

Fibra de carbono en lesiones articulares de rótula de conejos

A. CARRANZA-BENCANO, J. R. ARMAS-PADRÓN y M. A. LOZANO

Unidad de Traumatología y Departamento de Anatomía Patológica. Facultad de Medicina. Universidad de Sevilla.

Resumen.—Hemos utilizado implantes de fibra de carbono para rellenar defectos osteo-cartilaginosos creados en la superficie articular de la rótula de 18 conejos, con el objetivo de estudiar a largo plazo la evolución histológica del proceso de reparación. A los 6 meses de evolución postoperatoria el defecto fue rellenado por tejido fibroso, a los 9 meses se desarrolló tejido fibrocartilaginoso y a los 12 meses los defectos estaban cubiertos por tejido cartilaginoso hialino.

CARBON FIBER IMPLANTS IN OSTEOCHONDRAL DEFETS OF THE ARTICULAR SURFACE OF THE RABBIT PATELLA

Summary.—Carbon fiber implants were used to fill osteochondral defects created on the articular surface in the patella in 18 rabbits for the purpose of studying the long-term histological changes of the repair process. Six months after surgery the defect was filled by fibrous tissue, where the superficial area was organized parallel to the joint surface. Fibrocartilage developed after 9 months and, after 12 months, the defects were covered by hyaline cartilage tissue.

INTRODUCCIÓN

Las lesiones del cartílago articular constituyen un gran reto planteado a la cirugía ortopédica actual. Por ello, se han desarrollado numerosas técnicas de reparación de defectos cartilaginosos, usando materiales biológicos tales como los aloinjertos osteocondrales (1), injertos osteocondrales crioconservados (2), fibrocartílago meniscal (3), pericondrio (4, 5) y periostio (6, 7).

La fibra de carbono ha sido usada en la reconstrucción de tejidos fibrosos tales como ligamentos y tendones, tanto en estudios experimentales como clínicos, así como en la reparación de

defectos osteocondrales (8, 9), debido a la proliferación de tejido fibroso que sigue la dirección de los filamentos de fibra de carbono.

El objetivo de este trabajo es estudiar a largo plazo la evolución histológica de defectos osteocondrales amplios y profundos de la superficie articular de la rótula de conejos tratados con fibra de carbono.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado 18 conejos de raza gigante español, variedad parda, de ambos sexos, con un peso aproximado de 1,5 a 2 kg, y 18 discos Cleveland de fibra de carbono de 8 mm de diámetro (Medicarb®, fabricado por Leyland Medical International LTD).

La cirugía experimental consistió, bajo rigurosas medidas de asepsia, en incisión para-rotuliana interna para poder luxar externamente la rótula, exponer el cartílago articular y realizar la extirpación del mismo, con una broca de 6 mm de diámetro, hasta alcanzar el

Correspondencia:

A. CARRANZA BENCANO
Sta. Clara, 16- 1.º D
41002 Sevilla

tejido óseo subcondral sangrante. El área rotuliana desnuda fue rellenada con un disco de fibra de carbono previamente humedecido en solución salina y recortado para una adecuada adaptación al defecto creado.

En el postoperatorio la extremidad fue inmovilizada con escayola durante una semana, manteniendo la rodilla en flexión de 30°, permitiendo a los animales desplazarse libremente dentro de sus jaulas.

Los animales fueron sacrificados en grupos de 6, por inyección de 30 mg de Thiobarbital a los 6 meses, 9 meses y 12 meses ulteriores a la intervención. Tras el sacrificio se efectuó la extracción de la rótula operada, limpiándola cuidadosamente de los tejidos vecinos, para fijación en formaldehído al 10%, descalcificación en ácido nítrico, procesado en parafina y obtención de cortes de 5 micras para su tinción en Hematoxilina-Eosina.

RESULTADOS

Seis meses después de la operación

Los defectos rellenados con fibra de carbono mostraban esta fibra en la base de la lesión, con formación de tejido óseo y sobre todo de tejido fibroso entre las mismas, con reacción granulomatosa a cuerpo extraño con células gigantes multinucleadas. En el área superficial el tejido fibroso se disponía paralelamente a la superficie articular con buena integración de dicho tejido fibroso en ambos extremos con el cartílago articular adyacente, que presentaba abundancia de grupos isógenos (Fig. 1).

Nueve meses después de la operación

Al igual que en el grupo anterior el fondo de las lesiones mostraba la presencia de la fibra de



Figura 1. Defecto relleno con fibra de carbono a los 6 meses de evolución. Restos de fibra de carbono en la base de la lesión con formación de tejido óseo y fibroso. Disposición paralela de tejido fibroso en superficie (H-E, 500x).

carbono con formación de tejido óseo y sobre todo de tejido fibroso. En superficie mostraba tejido cartilaginoso y fibrocartilaginoso, con invaginación del cartílago limitante a la lesión, de tal manera que la superficie era cóncava y regular, con buena integración del fibrocartílago en ambos extremos con el cartílago adyacente, que enseñaba abundancia de grupos isógenos (Fig. 2).

Doce meses después de la operación

Los defectos rellenados con fibra de carbono siguen mostrando dichas fibras en el fondo de las lesiones con desarrollo de tejido óseo y fibroso. Pero en superficie se observa la formación de cartílago hialino exclusivamente, aunque en los cortes centrales presentaba una pequeña zona central de tejido fibroso en íntima relación con las fibras de carbono subyacentes. La superficie articular era cóncava y regular con un grosor normal del cartílago hialino neoformado en la lesión, integrado en sus dos extremos con el cartílago adyacente que mostraba una celularidad normal (Fig. 3).

DISCUSIÓN

Dada la limitada capacidad de reparación de las lesiones profundas y amplias del cartílago hialino articular (5, 10-17) y su tendencia a largo plazo a evolucionar hacia la osteoartrosis (12, 14), hemos utilizado un modelo experimental de lesión osteoarticular del que destacamos el hecho de que los defectos creados presentaban 6 mm de diámetro, que comprende más del 75% de la su-

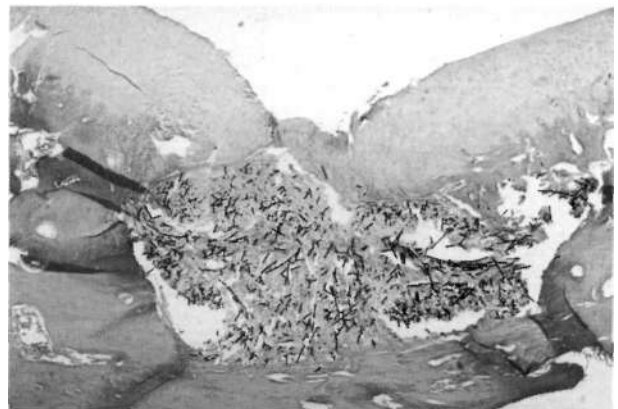


Figura 2. Defecto relleno con fibra de carbono a los 9 meses de evolución. Fibra de carbono con tejido óseo y fibroso en la base de la lesión y fibrocartílago y cartílago hialino en superficie (H-E, 250x).

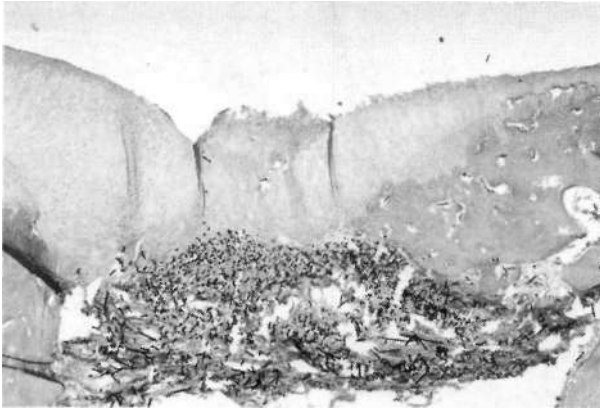


Figura 3. Defecto relleno con fibra de carbono a los 12 meses de evolución. Fondo de la lesión con fibra de carbono recubierta por cartílago hialino (H-E, 100x).

perficie de la rótula del conejo, mientras que defectos de pequeño tamaño ha sido publicado que sufren reparación espontánea, sobre todo bajo movimiento pasivo continuo (18).

Los animales fueron inmovilizados con la rodilla en flexión de 30°, para evitar las autolesiones sobre la herida operatoria, pero la inmovilización sólo se mantuvo durante una semana, para evitar las rigideces articulares y el desarrollo de cambios degenerativos en el cartílago articular, ya que ha sido probado el desarrollo de artritis degenerativas experimentales utilizando métodos de inmovilización (19, 20). Posteriormente, se permitió a los animales desarrollar libremente su actividad articular, dada la importancia de

dicha función, como factor que contribuye a la formación cartilaginosa (7, 21-25).

En estudios previos de nuestro laboratorio hemos comprobado que injertos libres de periostio (26) y pericondrio (4) tienen capacidad condrogénica para reparar defectos similares de la superficie articular de la rótula de conejo. Como complemento de esta línea planificamos este trabajo de investigación con fibra de carbono basándonos en estudios previos de Minns (8, 9) y pensando estudiar fundamentalmente el desarrollo de tejido fibroso de reparación (como comprobamos en el grupo de animales sacrificados a los seis meses) pero nos ha sorprendido la evolución de este tejido fibroso a fibrocartilaginosa a los nueve meses y la formación de cartílago hialino en los animales sacrificados al año de intervención.

En base a estos resultados se puede especular que la formación de cartílago hialino debe estar influenciado por factores bioactivos derivados del fluido sinovial, aunque esta teoría no puede ser verificada en este trabajo al ser realizado sin marcaje celular. Pensamos que podría ser una línea de investigación sugerente y con potencial aplicabilidad en regeneración articular.

La causa de que la superficie del cartílago neoformado en los defectos esté deprimida en relación con el cartílago adyacente puede atribuirse a la falta de formación de tejido óseo subcondral de sostén de la capa articular, pero son necesarias futuras investigaciones para verificar estos descubrimientos.

Bibliografía

1. Aston JE, Bentley G. Repair of articular surfaces by allografts and growth-plate cartilage. *J Bone Joint Surg* 1986;68-A:29-34.
2. Tomford WW, Springfield DS, Mankin HJ. Fresh and frozen articular cartilage allografts. *Orthopedics* 1992;15:1183-8.
3. Heatley FW, Revell WJ. The use of meniscal fibrocartilage as a surface arthroplasty to effect the repair of osteochondral defects, an experimental study. *Biomaterials* 1985;6:161-8.
4. Ballesteros-Vázquez P, Carranza-Bencano A, Armas-Padrón JR, Saenz-López F. Reparación del cartílago articular con injerto libre de pericondrio. Estudio experimental. *Rev Esp Cir Osteoart* 1994;29:57-65.
5. Coutts RD, Woo SL, Aiel D, et al. Rib perichondrial autografts in full-thickness articular cartilage defects in rabbits. *Clin Orthop* 1992;275:263-73.
6. Hoikka VEJ, Jaroma HJ and Ritsila VA. Reconstruction of the patellar articulation with periosteal graft. Four-year follow-up of 13 cases. *Acta Orthop Scand* 1990;61:36-9.
7. Moran ME, Kim HK, Salter RB. Biological resurfacing of full-thickness defects in patellar articular cartilage of the rabbit. Investigation of autogenous periosteal grafts subjected to continuous passive motion. *J Bone Joint Surg* 1992;74-B:659-67.
8. Minns RJ, Muckle DS. Mechanical and histological response of carbon fibre pads implanted in the rabbit patella. *Biomaterials* 1989;10:273-6.

9. Minns RJ, Muckle DS, Betts JA. Biological resurfacing using carbon fibre. *Orthopaedics Int* 1993;5:414-24.
10. Basset CAL. Current concepts of bone formation. *J Bone Joint Surg* 1962;44-A:1217-44.
11. Convery FR, Akenson WH, Keown GH. The repair of large osteochondral defects. An experimental study in horses. *Clin Orthop* 1972;82:253-63.
12. Furukawa T, Eyre DR, Koide S, et al. Biochemical studies on repair cartilage resurfacing experimental defects in the rabbit knee. *J Bone Joint Surg* 1980;62-A:79-89.
13. Iwasaki M, Nakahara H, Nakata K, et al. Regulation of proliferation and osteochondrogenic differentiation of periosteum-derived cells by Transforming Growth Factor B and Basic Fibroblast Growth Factor. *J Bone Joint Surg* 1995;77-A:543-54.
14. Kim HKW, Moran ME, Salter RB. The potential for regeneration of articular cartilage in defects created by chondral shaving and subchondral abrasion. An experimental investigation in rabbits. *J Bone Joint Surg* 1991;73-A:1301-15.
15. Mitchell N, Shepard NC. The resurfacing of adult. Rabbit articular cartilage by multiple perforation through the subcondral bone. *J Bone Joint Surg* 1976;58-A:230-3.
16. Nakahara H, Bruder SP, Haynesworth SE, et al. Bone and cartilage formation in diffusion chambers by subcultured cells derived from the periostum. *Bone* 1990;11:181-8.
17. Uchida A, Kikuchi T and Shimomura Y. Osteogenic capacity of cultured human periosteal. *Acta Orthop Scand* 1988;59:29-33.
18. O'Driscoll SW, Salter RB. The induction of neochondrogenesis in free intra-articular periosteal autografts under the influence of continuous passive motion. An experimental investigation in the rabbit. *J Bone Joint Surg* 1984;66-A:1248-57.
19. Kulick MI, Brent B, Ross J. Free perichondrial graft from the ear to the knee in rabbits. *J Hand Surg* 1984;9-A:213-5.
20. Salter RB, Field P. The effects of continuous compression on living articular cartilage. *J Bone Joint Surg*. 1960;42-A:31-49.
21. Delaney JP, O'Driscoll SW, Salter RB. Neochondrogenesis in free intrarticular periosteal autograft in an immobilised and paralysed limb. An experimental investigation in the rabbit. *Clin Orthop* 1989;248:278-81.
22. Kreder H, Moran M, Keeley FW, Salter RB. Biological resurfacing of a major joint defect with cryopreserved allogenic periosteum under the influence of continuous motion in a rabbit model. *Clin Orthop* 1994;300:288-96.
23. O'Driscoll SW, Salter Rb. The repair of major osteochondral defects in joint surfaces by neochondrogenesis with autogenous osteoperiosteal graft stimulated by continuous passive motion. An experimental investigation in the rabbit. *Clin Orthop* 1986;208:131-40.
24. O'Driscoll SW, Keeley FW, Salter RB. The chondrogenic potential of free autogenous periosteal graft for biological resurfacing of major full-thickness defects in joint surfaces under the influence of continuous motion. An experimental investigation in rabbit. *J Bone Joint Surg* 1986;68-A:1017-35.
25. Zarnett R, Delaney JP, O'Driscoll SV, Salter RB (1987). Cellular origin and evolution of neochondrogenesis in major full-thickness defects of a joint surface treated by free autogenous periosteal graft and subjected to continuous passive motion in rabbits. *Clin Orthop* 1987;222:267-74. .
26. Pérez-Tinao M, Carranza-Bencano A, Armas-Padrón JR. Capacidad condrogénica de injertos libres de periostio en la reparación de defectos del cartílago articular. Estudio experimental en conejos. *Rev Esp Cir Osteoart* 1996;31:5-13.