

## **Necrosis cortical en fracturas de tibia con clavo endomedular fresado**

Dres. ALBERTO MACKLIN VADELL\*, DANIEL NIÑO GÓMEZ\*, HÉCTOR GALLARDO\*\*, PEDRO GAUNA\*\*\*, FERNANDO RODRIGUEZ CASTELLS\*

### **RESUMEN**

La osteosíntesis con clavos endomedulares fresados es un método ampliamente difundido y empleado en forma rutinaria en las fracturas diafisarias de tibia. En el período comprendido entre los años 1992-1995 se trataron 45 pacientes utilizando este procedimiento. Se presentan 6 pacientes que sufrieron fractura diafisaria cerrada de tibia tratados con enclavado endomedular fresado y que posterior a la cirugía desarrollaron sintomatología inflamatoria local inducida por la elevada temperatura durante el fresado del canal endomedular, la alteración en la circulación sanguínea cortical y la incapacidad de disipar calor por convección.

El cuadro sintomático en general comenzó con signos flogóticos a nivel de la zona de fractura, secreción serohemática, secuestros óseos que fueron resecados en limpiezas quirúrgicas, e infección profunda en dos casos.

En 5 casos los pacientes fueron seguidos hasta el final del tratamiento, obteniendo la curación de partes blandas y la consolidación de la fractura en todos ellos.

El objetivo de este trabajo es destacar que la osteonecrosis cumplió un papel importante en la sintomatología, así como de evitar el uso de manguito hemostático y de realizar fresado en canales estrechos.

Concluimos que, de observar un cuadro flogótico en una fractura cerrada tratada con clavo endomedular, es conveniente la exploración quirúrgica del foco con el propósito de reseca el material necrótico antes que aparezca la infección.

### **SUMMARY**

The fixation with reamed intramedullary nailings is an extremely popular method and it is used routinely in tibial shaft fractures. Since 1992 till 1995, 45 patients were treated using this method. Six patients developed local inflammatory signs brought about by elevated temperature during the reaming, alteration of the cortical irrigation and the inability to dissipate the heat by convection.

Complications, in general, began with local inflammatory signs at the site of the fracture, serohematic secretion, bone arrest (removed during surgical debridement), and deep infection in two cases.

In five cases the patients were evaluated until the end of the treatment, obtaining healing of soft tissues and bone healing in all of them.

The objective of this paper is to remark that the necrosis is responsible for this process, and to avoid the use of a tourniquet and the reaming of a narrow canal. We conclude that in case inflammatory signs appear in a closed fracture treated with a reamed intramedullary nail, surgical exploration of the fracture site with resection of the necrotic material is necessary before infection begins.

---

\* Servicio de Pierna, Tobillo y Pie. "Servicio de Anatomopatología. \*\*\* Residente de Traumatología. Instituto Dupuytren, Av. Belgrano 3402, (1210) Buenos Aires.

## INTRODUCCIÓN

Desde la introducción por Küntscher en 1940, la osteosíntesis con clavo endomedular fresado es un método usado frecuentemente para el tratamiento de las fracturas diafisarias cerradas de tibia. El fresado incrementa la estabilidad de la fijación y facilita la introducción del implante. Pero también puede producir necrosis térmica y alteraciones en la arquitectura endóstica, con importantes interferencias en la osteogénesis, dando como resultado fallas mecánicas y biológicas. Especialmente en la tibia, la pobre circulación y la precaria cobertura de partes blandas hacen que el fresado y el enclavado sean más riesgosos que en otro hueso largo del organismo<sup>16</sup>.

Las complicaciones comúnmente publicadas como: infección, pseudoartrosis o ruptura del tendón rotuliano, no son específicas de este procedimiento<sup>5</sup>.

Evidencias directas de necrosis térmica inducida por fresado no están bien documentadas, aunque se sugiere que es un factor a tener en cuenta como complicación.

## MATERIAL Y MÉTODO

Entre 1992 y 1995, 45 pacientes fueron tratados en el Servicio de Pierna, Tobillo y Pie del Instituto Dupuytren, por fracturas de tibia, en los que se realizó osteosíntesis con clavo endomedular fresado; 6 pacientes de esta serie presentaron necrosis cortical.

Las fracturas fueron cerradas y clasificadas bajo el sistema AO. El ancho del canal medular fue el siguiente: uno de 12 mm, uno de 11 mm, tres de 10 mm y uno de 9 mm. el manguito hemostático se usó en todos los casos. En cinco casos se fijaron con clavos universales para tibia AO y un caso con clavo Brooker. El mecanismo para medir el canal medular fue radiológico; se utilizó fresa hasta el diámetro 11 mm y se colocó clavo de 11 mm para los de tipo AO y 10,5 mm para el Brooker. Fue usado un motor de tipo neumático y las fresas fueron flexibles. No se utilizaron orificios de desgravitación para evitar la hipertensión en el canal endomedular.

**Caso 1.** C.R., paciente de 18 años, sexo masculino, con fractura en pierna derecha, tipo 42 B1-3, con un canal de 11 mm.

A los tres meses del postoperatorio comienza con tumefacción, rubor, dolor y lesión cutánea en cara anterior de la pierna a nivel del foco de la fractura de 1x1 cm, con aspecto de

una quemadura.

Radiológicamente muestra una imagen de reacción perióstica, con signos de lisis de 1x1 cm, sobre aleta interna del clavo de Brooker, en el fragmento distal, que coincidía con la zona que clínicamente mostraba el cuadro inflamatorio. Se decide retiro del implante y continúa el tratamiento con yeso PTB hasta la consolidación.

*Informe de laboratorio:* Partes blandas; no se observan bacterias y tampoco desarrolla cultivo en el clavo y líquido del canal.

*Informe anatomopatológico:* Histológicamente el material se halla constituido por un tejido fibroso, muy vascularizado, congestivo-hemorrágico, con infiltración inflamatoria predominantemente policelular, con los caracteres de la membrana piógena de un proceso supurado y abscedado.

Finalmente la fractura consolida a los cinco meses de producida, con remisión total de la sintomatología inflamatoria.

**Caso 2.** L.M.M., paciente de 20 años, sexo masculino con fractura en pierna izquierda, tipo 42 B1-3, con un canal de 10 mm de diámetro.

La sintomatología comienza al mes de operado, con una placa eritematosa a nivel de la fractura en cara anterior de pierna, con adenopatía inguinal y signos radiológicos de consolidación. A los tres meses continúa con los mismos síntomas y se realiza una limpieza quirúrgica, reseándose un sequestro óseo de 4x3 cm, obteniendo material para cultivo y anatomía patológica.

*Informe anatomía patológica:* Histológicamente se observa hueso compacto cortical de aspecto necrótico y escleroso, cuyos caracteres parecen corresponder a un fragmento sequestrado.

*Informe infectológico:* Se aísla germen: *stafilococo* coagulasa negativo.

*Centellograma con galio:* Positivo.

Responde al tratamiento antibiótico, consolidando la fractura en siete meses y se retira el material a los 17 meses, curando completamente la sintomatología.

**Caso 3.** M.S., paciente de 20 años, sexo masculino, con fractura en pierna izquierda, tipo 42 B2-3, con un canal de 9 mm.

A los cinco días el paciente presenta tumefacción de toda la pierna, dolor, edema y rubor sobre todo a nivel de la fractura en la cara anterior; a las 24 horas drena espontáneamente material serohemático.

*Informe laboratorio:* VSG 55 mm; leucocitos 10.900.

*Informe infectológico:* Cultivo negativo. Se pierden contactos con el paciente, pero luego sabemos que continuó igual sin aislar germen y le fue retirado el material.

**Caso 4.** D.M., paciente de 32 años, sexo masculino, con fractura en pierna derecha, tipo 42 B1-2, con un canal de 10 mm.

En el postoperatorio inmediato ya presentaba dolor a nivel de tercio distal, cara anterior de la pierna, con tumefacción y rubor. Se realiza punción biopsia ósea y aspiración de partes blandas con resultado negativo para gérmenes.

A los tres meses se toma nueva muestra de la zona inflamatoria, aislándose un germen: *Stafilococo aureus*, que responde al tratamiento antibiótico.

Radiológicamente mostraba imágenes de secuestro óseo de 2x2 cm a nivel del foco de fractura, que fue retirado al realizar la limpieza quirúrgica. Al paciente se le retiró el implante a los seis meses, reemplazándolo por un montaje modular de tutor AO, consolidando con un *recurvatum* de 22° a los cinco meses de iniciado el tratamiento.

*Informe anatomía patológica:* Histológicamente se observan fragmentos de tejido fibroso, con neoformación osteocartilagínea y de hueso compacto cortical congestivo con neovascularización, zonas de necrosis e infiltración inflamatoria, alteraciones éstas que parecen corresponder a fragmentos necróticos residuales del foco de fractura junto con escaso callo osteocartilaginoso y tejido de granulación en formación.

**Caso 5.** A.J., paciente de 23 años, sexo masculino, con fractura en pierna izquierda, tipo 42 C2-2, con un canal de 10 mm de diámetro.

A los dos meses y medio comienza con dolor, tumefacción, intensa flogosis y enrojecimiento de tercio distal de pierna.

Radiológicamente se observa un pequeño fragmento necrótico, de 1x1 cm, desprendido del foco proximal. Se realiza la limpieza quirúrgica, reseándose 1,5 cm de cada extremo de la cortical anterointerna, con aspecto necrótico.

*Informe infectológico:* No bacterias, no desarrolla cultivo.

*Informe anatomía patológica:* Histológicamente se observa hueso compacto cortical con zonas congestivo-hemorrágicas y otras desvitalizadas, limitadas por actividad fibroblástica, vascularización capilar y bordes con actividad osteoide neoformativa, con los caracteres observados en las zonas óseas

perifracturarias, parcialmente necróticas, con neovascularización ósea reparativa secundaria, inicial.

Al paciente no le es retirado el clavo, consolidando la fractura en dos meses y medio más sin ninguna complicación.

**Caso 6.** M.J., paciente de 21 años, sexo masculino, con fractura en pierna izquierda, tipo 42 B1-3, con un canal de 12 mm de diámetro.

A los cuatro meses de operado comienza con dolor, tumefacción, en cara anterointerna de tercio medio y distal de la pierna, sin que presente secreciones de algún tipo.

Radiológicamente muestra una pseudoartrosis, con una zona de secuestro óseo de 2,5x1 cm, en cortical interna de foco distal.

Se realiza limpieza quirúrgica, reseándose el secuestro óseo y colocándose un fijador extremo de montaje modular de tutor AO.

*Informe infectológico:* No bacteria, no desarrolla cultivo.

*Informe anatomía patológica:* Histológicamente se observa fragmento de hueso cortical esponjizado, muy vascularizado y congestivo, con fibrosis y neoformación ósea difusa, en uno de cuyos extremos se observa microfoco de necrosis, con neovascularización y neoformación osteocartilagínea reparativa secundaria.

Actualmente el paciente continúa en tratamiento, habiéndole desaparecido la sintomatología.

## DISCUSIÓN

Los conceptos actuales de la preservación biológica del hueso enfatizan la necesidad del

cuidado y la integridad de la circulación del mismo, así como la de las partes blandas. En nuestros pacientes existió un compromiso de estos ítems, ya sea por lesiones térmicas debidas al fresado del canal medular, la falta de pérdida de calor por convección a través del flujo sanguíneo por el uso del manguito hemostático y a la reducción del flujo sanguíneo cortical también debido al fresado. Está demostrado que el fresado del canal medular reduce la circulación sanguínea cortical en un 70% y que además esta circulación cortical necesita 12 semanas para retornar a la normalidad<sup>4,10</sup>.

El daño resultante del fresado es similar al que se produce en situaciones experimentales, después de ligar la arteria nutricia e inte-

rrumpir la circulación metafisaria del hueso. Hay en consecuencia una necrosis del 50%-70% de la cortical interna<sup>10</sup>. Debido a la anatomía de la circulación medular, el daño más importante es producido por el primer fresado, posteriores fresados tienen un menor efecto en la vitalidad de la vascularización cortical. Por lo tanto no es tan importante cuántas fresas se utilizan<sup>10</sup>.

El compromiso de la circulación cortical se cree que es debido a procesos embólicos causados por partículas de tejidos (grasa, componentes sanguíneos, médula ósea) empujados hacia el torrente circulatorio, así como también el efecto del calor y la hipertensión generada en el canal medular durante el fresado y la introducción del clavo<sup>10,11</sup>.

La correlación entre la proliferación vascular del periostio y el hueso en formación parece indicar que el método de osteosíntesis con clavos fresados actúa produciendo isquemia persistente de la arteria nutricia, en cuyo caso esta proliferación vascular perióstica sería responsable del depósito de nuevas capas de hueso, lo que explicaría la reacción osteogénica observada en algunos de los casos de la serie<sup>17</sup>.

Klein y colaboradores, en un estudio investigando la vascularización de tibias caninas sometidas a enclavados endomedulares con y sin fresado, llegan a esta conclusión: "En huesos no fresados, un importante daño vascular fue prevenido... La diferencia fue clara en los patrones de la vascularización y en la densidad de la sangre en los vasos corticales"<sup>11</sup>.

El problema citado hace evidente la imposibilidad de combinar estabilidad mecánica con tolerancia biológica. Presumimos que sólo es posible conseguir una adecuada estabilidad mecánica con el fresado de la cavidad medular, con la posterior reducción de la vascularización ósea.

Las elevaciones térmicas sobre tejidos vivos causan daño y muerte celular. Se ha demostrado que temperaturas por encima de 50°C producen cambios irreversibles en las propiedades físicas del hueso, probablemente por las alteraciones del colágeno en la matriz<sup>7</sup>. La necrosis cortical y retardo en la curación se presentaron en huesos caninos después de temperaturas entre 43,3°C y 68,7°C<sup>1</sup>. La necrosis celular debido a temperaturas elevadas es inmediatamente evidente con temperaturas por encima de

70°C, mientras que el punto crítico mínimo de temperatura para retardar la muerte de los osteocitos —que no es vista hasta tres semanas después de la injuria— es menor, alrededor de 47°C. Exposiciones a temperaturas de 47°C por un minuto causan resorción ósea, posterior sustitución y también disturbios a mediano y largo plazo en el anclaje de los implantes<sup>2,7,8</sup>.

Detritos y tejidos necróticos proporcionan favorables condiciones para el crecimiento bacteriano y eventualmente llevan a la formación de abscesos. La alteración de la barrera cutánea debido a flictenas, ulceraciones y heridas, quita la principal defensa contra las bacterias y contribuye luego al desarrollo de osteomielitis,

Importantes características que permiten al hueso resistir a la agresión térmica son: el relativo contenido acuoso (35%) y el movimiento de sangre dentro del hueso vivo. Esto último en nuestros pacientes fue comprometido por el fresado y el uso de manguito hemostático<sup>12</sup>.

Cuando hay una vascularización conservada y una disposición normal de los tejidos no fresados y ausencia de lesión cutánea, la antibioticoterapia se muestra más efectiva en casos de infección<sup>14</sup>.

Se debe tener en cuenta el diámetro del canal medular al realizar la planificación preoperatoria, ya que si no se fresara en canales estrechos, sería aconsejable utilizar otros métodos de osteosíntesis. También es importante prescindir del manguito hemostático toda vez que se realice fresado del canal, ya que el flujo sanguíneo continuo disipa calor por convección. En caso de ser necesario el fresado, conviene hacerlo a bajas revoluciones —800 rpm provocan una temperatura de 37°C—, ya que no producen lesiones por calor<sup>4</sup>.

No se pudo demostrar un patrón histológico de esta lesión, ya que se encuentran áreas de necrosis con áreas inflamatorias en todos los casos estudiados.

En este trabajo la osteonecrosis cumplió un papel importante en la sintomatología y en la infección, que necesitó de limpieza quirúrgica para la resección de los secuestros.

De observarse un cuadro flogótico en una fractura cerrada, tratada con clavo endomedular, es conveniente la exploración quirúrgica del foco a efectos de eliminar o retirar el material necrótico antes que aparezca la infección.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Ardan NL, James JM, Herrick JF: Ultrasonic energy and surgically produced defects in bone. *J Bone Jt Surg* 1957; 39-A: 394.
2. Berman AT, Reid JS: Thermally induced bone necrosis in rabbits. *Clin Orthop* 1984; 186: 284.
3. Bonfield W, Li CH: The temperature dependence of the deformation of bone. *J Biomech* 1968; 1: 239.
4. Colin N, Ingle P, Dowell J: Orthopaedic bone drills. Can they improved? Temperature changes near the drilling face. *J Bone Jt Surg* 1996; 78-B: 357.
5. Collins DN, Pearce CE: Successful use of reaming and intramedullary nailing of the tibia. *J Orthop Trauma* 1990; 4: 315.
6. Court-Brown CM, Will E, Christie J et al: Reamed or unreamed nailing for closed tibial fractures. A prospective study in Tscheme Cl fractures. *J Bone Jt Surg* 1996; 78-B: 580.
7. Eriksson AR, Albreksson T: Heat caused by drilling cortical bone. *Acta Orthop Scand* 1984; 55: 629.
8. Eriksson AR, Albreksson T: Temperature threshold levels for heat induced bone tissue injury. *J Pediatr Orthop* 1983; 5: 111.
9. Hertel R, Pisan M: Use of the ipsilateral vascularised fibula for tibial reconstruction. *J Bone Jt Surg* 1995; 77-B: 914.
10. Kessler SB, Hallfeldt KK, Perren SM et al: The effects of reaming and intramedullary nailing on fracture healing. *Clin Orthop* 1986; 21-125.
11. Klein MPM, Frigg R, Kessler S et al: Reaming vs non-reaming in medullary nailing. Interference with cortical circulation of the tibia canine. *Arch Orthop Traum* 109: 314.
12. Klenerman L, Biswas M: Sistemic and local effects of the application of a tourniquet. *J Bone Jt Surg* 1980; 62-B: 385.
13. Koval JK, Clapper MF: Complications of reamed in tramedullary nailing of the tibia. *J Orthop Traum* 1991; 5:184.
14. Matews LS, Hirsch C: Temperatures measured in human cortical bone when drilling. *J Bone Jt Surg* 1954; 54-A: 297.
15. May JW, Jupiter JB, Wiland AJ et al: Clinical classification of post-traumatic osteomyelitis. *J Bone Jt Surg* 1989; 71-A: 1422-1428.
16. Perren SM, Klaue K, Pohler O et al: The limited contact dynamic compression plate (LC-DCP). *Arch Orthop Traum* 1990; 109: 304-310.
17. Trueta J, Cavadias AX: Vascular changes caused by Kunstcher type of nailing. *J Bone Jt Surg* 1955; 47-B: 492.