

## Medio ambiente biológico en la neosteogénesis

Fernando de la Huerta Villanueva\*

Cuando nos encontramos ante una pérdida ósea extensa, debida a una fractura expuesta, una infección, una falla en la consolidación o a la resección de un tumor, los métodos quirúrgicos modernos permiten sustituirlas sin necesidad de reemplazarlas por injerto de hueso. También se puede requerir de la sustitución ósea al efectuar una elongación en la remodelación de las extremidades. Esta sustitución se puede lograr mediante una distracción controlada del hueso a partir de un disco de crecimiento quirúrgico y se lleva a cabo en un medio ambiente mecánico que provoque un ambiente biológico que propicie la neogénesis guiada por la mano del ortopédico.

### Objetivos:

- a) Explicar el principio biológico y mecánico del neoformado óseo en un alargamiento.
- b) Revisar las condiciones necesarias para que se lleve a cabo un regenerado óseo sin complicaciones.

### MEDIO AMBIENTE MECÁNICO<sup>1</sup>

Es imprescindible la estabilización ósea de los fragmentos por medio de un dispositivo de fijación externa que permita: 1) llevar a cabo la distracción bajo un régimen de separación controlada precisa, 2) Este dispositivo debe de colocarse de tal manera que permita cierto desplazamiento axial controlado denominado «dinamización» que resulte un estímulo benéfico para el hueso en formación.<sup>5</sup> 3) El control de los esfuerzos que deben soportar y controlar los fragmentos en distracción, contrarresta los esfuerzos perjudiciales para la formación ósea en cortante, en rotación y en flexión. 4) El sistema de fijación debe permitir hacer las correcciones necesarias que sean requeridas durante el proceso de elongación, sin pérdida de la sustancia ósea generada durante el mismo. 5) Solidez del sistema; se logra distribuyendo los puntos de fijación en los fragmentos, colocándolos a través de la mayor superficie posible de distancia en los brazos de palanca. 6) Una armazón mecánica estable que no restrinja la función de las articulaciones vecinas.<sup>3</sup>

\* Fundador de la ASAMI MEXICANA (Asociación para el Estudio de la Metodología Ilizarov).

Ilizarov demostró cómo el ambiente mecánico de estabilidad afecta la respuesta regenerativa, con diferencias cualitativas y cuantitativas importantes en la formación ósea.

## MEDIO AMBIENTE BIOLÓGICO

La vascularidad es el aspecto más importante a preservar en todos los pasos del proceso, pues de ella depende la neosteogénesis y se encuentran directamente relacionadas entre sí; a menor vascularidad será más pobre el resultado y puede llegar a la ausencia completa de neoformación ósea,<sup>2</sup> por lo que la vascularidad debe cuidarse desde el principio del proceso: se efectúa una disección de mínima agresión en los tejidos blandos, respetando al máximo la fijación de éstos a la superficie ósea, una osteotomía completa interrumpiría la circulación medular. La osteotomía de la cortical o «Corticotomía» se hace de manera económica en relación a la disección de las partes blandas que envuelven al hueso, debe ser una corticotomía que involucra únicamente la corteza respetando por completo la circulación medular. La corticotomía es un corte de muy baja energía que involucra únicamente la cortical y tiene como objetivo la solución de continuidad de los fragmentos a distraer. El resultado es una mínima agresión de los tejidos circunvecinos y de la vascularidad endomedular, fuentes importantes para la neosteogénesis.

El disco de crecimiento quirúrgico. El organismo humano tiene un gran poder de regeneración. En 1951, Ilizarov demostró que las fuerzas de distracción en una fractura no sólo no eran perjudiciales, sino más bien tenían un efecto estimulante para la osteogénesis.<sup>7</sup> El crecimiento natural en el ser humano se considera como una separación de los extremos apendiculares a través de un movimiento celular infinito que garantiza el proceso de crecimiento, no sólo en el hueso sino en todos los tejidos que lo envuelven; músculo, fascia, vasos y piel hasta llegar al término de crecimiento donde los discos se osifican y se detiene esta propiedad natural del individuo. Ilizarov denominó a este principio «LEY DE LA FUERZA DE TRACCIÓN».<sup>8</sup> Los tejidos al someterse a una tracción de baja gradación pero constante se encuentran metabólicamente activos, fenómeno que se caracteriza por la estimulación de las funciones proliferativas y biosintéticas. El cierre de los discos de crecimiento no indica que se haya perdido la capacidad de continuar con la generación celular que se observa en el proceso normal de crecimiento.

Un disco de crecimiento quirúrgico hecho por la mano del cirujano y bajo un régimen de distracción controlada, estimula el movimiento celular fisiológico que se presenta durante el proceso que tiene el esqueleto en el crecimiento.

El hueso en formación; Ilizarov comprobó que una distracción gradual (1 mm diario repartido en 3 a 4 movimientos) estimulaban la formación de hueso y que una distracción a mayor velocidad iba a tener efectos adversos sobre la neoformación ósea hasta llegar a tener un regenerado isquémico con nula formación de hueso.<sup>9</sup> En 1976, Comminou y Yannas demostraron que la alineación geométrica de las fibras de colágeno tenía una gran influencia en la relación de

esfuerzo a la deformación en el tejido conectivo.<sup>4</sup> En 1979 Perren demostró que el hueso cortical tolera un 10% de distracción, mientras que el tejido de granulación tolera el 100% de tensión antes de romperse, hecho que indica que es una distracción.<sup>10</sup>

## HISTOLOGÍA

La ecología celular lograda en el disco de crecimiento quirúrgico es igual a la que se observa en el disco de crecimiento fisiológico. La osificación del regenerado es por medio de la vía intramembranosa.

Durante la fase de distracción el paciente debe de llevar una vida muy activa en cuestión de ejercicio, ya que éste permite no perder movilidad de las articulaciones vecinas, mantiene una función muscular adecuada con el consiguiente flujo vascular otorgado por éstos.<sup>6</sup>

La marcha es un factor muy importante, ya que provoca electricidad durante la carga y ayuda a la transformación del regenerado a hueso. Las cargas que se generan pasan a manera de puente por el sistema de fijación externa. Es importante darle carga gradual al regenerado para que tenga cada vez mayor responsabilidad mecánica y la función ayude a transformar el tejido neogenerado a hueso.

## RESPUESTAS EXTRAÓSEAS DE LA DISTRACCIÓN

Las partes blandas que rodean al hueso son sensibles al régimen de distracción mecánico, Ilizarov demostró que en el día 21 de la distracción, las capas de células de la epidermis basal de la piel habían incrementado su grosor en 10 capas, comparado con las 3 ó 5 capas en los miembros control. También se observó que había aumentado el número de folículos pilosos y de glándulas sebáceas y sudoríparas. Hay una formación de numerosos capilares que crecen en la profundidad de la zona de distracción en todas direcciones y con la suficiente proximidad para anastomosarse unos con otros. En el tejido muscular hay un aumento de células satélites, así como un aumento de mioblastos que se fusionan y dan lugar a miotúbulos. Se observó también una formación activa de miofibrillas en las sarcómeras. Esto demuestra una estimulación generalizada de la actividad proliferativa en todo el segmento del miembro y no sólo en el hueso.

Es importante tener en cuenta que es preferible que el retiro del sistema de fijación se haga un mes después que un día antes.

## RESUMEN

El tejido celular al igual que los tejidos que lo envuelven, tiene un gran poder de regeneración basado en un movimiento celular que es provocado, estimulado y guiado por la mano del ortopédico para lograr la reconstrucción o remodelación de las extremidades apendiculares. Hay diferencias cuantitativas y cualitativas en la regeneración ósea, según sean los parámetros del régimen de distracción. Tanto

la estabilidad de la fijación, como la tasa, el ritmo y el tiempo de distracción tienen un papel fundamental en cuanto a la cantidad del hueso producido

## BIBLIOGRAFÍA

1. Aronson J, Harrison, B. Mechanical induction of osteogenesis by distraction of metaphyseal osteotomy in long bones. *Orthop Transactions* 1987; 11: 331.
2. Aronson J, Good B, Stewart C, et al. Preliminary studies of mineralization during distraction osteogenesis. *Clin Orthop* 1991; 250: 43-49.
3. Aronson J. The biology of distraction osteogenesis. In: Maiocchi A. B. and Aronson J. (Eds). *Operative principles of Ilizarov*. William and Wilkins, Baltimore, 1991; 4: 42-52.
4. Comminou, Yannas IV. Dependence of stress-strain non-linearity of connective tissue on the geometry of collagen fibers. *J Biomech* 1976; 427.
5. De Bastiani G, Aldegheri R, Renzo-Brivio L, et al. Limb Lengthening by callus distraction (callo-taxis). *J Pediatr Orthop* 1987; 7: 129-134.
6. Goodship AE, Kenwright J. The influence of induced micromovement upon the healing of experimental tibial fractures. *J Bone Jt. Surg [Br]* 1985; 67B: 650-655.
7. Ilizarov GA, Devyatov AA. Surgical elongation of the leg. *Ortop Travmatol Protez* 1951; 32: 20.
8. Ilizarov GA. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues: Part I The influence and stability of fixation and soft tissue preservation. *Clin Orthop* 1989; 238: 249-281.
9. Ilizarov GA. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues: Part II The influence of the rate and frequency of distraction. *Clin Orthop* 1989; 238: 249-281.
10. Perren SM. Physical and biological aspects of fracture healing with special reference to internal fixation. *Clin Orthop* 1979; 138: 175-195.