

---

# Estudio clínico experimental de la reparación ósea

---

F. Girvent

Servicio de Traumatología. Hospital de Sabadell, Clínica Santa Fe. Sabadell. Barcelona.

El callo óseo constituye una concatenación de fenómenos que se desencadenan después de la lesión mecánica del hueso. En este proceso pueden influir múltiples causas, tanto locales (tensión mecánica, vascularización del hueso, tipo de hueso, etc.), como generales (edad, enfermedades sistémicas, fármacos, etc.). La formación, espontánea, del callo óseo tiende a la consolidación de la fractura. Las manipulaciones del foco de fractura que realiza el cirujano para obtener una restitución anatómica del hueso, que permite una función correcta, tienden a entorpecer este fenómeno, en mayor o menor cuantía, dependiendo de la técnica utilizada. Como ilustración de esta idea, observamos con el Dr. J. Huguet cómo en las ratas albinas las fracturas aleatorias de huesos diafisarios de la pata posterior siempre curaron con un exuberante callo óseo, aunque con evidentes deformidades anatómicas de todo tipo, especialmente con gran acortamiento del miembro (fig. 1). Aunque este experimento no sea extrapolable, aporta datos acerca de la espontaneidad del proceso y cómo las manipulaciones para obtener una buena reducción, en aras de una correcta función, pueden entorpecer el proceso de curación, al lesionar la vascularización y alterar mecánicamente la zona.

## Comportamiento del callo óseo

---

### *Estudios experimentales*

Junto con el Dr. Domingo, postulamos que era posible trasplantar un fragmento de periostio hipertrofiado previamente por una irritación química del hueso, a una zona de hueso reseca y excluida mecánicamente por una osteosíntesis estable, para así observar su capacidad osteogénica.

Tomamos como animal de experimentación al perro, fundamentalmente por motivos de dis-

ponibilidad, y realizamos una resección ósea de 2 cm en la diáfisis femoral, estabilizándola mediante un clavo intramedular fijado al hueso por tres tornillos a cada lado de la osteotomía.

En los casos en que el montaje era estable, se observó un progresivo engrosamiento de la cortical ósea en la zona de anclaje, con reabsorción del hueso de la zona mecánicamente excluida (fig. 2); en estos casos se realizó el trasplante de periostio hipertrofiado en un grupo, dejando el resto de testigo, obteniéndose así una consolidación ósea significativamente superior a la del grupo testigo. Las biopsias seriadas del

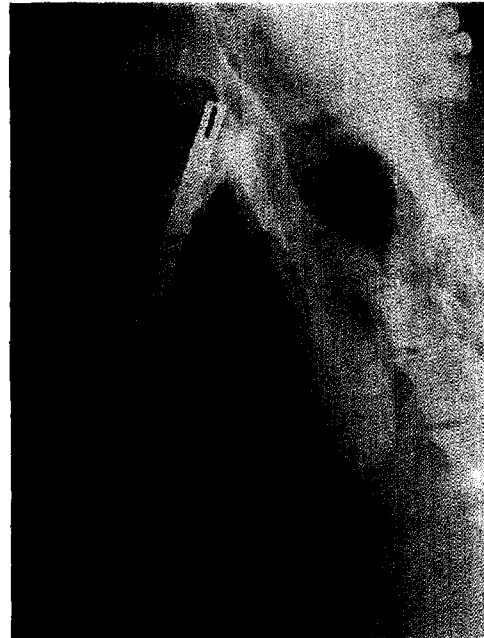


Fig. 1. Osteosíntesis estable. Obsérvese la reabsorción ósea en la zona mecánicamente excluida y el engrosamiento en las zonas de anclaje óseo.



Fig. 2. Osteosíntesis inestable. Gran reacción perióstica que acaba por pontear el área de resección ósea.

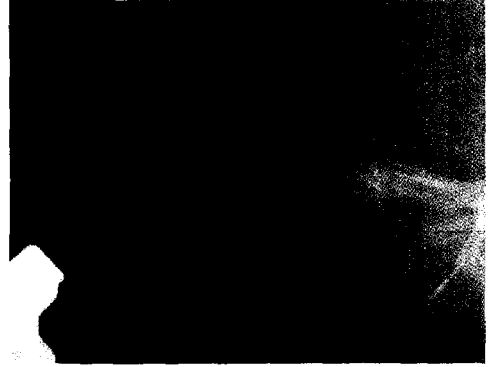


Fig. 3. Evolución espontánea a la consolidación de una fractura aleatoria del fémur de una rata de laboratorio.

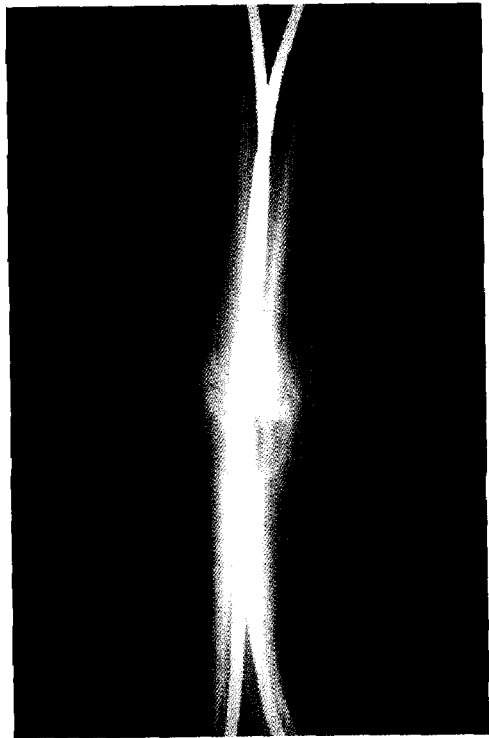
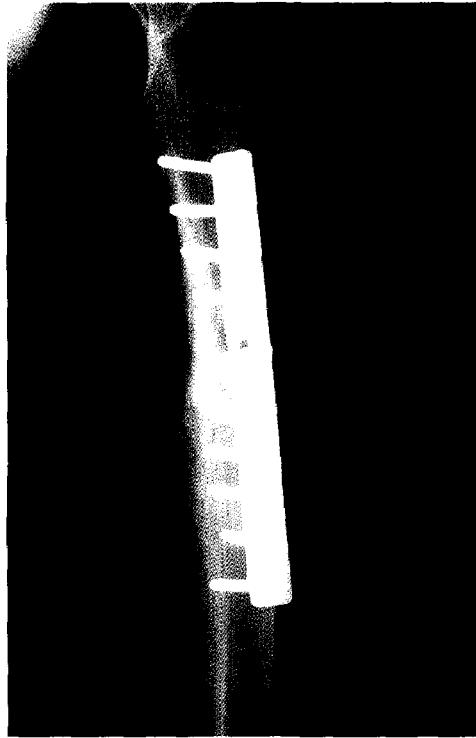


Fig. 4. A: osteosíntesis rígida. Espongialización de las corticales mecánicamente excluidas. B: osteosíntesis elástica. Gran respuesta perióstica con engrosamiento de las corticales.

tejido trasplantado mostraron una supervivencia de las células periósticas.

Si por el contrario el montaje no era estable, se provocaba una reacción perióstica progresiva, periostitis mecánica que acaba por englo-

bar al material de osteosíntesis muchas veces hasta conseguir la consolidación ósea del foco de osteotomía (fig. 3).

Independientemente del objetivo inicial, el trasplante de periostio hipertrofiado, observamos

cómo la exclusión del hueso del área de influencia mecánica comporta una reabsorción ósea. Esto nos hace ser críticos con los sistemas de fijación ósea excesivamente rígidos, que secuestran de forma excesiva la tensión mecánica en el foco de fractura.

### Estudios clínicos

La observación de la evolución radiológica de los callos de fractura en la clínica nos permite ver que cuanto más rígido es el mecanismo de contención del hueso, menor y en general más lento es el callo obtenido, e incluso en las fijaciones con placas se observa una reabsorción de las corticales sometidas a osteosíntesis, fenómeno denominado esponjialización, producido por reabsorción ósea (fig. 4A). Los fijadores externos rígidos con frecuencia provocan retardos de consolidación, e incluso pseudoartrosis, por excesivo bloqueo de la tensión mecánica de compresión-distracción en el foco de fractura. Los métodos de estabilización ósea que producen callos óseos exuberantes son los que permiten una compresión axial intermitente y una carga precoz, con lo cual el proceso de reparación ósea se efectúa en el contexto de una carga progresiva, con lo que se obvian los problemas de distrofia osteomusculocutánea producidos por la falta de estímulo mecánico. A este grupo pertenecen los enclavados intramedulares (Kuntscher, Enders, etc.) y los fijadores externos como el de Ilizarov. También pro-

ducen callos óseos los yesos clásicos con carga precoz y los funcionales (fig. 4B).

### Conclusiones

El callo óseo es un proceso activo que se desencadena en el momento de la lesión ósea, influenciado por múltiples factores locales y generales. Entre los factores locales, son muy importantes la calidad y cantidad de tensión mecánica a que se somete, demostrándose tanto clínica como experimentalmente que esta tensión mecánica sobre el callo óseo representa un estímulo osteogénico, especialmente la tracción-compresión intermitente, lo que se consigue mediante un sistema de contención del hueso que no la bloquee y a la vez permita una utilización precoz y progresiva del miembro afecto.

### BIBLIOGRAFÍA

1. TRUETA J. Estructura del cuerpo humano. Barcelona, Labor, 1978.
2. SEVIT S. Bone repair and fracture healing in man. Edinburg, Longman Group Limited, 1981.
3. TRUETA J, BURTH AJ. The vascular contribution to osteogenesis. *J Bone Jt Surg* 1963; 45B:572.
4. FERNANDEZ ESTEVE F. Tratamiento biológico de las fracturas. Valencia, 1980.
5. PHEMISTER DB. Biologic principles in the healing of fractures and their bearing on treatment. *Ann Surg* 1947; 133:433-446.

### DISCUSIÓN

F.J. GONZÁLEZ DE DIOS: Aparte de los factores locales que influyen sobre el callo óseo, como la vascularización y el factor mecánico, recientemente se han descrito los posibles efectos beneficiosos de la electricidad. Me gustaría conocer su opinión sobre las potenciales aplicaciones terapéuticas de este hallazgo.

F. GIRVENT: Nosotros hemos utilizado esporádicamente este procedimiento con fines varios. Nosotros hemos aplicado unas corrientes farádicas intermitentes en forma de pulsos cuadrados, aunque hay otros métodos. Aparte de lo caro y engorroso que es, no nos ha parecido que se asociara a una clara diferencia en cuanto a una mejor evolución del callo de fractura. No obstante, mi experiencia con esta técnica es muy limitada. Lo que sí me gustaría recalcar es que la ausencia de estímulo me-

cánico en el foco de fractura es una causa de reabsorción ósea. Esta observación me parece muy importante, ya que cuando empecé a trabajar en estos temas se decía que lo fundamental era que el foco de fractura estuviera absolutamente fijo.

D. ANDREU: Me parece recordar que el efecto principal del fluido eléctrico se ejercía sobre los cristales de hidroxapatita. En otro orden de cosas, me gustaría que el Dr. Girvent nos hiciera un pequeño resumen sobre las dificultades que entraña montar un laboratorio de cirugía experimental.

F. GIRVENT: Personalmente tengo la suerte de trabajar en un centro donde gracias al empeño de una persona concreta, el Dr. Domingo, existe un laboratorio de cirugía experimental, con muchas limitaciones, pero que nos ha per-

mitido hacer muchas cosas. Aparte de las líneas de investigación que puedan desarrollarse, un laboratorio de este tipo es también extraordinariamente útil como centro de formación. En cuanto a los medios necesarios para montar un centro experimental, pienso que no se necesita gran cosa, ya que en experimentación la modestia es buena y el empezar con poco no diré que sea importante, pero no nos tiene que frenar. Por citar un ejemplo concreto, hubo una época en que este centro de cirugía experimental se cerró por dificultades económicas, ya que el mantenimiento de los animales con que trabajamos, concretamente perros, es muy caro; sin embargo, con la rata es distinto, por lo que empezamos a trabajar con ratas, pero para manipular quirúrgicamente un animal pequeño es necesario emplear la lupa. En este momento estamos haciendo microcirugía, es decir, que gracias al cataclismo económico del centro de cirugía experimental, actualmente podemos afirmar que somos uno de los centros reconocidos de microcirugía.

J. COSÍN: Me gustaría que el Dr. Girvent comentara con un poco más de detalle el significado del ejemplo que ha presentado de implante de periostio.

F. GIRVENT: Quizá no me haya explicado muy bien, puesto que en realidad lo que he pretendido presentar es una conclusión colateral de un proceso experimental. Nos planteamos una hipótesis experimental que parecía tener cierta validez de acuerdo con los datos de la literatura. Sin embargo, lo que observamos es que cuando se extraía un fragmento de hueso y se mantenía mecánicamente silente, el hueso no solamente no proliferaba, sino que se reabsorbía, y cuando esta osteosíntesis estable no se producía por fracaso del procedimiento, entonces se producía esta proliferación. Este hallazgo nos llevó a dudar de que la osteosíntesis rígida, la fijación rígida de un foco de fractura fuera favorable para la consolidación de la misma. Es decir, al seguir una línea experimental surgieron hallazgos colaterales más relevantes que el planteamiento original.