

# Tratamiento de las fracturas abiertas de la diáfisis tibial mediante enclavado endomedular fresado

## Treatment of open tibial shaft fractures by reamed intramedullary nailing

BAIXAULI PERELLÓ, E. J.; BAIXAULI CASTELLA, F.; SANZ AMARO, D.; BAEZA OLIETE, J., y BAIXAULI GARCÍA, F.

Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica. Hospital Universitario La Fe. Valencia.

**RESUMEN:** Para valorar la eficacia y seguridad del enclavado endomedular fresado se hace un estudio retrospectivo de 74 casos de fracturas abiertas de la diáfisis de tibia tratados mediante esta técnica con un seguimiento mínimo de 1 año. Basados en la clasificación de Gustilo, 45 casos eran Grado I, 25 Grado II y cuatro Grado IIIA. La demora media en el enclavado fue de 9 días. Todas las fracturas consolidaron en un tiempo medio de 4 meses. En ningún caso se realizó aporte de injerto óseo. Las complicaciones encontradas fueron infección en el 4%, dismetría mayor de 1 cm en un caso, rotura de un tornillo en un caso y angulación entre 5° y 10° de valgo en 13 casos. Los resultados sugieren que el enclavado endomedular fresado es una opción segura y eficaz para el tratamiento de las fracturas abiertas de la diáfisis tibial Grados I, II y IIIA.

**PALABRAS CLAVE:** Tibia. Fracturas abiertas. Enclavado intramedular.

**ABSTRACT:** Seventy-four cases of open tibial shaft fractures treated by reamed intramedullary nailing were reviewed retrospectively to assess the efficacy and safety of this method. Minimum follow-up was 1 year. Forty-five patients had Gustilo Grade I fractures, 25 Grade II and 4 Grade IIIA. Surgery was delayed by an average of 9 days. All fractures consolidated. Mean healing time was 4 months. No patient required a bone graft. Complications included an infection rate of 4%, 1 leg-length discrepancy over 1 cm, 1 screw breakage and 13 cases of valgus malunion of 5° to 10°. Results suggest that reamed intramedullary nailing is a safe and effective option for treating open tibial shaft fractures of Grades I, II and IIIA.

**KEY WORDS:** Tibia. Open fractures. Intramedullary

### nailing.

El tratamiento de las fracturas abiertas de la diáfisis de tibia es una urgencia que debe comenzar con la limpieza exhaustiva de la herida, el desbridamiento de todo el material extraño y tejido necrótico, la cobertura del foco de fractura y un tratamiento antibiótico adecuado. Sin embargo, la controversia existe acerca de cuál es el mejor método de estabilización de estas fracturas.<sup>1-7</sup>

Se presenta un estudio retrospectivo para valorar la eficacia y seguridad de la fijación de las fracturas abiertas de la diáfisis de tibia mediante el enclavado endomedular fresado.<sup>4,5,8,17-19,21,22,26,31,32,35,36</sup>

### Material y Método

Se hace una revisión retrospectiva de 74 casos (73 pacientes) de fracturas abiertas de la diáfisis tibial Grados I, II y IIIA tratados en nuestro Servicio entre los años 1985 y 1996 que cumplían los siguientes criterios de inclusión: 1) que el método de estabilización de la fractura fuera el enclavado endomedular fresado; 2) que todo el seguimiento se realizará en nuestra institución y que éste incluyera hasta la unión o fracaso de consolidación de la fractura, y 3) que el tiempo de evolución fuera mayor de 1 año.

La edad media de los pacientes fue de 25 años (mínimo: 14 y máximo: 67 años). Cincuenta y tres pacientes eran varones y 20 mujeres, estando el lado derecho afectado en 40 ocasiones y el izquierdo en 34.

La mayor parte de las fracturas fueron debidas a un traumatismo de alta energía: accidente de tráfico en 66 ocasiones, accidente deportivo en tres casos, caída casual en dos y aplastamiento en los restantes tres casos. En 43 pacientes la fractura de tibia se presentó como lesión aislada, teniendo los 30 restantes lesiones asociadas (Tabla 1).

El trazo de fractura estaba situado en el tercio proximal en tres casos, en el tercio medio en 37, en la unión entre el tercio medio y el distal en 12 y a nivel del tercio distal en 22. El tipo de trazo de fractura fue transverso en 22 ocasiones, oblicuo en 19, es-

---

#### Correspondencia:

Dr. E. J. BAIXAULI PERELLÓ.  
Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica.  
Hospital Universitario La Fe.  
Avda. Campanar, 21.  
46009 Valencia

Recibido: Enero de 1999.  
Aceptado: Octubre de 1999.

**Tabla 1.** Lesiones asociadas.

Lesiones asociadas	Número
Cabeza .....	15
Tórax .....	6
Abdomen .....	1
Raquis .....	3
Pelvis .....	3
Miembro superior .....	11
Miembro inferior contralateral .....	11
Miembro inferior ipsilateral .....	12

piroideo en tres, conminuto en 26 y segmentario en cuatro ocasiones. Según la clasificación AO, 41 casos fueron Tipo A (A1: 2; A2: 17, y A3: 22), 28 casos eran Tipo B (B1: 2; B2: 20, y B3: 6) y cinco casos eran Tipo C (C1: 2; C2: 3, y C3: 0). La lesión de partes blandas se valoró siguiendo la clasificación de Gustilo y Anderson:<sup>1,14,15</sup> 45 fracturas fueron Tipo I, 25 Grado II y cuatro Grado IIIA. El grado de conminución se valoró siguiendo la clasificación de Winqvist y cols.:<sup>36</sup> 20 fracturas fueron Grado I, 12 Grado II, 18 Grado III, 20 Grado IV y en los restantes cuatro casos la fractura fue segmentaria.

El tratamiento de urgencia de la fractura consistió en la limpieza exhaustiva de la herida con un mínimo de 8-10 litros de suero fisiológico y desbridamiento de los materiales extraños y tejidos necróticos. En las fracturas abiertas Grado I de Gustilo se realizó sutura primaria de la herida y en el resto se practicó una sutura diferida. La inmovilización inicial consistió en una férula de yeso tipo isquiopédica. En todos los pacientes se instauró tratamiento antibiótico utilizando la asociación de penicilina y un aminoglucósido. Se pautó profilaxis antitrombótica en algunos pacientes siguiendo las indicaciones de un protocolo hospitalario y se realizó profilaxis antitetánica en los pacientes con un plan previo de vacunación insuficiente. En todos los pacientes el método de fijación definitivo de la fractura consistió en el enclavado endomedular fresado de la tibia. La fijación se realizó con una demora media de 9 días (mínimo: 2 y máximo: 22 días). El clavo se utilizó sin bloquear en 68 casos, con bloqueo proximal en uno, con bloqueo distal en cuatro y con bloqueo proximal y distal en el caso restante. En ningún caso se realizó aporte de injerto óseo.

Se consideró que las fracturas estaban consolidadas cuando se observó paso de trabéculas o puente óseo a través del callo de fractura en dos planos radiográficos. Se consideró retardo de consolidación cuando no se observaron los signos anteriores a los 6 meses de la fractura, y no unión a la falta de consolidación a los 9 meses de evolución.<sup>6,26</sup>

## Resultados

Todas las fracturas consolidaron en un tiempo medio de 4 meses (mínimo: 1 y máximo: 8,5 meses). El tiempo de consolidación fue más largo al aumentar el grado de severidad de la fractura. Así, en las fracturas Gustilo Grado I fue de 3,7 meses (mínimo: 1 y máximo: 6 meses), en las fracturas Grado II fue de 4,1 meses (mínimo: 2 y máximo: 7 meses) y en las Grado IIIA fue de 6,5 meses (mínimo: 4 y máximo: 8,5 meses). Tres fracturas presentaron retardo de consolidación, dos casos eran Gustilo Grado II y el restante Gustilo Grado IIIA; es de destacar que en estos tres casos la fractura asentaba a nivel de la unión entre el tercio medio y el tercio distal, lo que supone una incidencia del 25% respecto a las fracturas localizadas a este nivel.

En un caso se desarrolló una infección a nivel del punto de entrada del clavo, que se resolvió con tratamiento antibiótico y curas locales. En tres casos se desarrolló una infección a nivel del foco de fractura, lo que supone una incidencia del 4%. Se aisló *Pseudomonas aeruginosa* en dos casos y *Serratia marcescens* en un caso, correspondiendo estos tres casos a fracturas Grado II de Gustilo, que fueron tratados mediante tratamiento antibiótico y curas del foco de fractura en dos casos, mientras en el restante al persistir una fistula tras la consolidación de la fractura la infección se resolvió tras la extirpación de la misma y la extracción del clavo intramedular. El tiempo de consolidación de estas fracturas fue de 5,7 y 6 meses, respectivamente.

Entre las complicaciones encontradas hubo una intraoperatoria con fractura de la cortical anterior a nivel del punto de entrada del clavo que consolidó sin complicaciones (Fig. 1). Postoperatoriamente se observó dismetría mayor de 1 cm en un caso, rotura de uno de los tornillos del bloqueo distal (un caso) y defectos de alineación en 13 casos (17,5%) con una angulación entre 5 y 10° de valgo, siendo esta complicación más frecuente en las fracturas localizadas en el tercio distal de la diáfisis (nueve de 22 casos, lo que supone un 40,9% de las fracturas con esta localización). Todos estos casos habían sido tratados con un clavo no bloqueado.

## Discusión

En la actualidad, el tratamiento de las fracturas abiertas de la diáfisis de la tibia sigue siendo un tema controvertido por la aparición de defectos de alineación, fracasos de consolidación e infecciones con los diferentes tipos de fijación.

Los dispositivos de fijación externa parecía que



**Figura 1.** Fractura abierta Grado II de tibia tratada con un clavo endomedular fresado con bloqueo distal. A: Rx AP preoperatoria. B: Rx lateral preoperatoria. C: Rx AP a los 4 meses de evolución con la fractura consolidada. D: Rx lateral a los 4 meses de evolución con la fractura consolidada.

iban a ser la clave para el tratamiento de estas fracturas; sin embargo, su uso ha estado asociado a numerosas complicaciones, sobre todo por la frecuente aparición de aflojamiento tanto séptico como aséptico de los tornillos y por la elevada tasa de retardos de consolidación.<sup>7,9,11-13,20,24,27,28</sup> Actualmente se están desarrollando dispositivos de fijación externa que consiguen una mayor estabilidad del montaje y que permiten la compresión del foco de fractura con la carga.<sup>16,27</sup> En cuanto a la fijación externa como un sistema de fijación temporal se ha observado que la conversión de la fijación externa a enclavado endomedular se asocia con un aumento de la prevalencia de infección, especialmente si la conversión se realiza después de las 2-3 primeras semanas o en presencia de aflojamiento séptico de alguna de las fichas.<sup>3,4,25</sup>

Las limitaciones de la fijación externa en el tratamiento de las fracturas abiertas de la diáfisis de tibia y los buenos resultados obtenidos por el enclavado endomedular en las fracturas cerradas ha renovado el interés por este tratamiento también en las fracturas abiertas.

Existe controversia acerca de la idoneidad de utilizar clavos fresados o no fresados en el tratamiento de las fracturas abiertas. Blachut y cols.<sup>5</sup> observaron, en un estudio prospectivo y randomizado sobre fracturas cerradas de la diáfisis tibial, que el enclavado no fresado se asociaba a una mayor tasa de retardos de consolidación y rotura de los tornillos en comparación a los casos tratados mediante enclavado fresado. En su serie de fracturas abiertas de tibia tratadas con clavo sin fresar Whittle y cols.<sup>35</sup> encontraron ro-

tura de los tornillos de bloqueo en el 10% de los casos y rotura del propio clavo endomedular en tres de sus 50 casos. Singer y Kellam<sup>33</sup> observaron en su serie tratada con clavo no fresado una tasa de rotura de los tornillos del 12%. Diversos autores proponen el empleo de clavos no fresados para el tratamiento de fracturas abiertas, aduciendo que el enclavado fresado provoca un mayor daño de la circulación endostal que el enclavado no fresado, lo que podría ser importante en fracturas que presentan gran daño de la circulación periostal (fracturas Grado IIIA).<sup>6</sup> Este efecto podría verse aumentado tanto por la embolización de los vasos intracanalulares intraóseos como por la lesión térmica provocada por el fresado.<sup>21</sup>

Sin embargo, el daño vascular provocado por el fresado se ha sobreestimado, así como infravalorado el mayor efecto estabilizador de la fractura. En situaciones normales la red vascular endóstica es la responsable de la vascularización de los dos tercios internos de la cortical diafisaria. Rhinelander<sup>29,30</sup> demostró que el fresado provoca un daño de esta circulación endostal, aunque el mismo autor comprobó que cuando ocurre una fractura de la diáfisis aparece una inversión del flujo que pasa a ser centrípeto en lugar de centrífugo, de forma que un aumento del flujo perióstico proporciona la mayor parte de la irrigación a la cortical diafisaria. Además, el enclavado no fresado no es inocuo para la circulación endostal, ya que se calcula que disminuye en un tercio la irrigación cortical. En un modelo experimental en ovejas se han intentado objetivar los efectos del fresado y no fresado sobre la irrigación cortical. Con técnicas de

flujometría láser-Doppler se observó que el enclavado fresado provocaba una disminución inmediata del flujo del callo, pero que a las 2 semanas ya no existían diferencias entre ambos tipos de enclavado.<sup>31,32</sup> En un reciente estudio prospectivo y randomizado sobre el tratamiento de las fracturas abiertas de la diáfisis de tibia, Keating y cols.<sup>18</sup> observaron que el enclavado fresado no aumentaba la tasa de retardos de consolidación, de seudoartrosis ni de infección.

Anderson<sup>2</sup> demostró en un estudio experimental en perros que la consolidación tras enclavado endomedular ocurría por callo periférico. Cuando el enclavado era estable se aceleraba la consolidación porque además de unir por formación encondral de hueso existe también formación directa de hueso en el hematoma fracturario, que es un proceso mucho más rápido. Por tanto, no es extraño que se obtengan buenos resultados en fracturas abiertas Grados I, II y IIIA de la diáfisis de tibia tratadas mediante enclavado endomedular fresado,<sup>19</sup> puesto que no daña la circulación periostal que es la más importante en las primeras fases de la consolidación,<sup>29,30</sup> permite que la circulación endostal se recupere rápidamente y proporciona una mayor estabilidad, por lo que además de osificación encondral del callo periférico ocurre formación directa de hueso en el hematoma fracturario.

En la presente serie todas las fracturas consolidaron, aunque, como era previsible, el tiempo de consolidación aumentó con la severidad de la lesión, aunque éste fue inferior al observado por Keating y cols.<sup>19</sup> en su serie de 112 fracturas abiertas de la diáfisis de tibia tratadas mediante enclavado fresado, en la que refieren un tiempo medio de consolidación de 7 meses en las fracturas Grado I, de 8 meses en las Grado II y de 8,5 meses en las Grado IIIA. Apareció un retardo de consolidación en tres casos, y en éstos la fractura asentaba a nivel de la unión del tercio medio y el tercio distal de la diáfisis, lo que parece tener relación con las peculiaridades anatómicas de esta zona.<sup>23</sup> Sin embargo, otros autores como Bonatus y cols.<sup>6</sup> no observan diferencias de consolidación que se relacionen con la localización del trazo de

fractura.

Hubo tres casos de infección, lo que supone una incidencia del 4%, que es equiparable a la observada por Keating y cols.<sup>19</sup> del 4,3%, por Kaltenecker y cols.<sup>17</sup> del 3,8% o por Court-Brown y cols.<sup>8</sup> del 3,6%. Los resultados de estas series contrastan con los observados por Klemm y Borner,<sup>22</sup> con una tasa de infección del 6% en fracturas Grado I. En estudios con clavos sin fresar para el tratamiento de las fracturas abiertas de tibia Grados I, II y IIIA se observaron tasas de infección profunda entre el 2 y el 6%.<sup>6,33,35</sup> Por tanto, la creencia de que el enclavado fresado se asociaría a una mayor incidencia de infección no se confirma ante los datos observados.<sup>19</sup> La limpieza del foco de fractura, el tratamiento adecuado de las partes blandas y la estabilización que proporciona el enclavado fresado son fundamentales para obtener estos buenos resultados.

No existe unanimidad a la hora de considerar los defectos de alineación. La mayoría de autores consideran aceptable hasta 10° de valgo y de rotación externa y hasta 5° de varo y rotación interna.<sup>26</sup> En esta serie apareció un defecto de alineación con angulación entre 5 y 10° de valgo en 13 casos. Todos ellos correspondían a los primeros años del estudio, por lo que habían sido tratados con clavos sin bloquear. No hubo ningún caso con angulación en valgo mayor de 10°. Para evitar esta complicación la tendencia actual es la utilización de clavos bloqueados siempre que lo requieran las condiciones de inestabilidad de la fractura.

En la presente serie no hubo ningún caso Grado IIIB. En este tipo de fracturas la fijación externa sigue siendo una opción válida, aunque estudios prospectivos y randomizados y otros de metaanálisis mostraron mejores resultados tras el enclavado endomedular que tras el uso de la fijación externa.<sup>10,34</sup>

Por tanto, de los resultados de este trabajo se puede concluir que el enclavado endomedular fresado es un método de fijación eficaz para el tratamiento de las fracturas abiertas de la diáfisis tibial Grados I, II y IIIA, pues se asocia con unas tasas bajas de infección (4%) y un alto grado de consolidación.

## Bibliografía

- Anderson, JT, y Gustilo, RB:** Immediate internal fixation in open fractures. *Orthop Clin North Am*, 11: 569-578, 1980.
- Anderson, LD:** Compression plate fixation and the effect of different types of internal fixation on fracture healing. En: Heckman, JD (Ed): *Instructional Course Lectures. American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 1993, 42: 3-18.
- Antich-Adrover, P; Martí-Garín D; Murias-Alvarez J, y Puente-Alonso C:** External fixation and secondary intramedullary nailing of open tibial fractures. A randomised, prospective trial. *J Bone Joint Surg*, 79B: 433-440, 1997.
- Blachut, PA; Meek, RN, y O'Brien PJ:** External fixation and delayed intramedullary nailing of open fractures of the tibial shaft. A sequential protocol. *J Bone Joint Surg*, 72A: 729-735, 1990.
- Blachut, PA; O'Brien, PJ; Meek, RN, y Broekhuysen, HM:** Interlocking intramedullary nailing with and without reaming for the treatment of closed fractures of the tibial shaft. *J Bone Joint Surg*, 79A: 640-646, 1997.
- Bonatus, T; Olson, SA; Lee, S, y Chapman, MW:** Nonreamed locking intramedullary nailing for open fractures of the tibia. *Clin Orthop*, 339: 58-64, 1997.

7. **Cebrián Gómez, R; Sanz Reig, J; Lizaur Utrilla, A, y Gracia Rodríguez, I:** Tratamiento de las fracturas abiertas de la tibia mediante fijación externa. Estudio de las complicaciones. *Rev Ortop Traumatol*, 42: 351-355, 1998.
8. **Court-Brown, CM; McQueen, MM; Quaba, AA, y Christie, J:** Locked intramedullary nailing of open tibial fractures. *J Bone Joint Surg*, 73B: 959-964, 1991.
9. **Court-Brown, CM; Wheelwright, EF; Christie, J, y McQueen, MM:** External fixation for type III open tibial fractures. *J Bone Joint Surg*, 72B: 891-804, 1990.
10. **Dervin, GF:** Skeletal fixation of grade IIIB tibial fractures. The potential of metaanalysis. *Clin Orthop*, 332: 10-15, 1996.
11. **Edwards, CC; Simmons, SC; Browner, BD, y Weigel, MC:** Severe open tibia fractures: results treating 202 injuries with external fixation. *Clin Orthop*, 230: 98-114, 1988.
12. **Gershuni, DH, y Halma, G:** The AO external skeletal fixator in the treatment of severe tibia fractures. *J Trauma*, 23: 986-990, 1983.
13. **Green, SA, y Ripley MJ:** Chronic osteomyelitis in pin tracks. *J Bone Joint Surg*, 66A: 1092-1098, 1984.
14. **Gustilo, RB, y Anderson, JT:** Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones: Retrospective and prospective analysis. *J Bone Joint Surg*, 58A: 453-458, 1976.
15. **Gustilo, RB; Mendoza, RM, y Williams, DN:** Problems in the management of type III (severe) open fractures: A new classification of type III open fractures. *J Trauma*, 24: 742-746, 1984.
16. **Jordá, E, y Gomar, F:** Fijador externo Stronger. Estudio multicéntrico. *Rev Esp Cir Osteoart*, 30: 176-192, 1995.
17. **Kaltenecker, G; Wruhs, O, y Quaicoe, S:** Lower infection rate after interlocking nailing in open fractures of the femur and tibia. *J Trauma*, 30: 474-479, 1990.
18. **Keating, MP; O'Brien, PJ; Blachut, PA; Meek, RN, y Broekhuysen, HM:** Locking intramedullary nailing with and without reaming for open fractures of the tibial shaft. A prospective, randomized study. *J Bone Joint Surg*, 79A: 334-341, 1997.
19. **Keating, MP; O'Brien, PI; Blachut, PA; Meek, RN, y Broekhuysen, HM:** Reamed interlocking intramedullary nailing of open fractures of the tibia. *Clin Orthop*, 338: 182-191, 1997.
20. **Kimmel, RB:** Results of treatment using the Hoffman external fixator for fracture of the tibial diaphysis. *J Trauma*, 12: 756-761, 1972.
21. **Klein, MP; Rahn, BA; Frigg, R; Kessler, S, y Perren, SM:** Reaming versus non-reaming in medullary nailing: interference with cortical circulation of the canine tibia. *Arch Orthop Trauma Surg*, 109: 314-316, 1990.
22. **Klemm, KW, y Borner, M:** Interlocking nailing of complex fractures of the femur and tibia. *Clin Orthop*, 212: 89-100, 1986.
23. **Macnab, I, y Haas, WG:** The role of periosteal blood supply in the healing of fractures of the tibia. *Clin Orthop*, 105: 27-34, 1974.
24. **Marsh, JL; Nepola, JV; Wuest, TK; Osteen, D; Cox, K, y Oppenheim, W:** Unilateral external fixation until healing with the dynamic axial fixator for severe open tibial fractures. *J Orthop Trauma*, 5: 341-348, 1991.
25. **Maurer, DJ; Merkow, RL, y Gustilo, RB:** Infection after intramedullary nailing of severe open tibial fractures initially treated with external fixation. *J Bone Joint Surg*, 71A: 835-838, 1989.
26. **Mayo, KA, y Benirschke, SK:** Treatment of tibial malunions and nonunions with reamed intramedullary nails. *Orthop Clin North Am*, 21: 715-724, 1990.
27. **Meléndez, EM, y Colón, C:** Treatment of open tibial fractures with the Orthofix fixator. *Clin Orthop*, 241: 224-230, 1989.
28. **Olson, SA:** Open fractures of the tibial shaft. Current treatment. *J Bone Joint Surg*, 78A: 1428-1437, 1996.
29. **Rhinelander, FW:** The normal microcirculation of diaphyseal cortex and its response to fracture. *J Bone Joint Surg*, 50A: 784-800, 1968.
30. **Rhinelander, FW:** Tibial blood supply in relation to fracture healing. *Clin Orthop*, 105: 34-81, 1974.
31. **Schemitsch, EH; Kowalski, M; Swiontkowski, MF, y Harrington, RM:** Comparison of the effect of reamed and unreamed locked intramedullary nailing on blood flow in the callus and strength of union following fracture of the sheep tibia. *J Orthop Res*, 13: 382-389, 1995.
32. **Schemitsch, EH; Kowalski MJ; Swiontkowski, MF, y Senft, D:** Cortical bone blood flow in reamed and unreamed locked intramedullary nailing: A fractured tibia model in sheep. *J Orthop Trauma*, 8: 373-382, 1994.
33. **Singer, RW, y Kellam, JF:** Open tibial diaphyseal fractures: Results of unreamed locked intramedullary nailing. *Clin Orthop*, 315: 114-118, 1995.
34. **Tornetta III, P; Bergman, M; Watnik, N; Berkowitz G, y Steuer J:** Treatment of grade-IIIB open tibial fractures. A prospective randomised comparison of external fixation and non-reamed locked nailing. *J Bone Joint Surg*, 76B: 13-19, 1994.
35. **Whittle, AP; Russell, TA; Taylor, JC, y Lavelle, DG:** Treatment of open fractures of the tibial shaft with the use of interlocking nailing without reaming. *J Bone Joint Surg*, 74A: 1162-1171, 1992.
36. **Winquist, RA; Hansen Jr, ST, y Clawson, DK:** Closed intramedullary nailing of femoral fractures. *J Bone Joint Surg*, 66A: 529-539, 1984.