificación se determinó la inclusión del paciente en el estudio (fueron incluidas las fracturas grados I, II y III), y el tipo de manejo posoperatorio. Hubo 16 grado I, 7 grado II y 9 grado III.

Para las fracturas de tibia, se utilizó una modificación simplificada de la clasificación de Edward-Önnerfält,<sup>8,21,25</sup> haciéndose hincapié en los factores que pudieran afectar el resultado del tratamiento, a saber, el patrón fracturario, el nivel de fractura de tibia y peroné y el compromiso de partes blandas (Tabla 3).

Con respecto al trazo fracturario, se excluyeron de este tratamiento las fracturas con gran conminución cortical, dado que este método no les confiere suficiente estabilidad.

El nivel de fractura de la tibia y el peroné son importantes al evaluar la estabilidad, ya que las fracturas tibiales de los tercios proximal y distal son menos estables que las del tercio medio y que la fractura peronea ubicada a diferente altura que la tibial, que otorga cierta estabilidad primaria.<sup>22</sup>

La gravedad del compromiso de las partes blandas se relaciona con el tiempo de curación y la posibilidad de desarrollar infección.

#### *Técnica quirúrgica*

Previamente a la cirugía, mediante el análisis de las radiografías se puede realizar un cálculo aproximado de la cantidad de clavos requerida para llenar el conducto medular, lo que se logra midiendo el istmo. También se puede medir, aproximadamente, la longitud de los clavos a utilizar.

Bajo anestesia general, el paciente con fractura de fémur es colocado en decúbito supino en una mesa ortopédica de tracción. El miembro fracturado debe estar en leve aducción, mientras que el sano se coloca en abducción máxima para permitir la entrada del aparato de radioscopia en medio de ambos. Además, el miembro lesionado debe quedar algo más alto que el sano para facilitar la visión radioscópica lateral.

A los pacientes con fractura de tibia se los opera en mesa de cirugía, radiolúcida y con el miembro fracturado libre.

Con el paciente ya anestesiado y bajo visión radioscópica, se deben ensayar y comprender las maniobras que serán necesarias para la reducción de la fractura, de manera de poder repetir las intraoperatoriamente para enhebrar el primer clavo. A la vez, esto permite dejar colocado al paciente con fractura de fémur con la tracción y rotaciones óptimas para la reducción, antes de comenzar la cirugía. Este paso es indispensable para facilitar el acto quirúrgico y acortar su duración, además, minimiza la posibilidad de tener que abrir el foco fracturario para la reducción.

Con respecto a la vía de abordaje, para el fémur hay tres posibles: una incisión en el nivel del trocánter mayor, o lateralmente a cada cóndilo femoral. La decisión se adopta de acuerdo con la ubicación de la fractura. Se escoge la vía que permita ingresar en el conducto femoral lo más lejos posible de la fractura, es decir, que el trazo es en la mitad proximal del fémur, se abordará distalmente, y a la inversa. De esta manera, se puede maximizar la longitud de los clavos que tomen el fragmento de menor tamaño, y lograrse un mejor anclaje del mismo. Se optó 21 veces por un abordaje por trocánter mayor, y 11 por uno condileo.

Si se opta por la vía proximal, debe realizarse un abordaje directo hasta el trocánter mayor a través de una incisión lateral de 8 a 10 cm, para luego realizar un orificio con punta cuadrada en la cara lateral del trocánter, levemente posterior a su línea media.

En caso de abordarse distalmente el fémur, las incisiones se realizan medial y lateralmente en la región condílea; los orificios óseos se inician con punta cuadrada 1 cm a posterior para no interferir con la movilidad de la rótula.

Se calcula entonces la longitud del clavo mediante el intensificador de imágenes, y se aumenta su curvatura utilizando el instrumental para tal efecto. Es fundamental el uso de la radioscopia durante la inserción de los clavos para enhebrar la fractura y evitar falsas vías.

El primer clavo se debe colocar de manera que su tensión elástica se oponga a la producida por los músculos que desvían la fractura. Por ejemplo, si el fémur se encuentra en varo por una fractura del tercio proximal, se

**Tabla 3.** Clasificación de fracturas de tibia y peroné

Fractura	Nivel de fractura		Lesión de partes blandas		Exposición	
	1/3 prox.	1/3 medio	1/3 distal	Leve	Grave	Cantidad
Tibia						
Transversa	1	5	-	2	1	3
Oblicua corta	1	6	2	3	1	4
Oblicua larga	-	1	1	1	-	-
Espiroidea	-	1	3	2	-	2
Ala mariposa	1	3	1	2	1	3
Peroné	5	11	3	1	-	1

coloca el primer clavo desde el cóndilo externo y hacia el trocánter mayor. Así colocado, la fuerza elástica del Ender se opone al tono muscular de los aductores y se restablece el eje anatómico del fémur. Es en este momento cuando se debe repetir la maniobra de reducción previamente practicada.

Para lograr que el clavo se dirija al cóndilo interno ingresando desde el trocánter mayor, se lo debe moldear en forma de "S" elongada, insertándolo primero como si se dirigiera al cóndilo lateral, para luego de pasar el foco fracturario rotarlo 180 grados y colocarlo hacia el cóndilo interno. El mismo principio se aplica si se desea realizar sólo una incisión en el abordaje distal.

Una vez enhebrada la fractura, se colocan clavos de Ender hasta llenar el conducto medular, uno hacia cada lado, alternativamente. Hay ocasiones en que inicialmente deben colocarse más clavos hacia un lado para lograr el eje adecuado debido al gran tono muscular o a la conminución de la cara medial o lateral del fémur, lo que indica una tendencia al varo o al valgo, respectivamente. Los clavos deben quedar 1 ó 2 cm subcondrales para obtener la máxima fijación, y sus cabezas no deben sobresalir más de 0,5 cm del orificio de entrada para no irritar las partes blandas. Una vez lleno el conducto medular, se libera la tracción para que la fractura se impacte.

En el caso de la tibia, las vías de abordaje son ambas proximales, realizándose incisiones oblicuas de 4 cm a ambos lados de la tuberosidad anterior tibial (TAT). Medialmente, la entrada ósea se realiza en la línea media, aproximadamente a 2 cm por debajo de la interlínea articular. Lateralmente, el orificio se realiza distal al tubérculo de Gerdy.<sup>32</sup> El resto de la técnica quirúrgica se rige por los mismos principios explicados para el fémur.

En todos los casos se realizó profilaxis antibiótica con cefalosporina de 1ª generación y prevención de trombosis venosa profunda con heparina de bajo peso molecular y vendaje elástico de los miembros inferiores hasta el comienzo de la marcha.

El manejo posoperatorio se adecuó al tipo de fractura:

a) Fracturas de fémur:

- Grados I y II: El miembro quedó libre, comenzando con ejercicios de rehabilitación tan pronto como fuera posible, en especial de la rodilla. La marcha con muletas o bastones canadienses y carga parcial de peso comenzó tan pronto como el paciente la tolerase, por lo general en las primeras 48 h.

- Grado III: También se comenzó con la rehabilitación lo antes posible. Se colocó férula de inmovilización inguinomaleolar para aumentar la estabilidad lateral. La marcha con carga parcial de peso se autorizó de acuerdo con cada paciente. El promedio para comenzar a apoyar el miembro fue de 35 días.

b) Fracturas de tibia:

Se les colocó bota corta de yeso a todos los pacientes, por un promedio de 21 días. El inicio de la marcha con carga parcial de peso se autorizó a las 48 h en la mayoría de los casos.

**Resultados**

No hubo migración de clavos en ninguno de los 55 pacientes tratados. En dos pacientes se observó protrusión del extremo distal del clavo: en ambos casos se produjo por colapso del foco de fractura; el primero fue un paciente con una fractura de fémur grado III, en el que el clavo sobresalió 2 mm del cóndilo externo, y el segundo se trató de un paciente con una fractura espiroidea de tibia en el que el clavo sobresalió por la cara anterointerna de la tibia 4 mm. En este último caso, el paciente refirió alguna molestia, por lo que se retiraron los clavos.

No se produjeron retardos de consolidación ni pseudoartrosis en las 58 fracturas tratadas con este método.

Los resultados obtenidos están representados en la Tabla 4. Se observa que la mayor parte de los casos con mala alineación corresponde a fracturas con algún tipo de inestabilidad dada por su trazo, a saber, fracturas de fémur grado III de Winquist y Hansen, y fracturas de tibia espiroideas o con un gran fragmento en ala de mariposa.

**Tabla 4.** Resultados

Deformidad	Fémur			Tibia				
	Grado I	Grado II	Grado III	Transversa	Obl. corta	Obl. larga	Ala marip.	Espiroidea
Valgo >5°	—	—	2	—	—	1	1	1
Varo >5°	—	—	1	—	—	—	1	—
Recurvatum >5°	—	—	—	—	—	—	2	1
Rotación								
Externa	—	1	2	—	—	1	1	1
Interna	—	—	—	—	—	—	1	—
Acortamiento >1 cm	—	—	3	—	—	—	1	1
Clavo								
Protrusión	—	—	1*	—	—	—	—	1*
Migración	—	—	—	—	—	—	—	—

\*Protrusión distal del clavo por colapso del foco fracturado.

Los defectos de alineación en varo o valgo fueron todos asintomáticos y no alteraron los tiempos de rehabilitación del paciente. Con respecto a la rotación, sólo refirieron leves molestias tres pacientes con un defecto mayor a los 10°. Uno con fractura de fémur, y dos con lesiones de tibia, 1 de los cuales presentó rotación interna de 13°. En ningún caso fue necesario tratar el defecto quirúrgicamente.

Se produjo colapso del foco fracturario con acortamiento del miembro en 3 pacientes con fractura de fémur y 2 de tibia. El promedio fue de 1,84 cm, con un máximo de 2,2 cm para fémur, y de 1,7 cm para las tibias.

Diez pacientes, 7 de fémur y 3 de tibia, refirieron molestias o dolor en la zona de entrada de los clavos, por lo que fueron reintervenidos para retirar los implantes.

En 2 casos de fractura femoral, la movilidad de la rodilla quedó limitada a los 100° de flexión, situación que no afectó en absoluto la actividad diaria de los pacientes. En el resto, la movilidad fue de al menos 120°.

Con respecto a las complicaciones generales, se produjeron de acuerdo con lo esperado para este tipo de intervenciones (Tabla 5). Sólo se produjo una infección profunda del foco en un paciente con fractura de tibia que obligó a retirar los clavos, pero no se lo incluyó en este trabajo por encontrarse aún en tratamiento.

### Discusión

Respecto de las características fisicoquímicas de los clavos, se determinó que el exceso en la concentración de azufre en todas las muestras no resulta significativo al momento de evaluar las propiedades del acero.

En cuanto al exceso en la concentración de carbono y la menor resistencia estática a la tracción, relacionados con la elasticidad y la resistencia mecánica de los clavos, respectivamente, consideramos que la mejor forma de evaluar la importancia de estos valores es correlacionarlos con los resultados clínicos obtenidos. Es decir, que si se observa que no se han producido migraciones de clavos ni alteraciones del eje óseo más allá de lo esperado, podemos suponer que el grado de elasticidad de los clavos es suficiente como para lograr el control de estos factores. Por otro lado, al no

haberse producido ningún caso de rotura de clavos, inferimos que la resistencia mecánica de AM es adecuada para los requerimientos mecánicos *in vivo* del implante.

En lo referente al estudio comparativo de la propiedad antideslizante, la diferencia hallada entre los clavos 1, 2, 3 y 4, por un lado, y AM, por otro, fue realmente significativa. El clavo AM no sufrió desplazamiento alguno, aun siendo traccionado con un peso de hasta 7 veces mayor al utilizado para producir el primer desplazamiento de los otros clavos. Esto demuestra que el diseño antimigratorio posee realmente la propiedad de evitar el desplazamiento del clavo, gracias a las superficies corrugadas distribuidas en sus puntos de apoyo.

Con respecto al seguimiento de los pacientes tratados con esta técnica, es decir, al aspecto más importante del estudio, cabe destacar que no hubo casos de migración en las 58 fracturas tratadas.

La mayoría de las alteraciones con respecto al eje de alineación del miembro se produjeron en las fracturas con cierto grado de inestabilidad (grado III en fémur y espiroideas o con un gran fragmento en alas de mariposa en tibia). Los dos casos en los que hubo protrusión distal de clavos, también se produjeron en fracturas de trazo inestable por colapso del foco. Por lo tanto, se concluye que en los pacientes con fracturas de trazo inestable, el tratamiento, aun con los clavos de Ender antimigratorios, no otorga estabilidad suficiente como para evitar alteraciones del eje fracturario o colapso del foco. En estos casos, vale siempre considerar la posibilidad de utilizar algún método de tratamiento que otorgue mayor estabilidad al foco de fractura, como, por ejemplo, el enclavado endomedular con clavo de Kuntscher acerrojado, para evitar estas complicaciones.

Consideramos por lo tanto, que de acuerdo con nuestra experiencia clínica y experimental, los clavos de Ender antimigratorios cumplen con el objetivo de su diseño, es decir, disminuir las complicaciones asociadas con la movilidad del implante.

*Ningún beneficio de naturaleza alguna fue o será recibido de parte comercial alguna relacionada directa o indirectamente con el contenido de este trabajo.*

**Tabla 5.** Complicaciones generales

Complicación	Fémur	Tibia
Tromboembolismo pulmonar	1	—
Embolia grasa	—	—
Infección superficial de herida	2	1
Infección de herida expuesta	1*	—
Infección profunda del foco de fractura	—	—**
Impotencia sexual***	1	—

\*Infección de fractura expuesta de peroné asociada. \*\*Un paciente con esta complicación fue retirado del presente estudio por estar todavía en tratamiento. \*\*\*Por compresión del nervio pudiendo por la mesa de tracción; restitución de la función completa en 70 días.



## Referencias bibliográficas

1. **Abramowitz, A; Wetzler, M; Levy, A, y Whitelaw, O:** Treatment of open tibial fractures with Ender rods. *Clin Orthop*, 293: 246-255, 1993.
2. **Brumback, R; Ellison, T; Poka, A; Bathon, G, y Burgess, A:** Intramedullary nailing of femoral shaft fractures. *J Bone Jt Surg (A)*, 74: 1 06-II 2, 1992.
3. **Brumback, R; Ellison, T; Poka, A; Lakatos, R; Bathon, G, y Burgess, A:** Intramedullary nailing of open fractures of the femoral shaft. *J Bone Jt Surg (A)*, 71: 1324-1331, 1989.
4. **Bucholz, R, y Jones, A:** Current concepts review. Fractures of the shaft of the femur. *J Bone Jt Surg (A)*, 73: 1561-1566, 1991.
5. **Chahla, J:** El uso de los clavos endomedulares elásticos para el tratamiento de las fracturas diafisarias de fémur. *Rev Asoc Arg Ortop Traum*, 62(2): 206-212, 1997.
6. **Chapman, MW:** The role of intramedullary fixation in open fractures. *Clin Orthop*, (212): 26-34, 1986.
7. **De Long, W:** Ender nailing fixation in long bone fractures: Experience in a level 1 trauma center. *J Traum*, 29(5): 570-576, 1989.
8. **Edwards, P:** Fracture of the shaft of the tibia: 492 consecutive cases in adults. Importance of soft tissue injury. *Acta Orthop Scand*, 76(Suppl.): 1, 1965.
9. **Ellis, H:** Disabilities after tibial shaft fractures with special reference to Volkman's ischaemic contracture. *J Bone Jt Surg (B)*, 40: 190-197, 1958.
10. **Ender, H:** *Treatment of Pertrochanteric and Subtrochanteric Fractures of the Femur with Ender Pins*. St. Louis: Mosby-Year Book, Inc.; 1978.
11. **Eraser, R; Hunter, G, y Waddell, J:** Ipsilateral fracture of the femur and tibia. *J Bone Jt Surg (B)*, 60: 510-515, 1978.
12. **Greene, W:** Displaced fractures of the femoral shaft in children. *Clin Orthop*, 353: 86-96, 1998.
13. **Gustilo, R, y Anderson, J:** Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty five open fractures of long bones: Retrospective and prospective analysis. *J Bone Jt Surg (A)*, 58: 453-458, 1976.
14. **Jahnke, A; Fry, P; Swanson, K; Watson, R, y Tapper, E:** Treatment of unstable tibial shaft fractures by closed intramedullary nailing with flexible (Ender-type) pins. *Clin Orthop*, 276: 267-271, 1992.
15. **Johnson, D, y Wiss, D:** Intra-articular penetration of the knee joint by a fragment of cortical bone during intramedullary nailing of the femur: A report of two cases. *J Bone Jt Surg (A)*, 78: 1092-1095, 1996.
16. **Kempf, I; Grose, A, y Beck, G:** Closed locked intramedullary nailing: Its application to comminuted fractures of the femur. *J Bone Jt Surg (A)*, 67: 709-720, 1985.
17. **Levy, R:** Complications of Ender-pin fixation in basicervical, intratrochanteric, and Subtrochanteric fractures of the hip. *J Bone Jt Surg (A)*, 65: 66-69, 1983.
18. **Lhowe, D, y Hansen, S:** Immediate nailing of open fractures of the femoral shaft. *J Bone Jt Surg (A)*, 70: 8 1 2-820, 1988.
19. **Mayer, L; Werbie, T; Schwab, J, y Johnson, R:** The use of Ender nails in fractures of the tibial shaft. *J Bone Jt Surg (A)*, 67: 446-454, 1985.
20. **Me Kibbin, B:** The biology of fractures healing in long bones. *J Bone Jt Surg (B)*, 60: 1 50- 1 62, 1978.
21. **Merianos, P; Pazaridis, S, y Serenes, P:** The use of Ender nails in tibial shaft fractures. *Acta Orthop Scand*, 53: 301-307, 1982.
22. **Merianos, P; Cambouridis, P, y Smyrnis, P:** The treatment of 143 tibial shaft fractures by Ender's nailing and early weight-bearing. *J Bone Jt Surg (B)*, 67: 577-580, 1985.
23. **Molinari, S:** Comunicación personal. Ingeniero industrial (ITBA).
24. **Mollica, y cols.:** Elastic intramedullary nailing in shaft fractures of the femur and tibia. *Orthopedics*, 9(8): 1065-1077, 1986.
25. **Önnerfalt, R:** Fracture of the tibial shaft treated by primary operation and early weight-bearing. *Acta Orthop Scand*, 171(Suppl.): 1-63, 1978.
26. **Pankovich, AM; Tarabishy, IE, Yelda, S:** Flexible intramedullary nailing of tibial shaft fractures. *Clin Orthop*, (160): 185-95, 1981.
27. **Sarmiento, A:** Functional bracing of tibial fractures. *Clin Orthop*, 105: 202-219, 1974.
28. **Velazco, A; Withesides, T, y Fleming, L:** Open fractures of the tibia treated with the Lottes nail. *J Bone Jt Surg (A)*, 65: 879, 1983.
29. **Walters, J, y cols.:** Femoral shaft fractures treated by Ender nails using a trochanteric approach. *J Bone Jt Surg (B)*, 72: 14-18, 1990.
30. **Winqvist, R; Hansen, S, y Clawson, D:** Closed intramedullary nailing of femoral fractures: A report of five hundred and twenty cases. *J Bone Jt Surg (A)*, 66: 529-539, 1984.
31. **Whitelaw, G, y cols.:** Ender rods versus external fixation in the treatment of open tibial fractures. *Clin Orthop*, (253): 258-69, 1990.
32. **Wiss, A; Segal, D; Gumbs, V, y Slater, D:** Flexible medullary nailing of tibial shaft fractures. *J Traum*, 86: 1 106-1 1 12, 1986.