

Injerto osteocondral vascularizado de la base del tercer metatarsiano para los callos viciosos intraarticulares del extremo distal del radio

F. del Piñal^a, F.J. García-Bernal^a, J. Delgado^a, M. Sanmartín^a, J. Regalado^a y B. Igual Pérez^b

^aInstituto de Cirugía Plástica y de la Mano. Hospital Mutua Montañesa y Clínica Mompía. Santander.

^bServicio de COT. Hospital Universitario Nuestra Señora de la Candelaria. Santa Cruz de Tenerife.

Objetivo. La reconstrucción de defectos articulares postraumáticos constituye un difícil reto para el cirujano. Se presenta nuestra experiencia con injertos osteocondrales vascularizados tomados de la base del tercer metatarsiano para reconstruir grandes defectos en la superficie articular distal del radio.

Casos clínicos. Se han intervenido 3 adultos con defectos articulares en radio distal, con pérdidas masivas de cartílago no candidatos a corrección con osteotomía articular. En 2 casos se reconstruyó la fosa semilunar (y sigmoidea) y en el otro la escafoidea. El tiempo desde la fractura varió de 3 a 18 meses. En todos se trasplantó la base del tercer metatarsiano pediculado en la arteria y venas dorsales del pie con una isla cutánea de monitor, revascularizada mediante anastomosis terminolaterales a la arteria radial y venas de la tabaquera anatómica.

Resultados. No se presentaron complicaciones vasculares. Tras la intervención el rango de flexoextensión mejoró una media de 65°; la fuerza, 52 kg y el dolor medio medido por

una escala visual analógica pasó de 9 a 1,16. Respecto a la zona donante, no hubo problemas de metatarsalgia, ni en la marcha. Un paciente refería molestias en el dorso del pie, con el calzado apretado, por un probable neuroma del nervio peroneo profundo, que mejoró a los doce meses.

Conclusiones. El trasplante de un injerto osteocondral vascularizado de la base del tercer metatarsiano constituye una alternativa terapéutica para el tratamiento de los defectos masivos de la carilla articular de radio distal. La secuela donante ha sido mínima.

Palabras clave: injerto vascularizado osteocondral, defecto osteocondral, callo vicioso intraarticular, fractura intraarticular radio distal, osteotomía intraarticular.

Use of a vascularized osteochondral graft from the base of the third metatarsal to address intraarticular malunions of the distal radius

Purpose. Post-traumatic joint defect reconstruction constitutes a significant challenge for any surgeon. We hereby present our experience of using vascularized osteochondral grafts from the base of the third metatarsal to reconstruct large defects on the distal articular surface of the radius.

Case reports. Surgery was performed on three adults with articular defects in their distal radius and massive cartilage loss who were not eligible for correction through articular osteotomy. In 2 cases, the semilunar notch, and sigmoid cavity, were reconstructed; the scaphoid fossa was reconstructed in the third. Time from fracture to surgery went from 3 to 18 months. In all cases, a transplant was made of a pediculated graft of the base of the third metatarsal pedicled on the dorsal foot veins and arteries with a skin island, revascularized through terminolateral anastomoses to the radial artery and to the veins of the anatomic snuffbox.

Presentado en parte en el V Curso de actualización en Cirugía de la Mano, Santander, 10-11 de febrero de 2005, en el XVII Congreso combinado de la Sociedad Española de Cirugía de la Mano y de la Sociedad Británica de Cirugía de la Mano, Valladolid, 14-16 de abril de 2005, en el XXI Congreso Nacional de la Sociedad Italiana de Microcirugía, Turín, Italia, 6-7 de mayo de 2005, en el XL Congreso Nacional de la Sociedad Española de Cirugía Plástica, Reparadora y Estética, A Coruña, 1-4 de junio de 2005, en el X Congreso de la Federación Europea de Sociedades de Cirugía de la Mano, Goteborg, Suecia, 15-18 de junio de 2005 y en el III Congreso de la Sociedad Mundial de Microcirugía Reparadora, Buenos Aires, Argentina, 23-26 de octubre de 2005.

Correspondencia:

F. del Piñal.
Instituto de Cirugía Plástica y de la Mano.
Hospital Mutua Montañesa y Clínica Mompía.
C/ Calderón de la Barca 16 entlo.
39002 Santander.
Correo electrónico: drpinal@drpinal.com

Recibido: diciembre de 2005.

Aceptado: julio de 2006.

Results. No vascular complications were detected. The postoperative flexion-extension range improved by a mean of 65°, strength by 52 kg and the pain score, measured on a visual analog scale, 9 to 1.16 points. As regards the donor site, neither metatarsalgia nor gait difficulties were observed. One patient reported discomfort on the dorsum of the foot when wearing tight footwear, resulting from a likely neuroma of the deep peroneal nerve, which improved after 12 months.

Conclusions. Transplanting a vascularized osteochondral graft from the base of the third metatarsal is a useful therapeutic alternative to treat massive defects of the distal articulation of the radial bone. Sequelae at the donor site have been minimal.

Key words: *vascularized osteochondral graft, osteochondral defect, intraarticular malunion, intraarticular fracture of the distal radius, intraarticular osteotomy.*

“Cartilage once injured is incapable of healing” (El cartílago, una vez lesionado, es incapaz de curar) (Hunter, 1743). Cuando hay un defecto osteocondral tras una fractura de radio, el tratamiento de elección es la artrodesis, ya sea parcial o total¹⁻³. En la literatura existen numerosos procedimientos para reconstruir un defecto articular con éxito, si bien no hay acuerdo sobre cuál es mejor⁴⁻⁷. Sorprendentemente sólo hay un artículo en la literatura en el que se haya intentado reconstruir un defecto articular post-traumático en el radio distal⁸, empleando un injerto osteocondral no vascularizado del peroné. Aunque los resultados en los dos pacientes publicados fueron buenos, la experiencia de otros autores, y la nuestra propia, indican que los injertos no vascularizados se reabsorben con el tiempo (al menos en la mano)⁹⁻¹¹. Ante esta situación se plantea solventar este problema trasplantando un injerto osteocondral vascularizado.

¿Hay alguna necesidad de que el cartílago esté vascularizado? Está aceptado como máxima que el cartílago hialino se nutre exclusivamente por el líquido sinovial^{12,13}. Sin embargo, este axioma se debilita si consideramos que en el pabellón auricular hay cartílago hialino. Por otra parte, el papel de la nutrición sanguínea se refuerza si consideramos que los estudios a largo plazo han demostrado excelentes resultados en los casos de transferencias articulares vascularizadas^{14,15} y colapsos articulares a largo plazo en transferencias no vascularizadas¹⁶⁻¹⁸. Finalmente, estudios anatómicos y fisiológicos recientes apuntan a un papel fundamental del riego del hueso subcondral en la nutrición del cartílago, al menos en la interfase hueso-cartílago^{19,20}. Estos hechos apuntan a que la nutrición por vía sanguínea es también importante para el cartílago y la integridad articular, y explicarían, al menos parcialmente, la causa de la reabsorción en los injertos osteocondrales no vascularizados.

Basándonos en lo anteriormente expuesto y con esta idea, hemos realizado 8 trasplantes osteocondrales vascularizados para reconstruir diferentes defectos en articulaciones de la mano con resultados favorables. En este trabajo presentamos nuestra experiencia de tres casos en reconstrucción de defectos osteocondrales del radio distal con la base del tercer metatarsiano.

CASOS CLÍNICOS

Los estudios morfométricos de la base del tercer metatarsiano mostraron que la superficie articular de dicha base era ligeramente cóncava o plana y su tamaño suficiente para reconstruir la fosa escafoidea o semilunar del radio. Además presentaba una carilla accesoria en su aspecto peroneo y dorsal, que servía para reconstruir la región dorsal de la fosa sigmoidea.

La nutrición de la base del tercer metatarsiano depende de la arteria tarsiana laterodistal y de la arteria arcuata, siendo la primera la dominante en un 65% (13 de 20) de los pies estudiados²¹.

Procedimiento quirúrgico

El radio se aborda a través de una incisión en la línea media dorsal, entre el extensor largo del pulgar, que se libera de su canal, y el 4.º compartimento que se eleva de forma subperióstica. Se evalúa la articulación a través de una artrotomía, y si la situación es favorable para la reconstrucción (como se explica en la Discusión) se crea un defecto tridimensional en la región epifisometatarsaria donde encajará el injerto osteocondral.

Bajo isquemia y a través de un abordaje dorsal en zigzag se localiza el pedículo de la dorsal del pie. Se identifica y aísla una perforante cutánea para incluir una isla de piel que usaremos como monitor posoperatorio. Se secciona el tendón del extensor *hallucis brevis*, que cruza a la arteria dorsal del pie. Al rechazar el extensor *hallucis longus* hacia medial y los tendones extensores largos hacia lateral, queda expuesta la vascularización del dorso del pie y de las bases de los metatarsianos. Se localizan la base del tercer metatarsiano y las arterias nutrientes (arcuata, tarsiana laterodistal y/o pequeñas ramas periósticas innominadas), las cuales se preservan y protegen con un pequeño manguito perióstico. La base del tercer metatarsiano se corta con una sierra distal a la arteria arcuata, y se seccionan todas las estructuras capsuloligamentosas, hasta conseguir que el hueso quede pediculado en los vasos dorsales del pie. La retirada del manguito de isquemia permite comprobar la perfusión de la base del metatarsiano y del monitor cutáneo (fig. 1).

El colgajo se transfiere a la mano realizando las anastomosis microvasculares a la arteria radial en la tabaquera

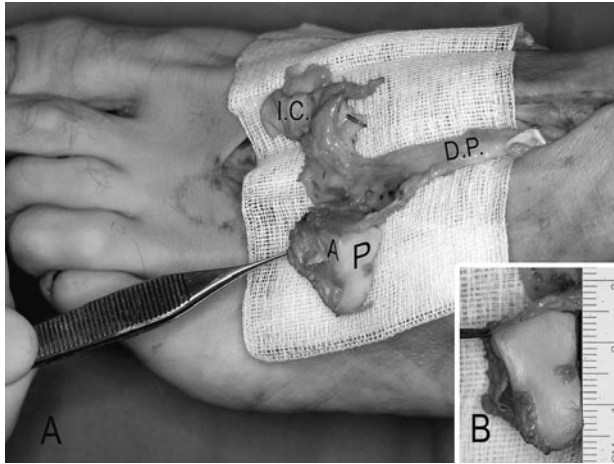


Figura 1. (A) Detalle intraoperatorio del caso n.º 2, con el colgajo osteocondral del tercer metatarsiano pediculado en la arteria y venas dorsales del pie. (B) Detalle de la carilla articular principal. A: carilla accesoria; DP: dorsal del pie; IC: isla cutánea; P: carilla principal.

anatómica (terminolateral). Para el drenaje venoso empleamos venas de la vecindad: subcutáneas del antebrazo o las concomitantes de la arteria radial. En todos los casos se dejó una isla de piel de testigo para monitorizar la vascularización del injerto.

La zona donante se cierra por planos, dejando un drenaje aspirativo. No se realiza ningún gesto sobre el metatarsiano. Se coloca una férula de protección, permitiendo la deambulación con un zapato de suela rígida (tipo Tovi-pie). A partir de la sexta se permite la deambulación sin protección.

Caso 1

Se presenta el caso de un varón de 33 años con fractura conminuta articular de radio distal, tratada mediante osteosíntesis. Tras 6 meses de rehabilitación el paciente continuaba con dolor, rigidez e impotencia funcional. La tomografía axial computarizada (TAC) reveló la destrucción del 70% de la fosa escafoidea del radio, que se reconstruyó mediante la transferencia de la base del tercer metatarsiano, sintetizada con dos tornillos a compresión. A los 8 meses tras la transferencia presentaba mínimo dolor y balance articular aceptable (extensión activa 20°; flexión 45°), pero el paciente solicitó mejorar la movilidad. Se realizó una artroscopia y se retiró el material de osteosíntesis, comprobando el buen estado del cartílago y la presencia de sangrado en el hueso subcondral. En la última revisión (2 años) presenta una flexión de 50°, extensión 42°, desviación radial 15°, desviación cubital 28°, fuerza del 78% de la mano contralateral (mano dominante), y el dolor medido en la escala visual analógica (EVA) (0 = no dolor y 10 = máximo dolor) ha pasado de 9 a 1,5. Como secuela en la zona donante el paciente refirió molestias en el dorso con el calzado

apretado (*American Orthopaedic Foot and Ankle Society* [AOFAS] 85/100)²².

Caso 2

Se trata de un varón de 55 años remitido de otro centro tres meses después de fractura conminuta de cúbito y radio, tratadas con un fijador externo y placas. Refería dolor intenso (10/10 en EVA), rigidez de muñeca (20° de flexoextensión y 0° de supinación) e impotencia funcional (fuerza no valorable por imposibilidad para cerrar el puño debido a la rigidez de dedos largos). El estudio radiológico reveló una impactación cubital por el colapso del radio y la destrucción del 60% dorsal de la fosa semilunar con afectación de la fosa sigmoidea (fig. 2). En la exploración intraoperatoria se apreció la pérdida de cartílago en más de la mitad postero-cubital de la fosa semilunar (fig. 3A). Se resecó el área afectada de la fosa semilunar y sigmoidea y en el defecto se encastró el injerto osteocondral (fig. 3B), estabilizándolo con dos tornillos y revascularizándose en la tabaquera anatómica. Como en los otros casos se empleó una isla cutánea como monitor. Concomitantemente se acortó el cúbito 5 mm. A los 10 meses de la intervención presentaba 105° de flexoextensión, 12° de desviación radial y 30° de desviación. La pronación era completa y la supinación de 75°. El dolor en la EVA era de 1,5/10. No refirió ninguna molestia en la zona donante (AOFAS 100) (figs. 4 y 5).

Caso 3

Se trata de un varón de 33 años con fractura conminuta intraarticular de radio distal y disociación escafosemilunar, de 17 meses de evolución, tratado en otro centro (osteosíntesis y reinserción del ligamento escafolunar). Acudió presentando dolor, rigidez e impotencia funcional. La TAC reveló la destrucción del 70% cubital de la fosa semilunar del radio y afectación de la fosa sigmoidea. Este defecto se reconstruyó mediante una técnica similar al caso anterior. A los 8 meses de seguimiento el paciente había experimentado una ganancia de 45° en movimiento de flexoextensión y del 60% de fuerza respecto a las mediciones preoperatorias. El dolor en la EVA pasó de 8 a 0, sin molestias en la zona donante (AOFAS 100). Dado el escaso tiempo de seguimiento y la evolución registrada, es esperable una notable mejoría de todos los parámetros registrados.

DISCUSIÓN

Las maluniones intraarticulares del radio con escalones residuales mayores de 2 mm conllevan la aparición de cambios degenerativos a corto plazo y muchas veces dolor incapacitante²³. Para corregirlas se desarrollaron técnicas de osteotomía intraarticular que permitían restaurar la superficie articular con buenos resultados²⁴⁻²⁶. Sin embargo, cuando

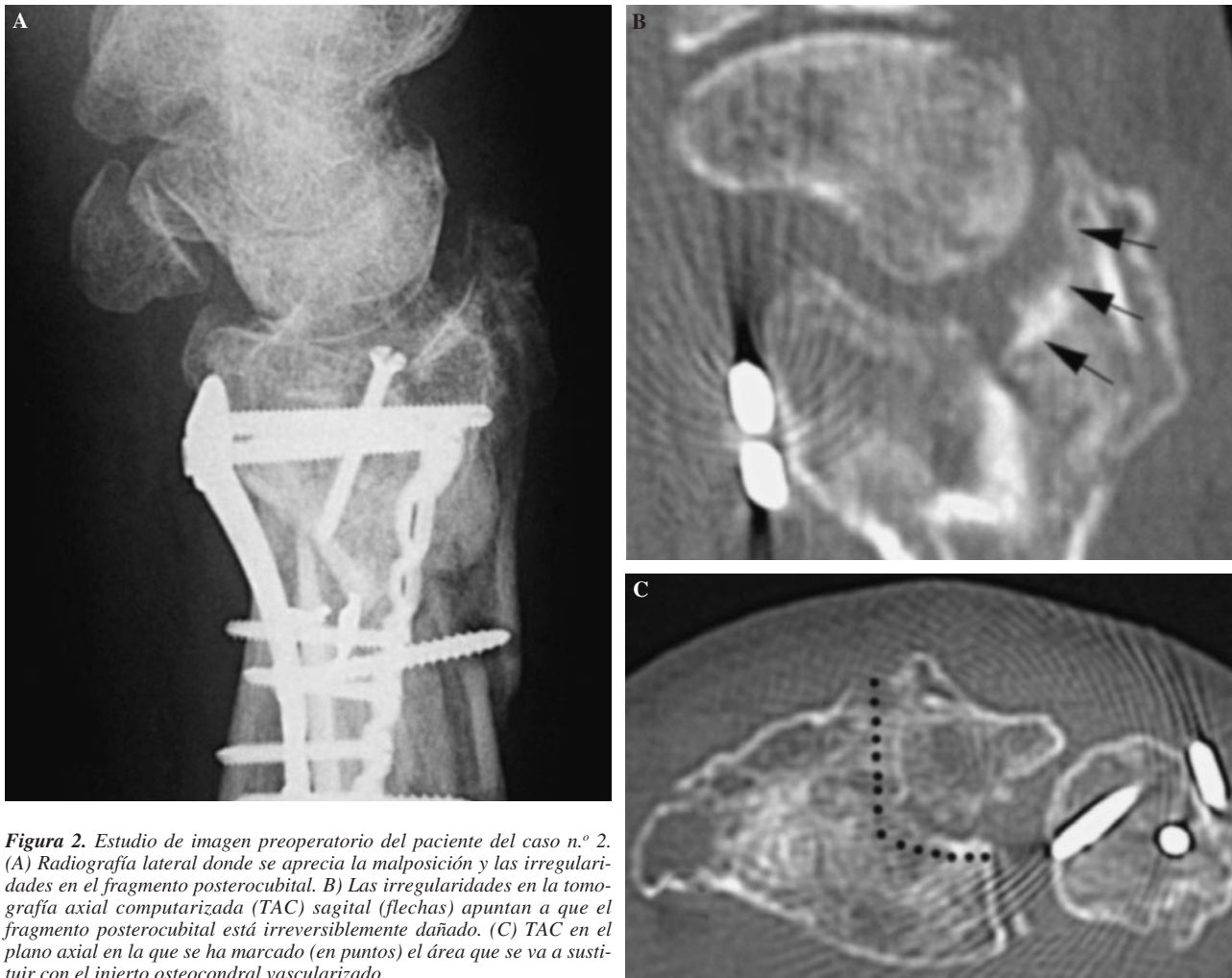


Figura 2. Estudio de imagen preoperatorio del paciente del caso n.º 2. (A) Radiografía lateral donde se aprecia la malposición y las irregularidades en el fragmento posterocubital. B) Las irregularidades en la tomografía axial computarizada (TAC) sagital (flechas) apuntan a que el fragmento posterocubital está irreversiblemente dañado. (C) TAC en el plano axial en la que se ha marcado (en puntos) el área que se va a sustituir con el injerto osteocondral vascularizado.

hay más de tres fragmentos, defectos cartilaginosos o ya se ha producido la degeneración articular, las osteotomías articulares no están recomendadas. Para estas situaciones lo aconsejable son las artrodesis parciales¹⁻³, que consiguen disminuir el dolor pero a costa de limitar el movimiento.

En otros campos de la Ortopedia la reconstrucción de defectos cartilaginosos es subsidiaria de múltiples opciones terapéuticas, con las que se consigue mantener buenos balances articulares con mínimo dolor. Parecía más lógico intentar reconstruir el defecto en la superficie articular del radio con alguna de las técnicas convencionales que realizar una artrodesis, aunque fuera parcial. Sin embargo, el tipo de defecto que con más frecuencia se ve en el radio tras un traumatismo es el hundimiento con multifragmentación, y muchas veces las lesiones son periféricas; para estos casos, que no son defectos de superficie, los cultivos de condrocitos o las técnicas de microfracturas no son una opción. Por otro lado, tanto para los autoinjertos como para los aloinjertos el escenario ideal son defectos centrales “en mortaja”, donde puede encajar el injerto^{4,27,28}.

Para defectos periféricos en otras áreas de la mano se han empleado injertos osteocondrales autólogos no vascularizados, fundamentalmente en defectos postraumáticos, con buenos resultados a corto plazo^{9,10}. Sin embargo, a medio plazo se ha visto que muchos se reabsorben, en especial si son grandes (fig. 6). De hecho, uno de los preconizadores de la técnica, Ishida⁹, no la aconseja en defectos mayores de la mitad de una interfalángica (0,5 cm). Las dimensiones de los defectos que se necesitan reconstruir en el radio sobrepasan con creces este tamaño; Mekhail²⁹ midió la superficie que contenía cartílago en el extremo distal del radio: la fosa semilunar era un polígono cuadrangular de aproximadamente 14 mm, y la del radio era un triángulo de 15 mm de lado.

Teniendo en cuenta los estudios que apuntan a que la nutrición de, al menos, las capas profundas del cartílago depende de la vascularización del hueso subcondral^{14,15,19,20} y que necesitábamos injertos grandes, se inició un estudio en búsqueda de una zona donante apropiada. Tras considerar diferentes áreas encontramos una similitud morfológica entre la base del tercer metatarsiano y la extremidad distal

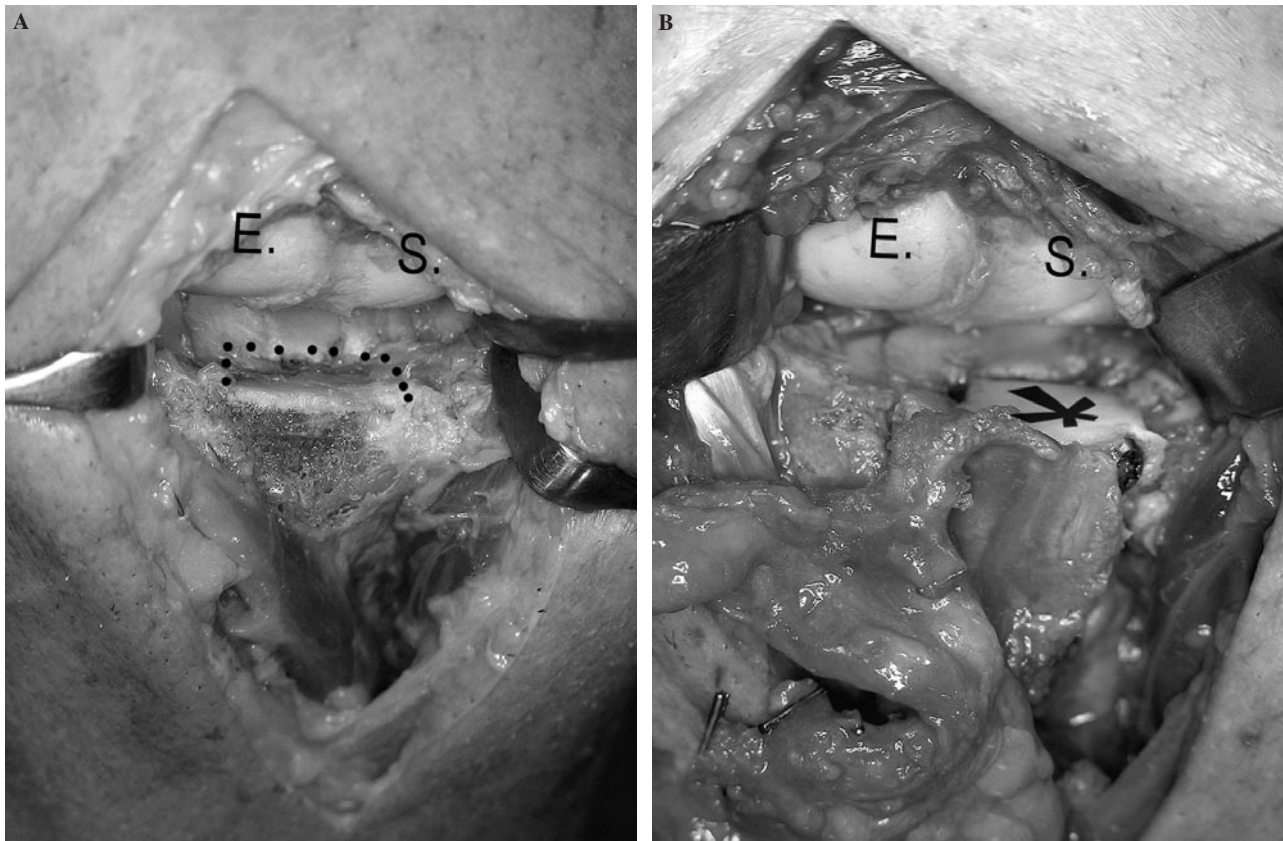


Figura 3. Detalle intraoperatorio del paciente del caso n.º 2. La muñeca se ha abordado por dorsal, entre el extensor largo del pulgar, rechazado a radial, y los extensores de los dedos, a cubital. (A) La extirpación de la porción más distal del fragmento posterocubital permite ver el área cicatricial y sin cartílago que afecta a los dos tercios posteriores de la fosa semilunar (limitada por puntos); el cartílago más volar (anterior a la línea de puntos) es normal. (B) El colgajo osteocondral del tercer metatarsiano (asterisco) está sintetizado reemplazando el área afectada. E: escafoides; S: semilunar.

del radio: aproximadamente la base del metatarsiano es equiparable a la fosa semilunar o la escafoidea. El estudio de la vascularización mostró en todos los casos la existencia de vasos periósticos en la base del tercer metatarsiano dependientes de la arteria arcuata y/o tarsiana laterodistal, que a su vez dependían de la arteria pedia, que podía usarse como vaso donante²¹.

Los resultados que hemos obtenido con el injerto osteocondral vascularizado son mejores que los que proporcionan las artrodesis parciales (radio-semilunar, o radio-escafoidea con extirpación del polo distal del escafoides), con una secuela donante mínima (fig. 7). Sin embargo, la serie es pequeña y el seguimiento corto, por lo que, aunque optimistas, creemos que los resultados deben ser interpretados con cautela. En nuestra práctica el trasplante osteocondral vascularizado desempeña un importante papel cuando el daño articular está limitado a la superficie articular del radio. Por el contrario, si la superficie del escafoides o del semilunar se encuentra erosionada está contraindicado, siendo aquí lo recomendable la artrodesis radio-escafo-semilunar modificada³, radio-semilunar¹ o incluso la artrodesis total. En casos en los que hay hundimiento de algún fragmento aislado pero el cartílago está conservado, preferimos la reposición

del fragmento tras osteotomía, ya sea de fuera hacia adentro, como preconizan González del Pino²⁵ y Ring²⁶, o como preferimos nosotros, con visión directa con artroscopio, de dentro hacia fuera^{30,31}.

La técnica de elevación del colgajo no es sencilla, por las variaciones anatómicas y la fragilidad de los vasos periósticos, requiere experiencia en microcirugía, aunque los vasos donantes son grandes. Siguiendo en la misma línea hemos aplicado el concepto de injerto osteocondral vascularizado en la reconstrucción de defectos parciales de las articulaciones de los dedos, tomando pequeños segmentos vascularizados de falanges del pie. Los resultados han sido favorables en cuanto al movimiento conseguido y con mantenimiento del espacio articular. Es muy posible que se pueda considerar la reconstrucción de otras áreas anatómicas una vez se conozcan más zonas donantes.

En conclusión, en nuestra experiencia la reconstrucción de los defectos masivos irreparables de carilla articular de radio distal con injerto osteocondral proporciona buenos resultados funcionales, con reducción del dolor y escasa secuela donante. La presencia de daño en la superficie articular del polo proximal del escafoides o del semilunar, supone una contraindicación formal para el empleo de esta técnica.

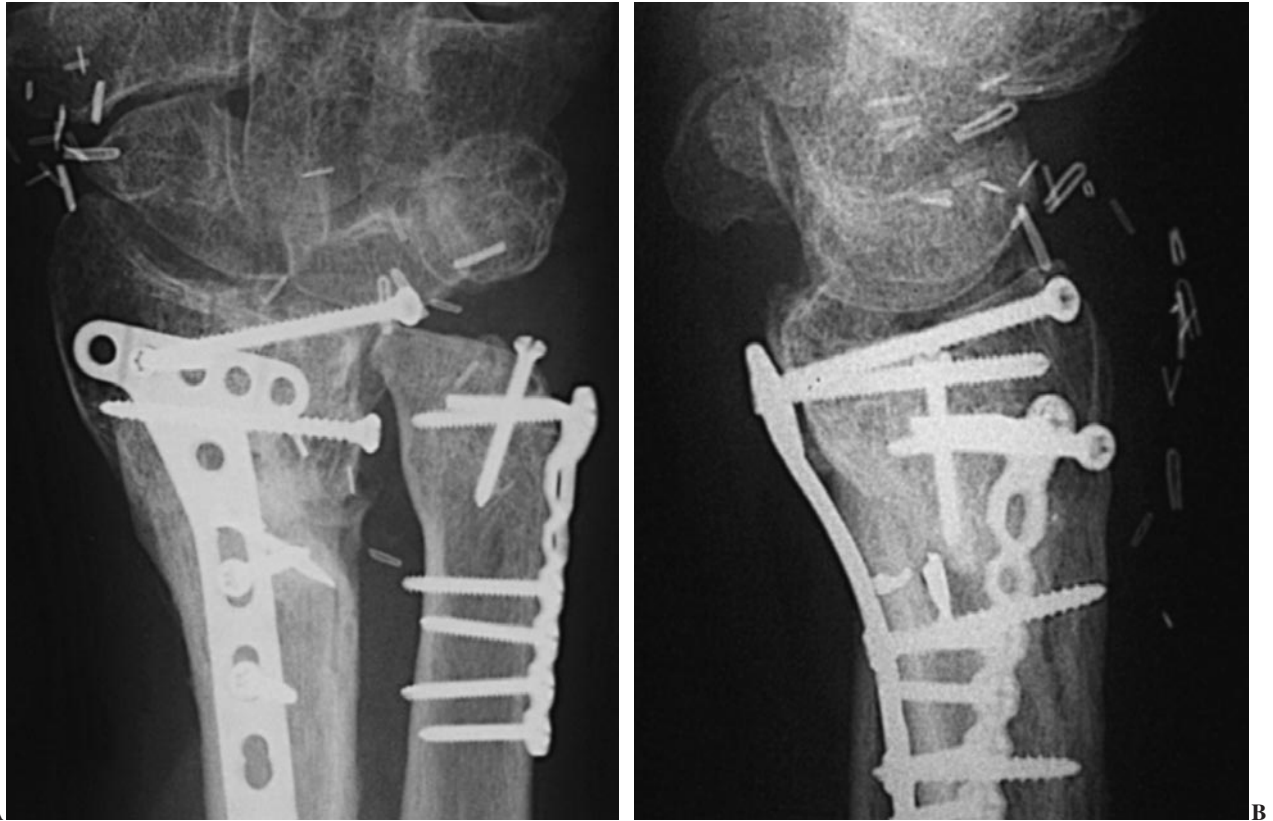


Figura 4. (A y B) Radiografías posteroanterior y lateral del caso n.º 2 a los 8 meses. El injerto está fijado con dos tornillos posterocubitales (el resto del material procede de la primera intervención). El cúbito se acortó al tiempo que se hizo el trasplante en el tercio medio de la diáfisis (fuera de la radiografía).

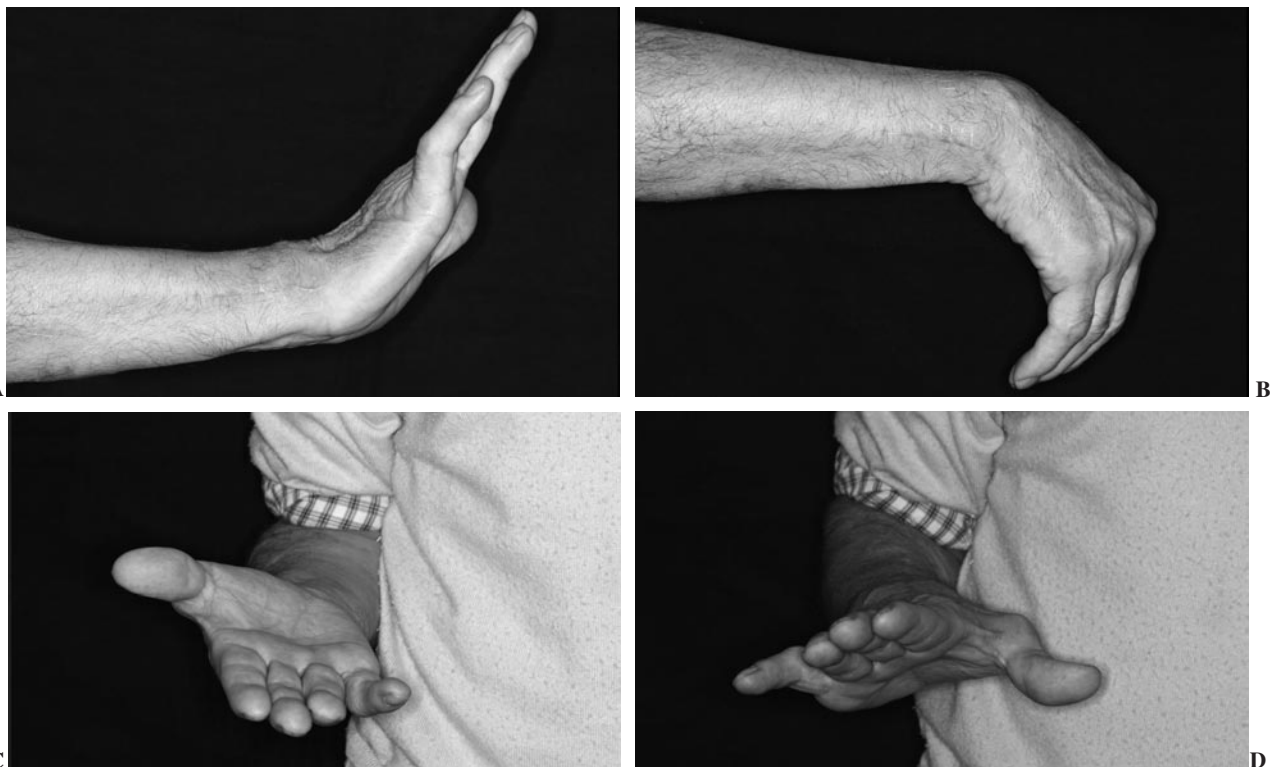


Figura 5. Mismo caso de la figura 4. (A-D) Resultado a los 10 meses.

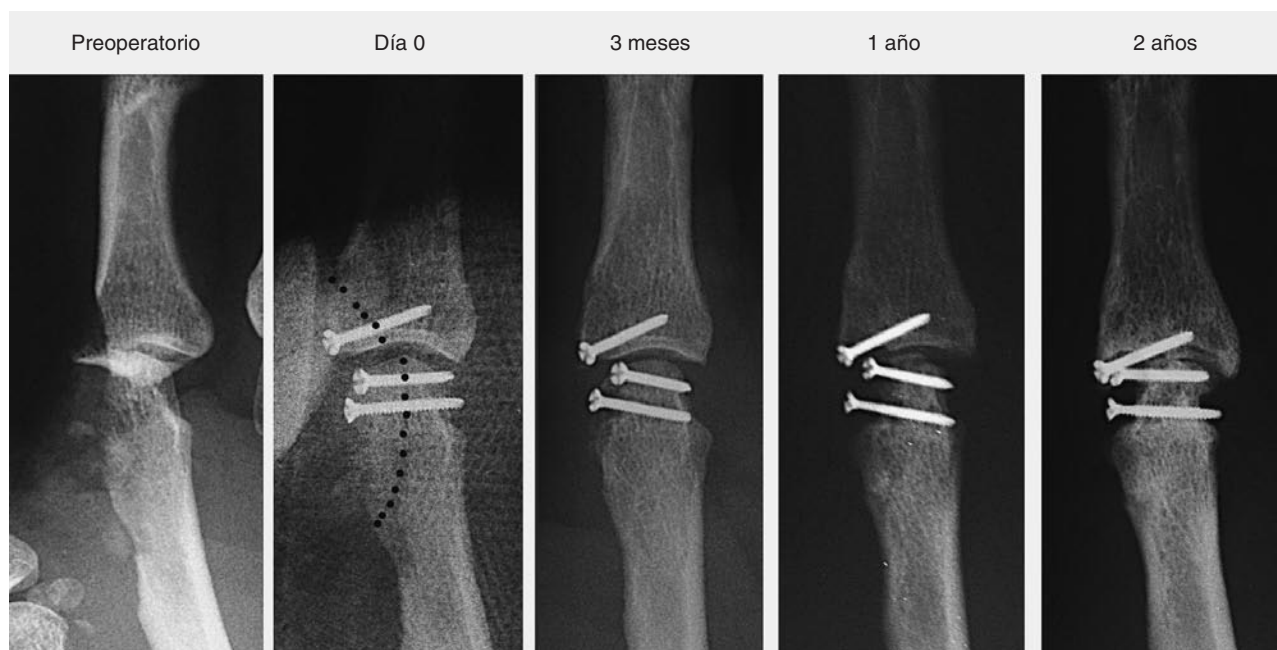


Figura 6. De izquierda a derecha, reabsorción de un injerto óseo osteocondral pequeño no vascularizado, tomado de la metatarsofalángica del pie. El paciente pasó de 70° a los tres meses a 20° al año, y 0° a los dos años.



Figura 7. (A) Zona donante del paciente del caso n.º 2. (B) Radiografía en la que se aprecia la recesión del tercer metatarsiano.

Hemos realizado 2 reconstrucciones más de la fosa semilunar desde que se envió el trabajo. El seguimiento en estos cinco casos varía entre 1 y 4 años. Los resultados clínicos se mantienen sin que hayamos evidenciado signos de degeneración en los controles radiológicos.

BIBLIOGRAFÍA

- Saffar P. Radio-lunate arthrodesis for distal radial intraarticular malunion. *J Hand Surg (Br)*. 1996;21B:14-20.
- Nagy L, Büchler U. Long-term results of radioscapholunate fusion following fractures of the distal radius. *J Hand Surg (Br)*. 1997;22B:705-10.
- García-Elías M, Lluch A, Ferreres A, Papini-Zorli I, Rahimtoola ZO. Treatment of radiocarpal degenerative osteoarthritis by radioscapholunate arthrodesis and distal scaphoidectomy. *J Hand Surg (Am)*. 2005;30A:8-15.
- Hangody L, Fules P. Autologous osteochondral mosaicplasty for the treatment of full-thickness defects of weight-bearing joints: ten years of experimental and clinical experience. *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85A Suppl 2:25-32.
- Brittberg M, Peterson L, Sjogren-Jansson E, Tallheden T, Lindahl A. Articular cartilage engineering with autologous chondrocyte transplantation. A review of recent developments. *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85A Suppl 3:109-15.
- Bentley G, Biant LC, Carrington RW, Akmal M, Goldberg A, Williams AM, et al. A prospective, randomised comparison of autologous chondrocyte implantation versus mosaicplasty for osteochondral defects in the knee. *J Bone Joint Surg Br*. 2003;85B:223-30.
- Knutsen G, Engebretsen L, Ludvigsen TC, Drogset JO, Grøntvedt T, Solheim E, et al. Autologous chondrocyte implantation compared with microfracture in the knee. A randomized trial. *J Bone Joint Surg Am*. 2004;86A:455-64.
- Mehin R, Giachino AA, Backman D, Grabowski J, Fazekas A. Autologous osteoarticular transfer from the proximal tibiofibular joint to the scaphoid and lunate facets in the treatment of severe distal radial fractures: a report of two cases. *J Hand Surg (Am)*. 2003;28A:332-41.
- Ishida O, Ikuta Y, Kuroki H. Ipsilateral osteochondral grafting for finger joint repair. *J Hand Surg (Am)*. 1994;19A:372-7.
- Boulas HJ. Autograft replacement of small joint defects in the hand. *Clin Orthop*. 1996;(327):63-71.
- Ferracini R, Gino G, Battiston B, Linari A, Franz R, Bertolo S. Assessment of vascularized fibular graft one year after reconstruction of the wrist after excision of a giant-cell tumour. *J Hand Surg (Am)*. 1999;24B:497-500.
- Sledge C, Reddi AH, Walsh DA, Blake DR. Biology of the normal joint. En: Ruddy S, Harris ED Jr, Sledge CB, editors. *Kelley's textbook of rheumatology*. 6th ed. Philadelphia: Saunders; 2001. p. 1-21.
- Ulrich-Vinther M, Maloney MD, Schwarz EM, Rosier R, O'Keefe RJ. Articular cartilage biology. *J Am Acad Orthop Surg*. 2003;11:421-30.
- Tsubokawa N, Yoshizu T, Maki Y. Long-term results of free vascularized second toe joint transfers to finger proximal interphalangeal joints. *J Hand Surg (Am)*. 2003;28A:443-7.
- Dautel G, Gouzou S, Vialaneix J, Faivre, S. PIP reconstruction with vascularized PIP joint from the second toe: minimizing the morbidity with the "dorsal approach and short-pedicle technique". *Tech Hand Upper Extrem Surg*. 2004;8:173-80.
- Entin MA, Alger JR, Baird RM. Experimental and clinical transplantation of autogenous whole joints. *J Bone Joint Surg Am*. 1962;44A:1518-36.
- Kettelkamp DB. Experimental autologous joint transplantation. *Clin Orthop*. 1972;(87):138-45.
- Yoshizu T, Watanabe M, Tajima T. Étude expérimentale et applications cliniques des transferts libres d'articulation d'orteil avec anastomoses vasculaires. En: Tubiana R, éditeur. *Traité de chirurgie de la main*. Vol. 2. Paris: Masson; 1984. p. 539-51.
- Poole AR. What type of cartilage repair are we attempting to attain? *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85A Suppl 2:40-4.
- Imhof H, Sulzbacher I, Grampp S, Czerny C, Youssefzadeh S, Kainberger F. Subchondral bone and cartilage disease: a rediscovered functional unit. *Invest Radiol*. 2000;35:581-8.
- Piñal F, García-Bernal FJ, Delgado J, Sanmartín M, Regalado J. Reconstruction of the distal radius facet by a free vascularized osteochondral autograft: anatomic study and report of a patient. *J Hand Surg (Am)*. 2005;30A:1200-10.
- Espinar Salom E. Sistemas de valoración de los resultados clínicos en la cirugía del pie. En: Núñez-Samper Pizarroso M, Llanos-Alcázar LF, Viladot Pericé R, editores. *Técnicas quirúrgicas de cirugía del pie*. Barcelona: Masson; 2003. p. 361-70.
- Knirk JL, Jupiter JB. Intra-articular fractures of the distal end of the radius in young adults. *J Bone Joint Surg Am*. 1986;68A:647-59.
- Marx RG, Axelrod TS. Intraarticular osteotomy of distal radius malunions. *Clin Orthop*. 1996;(327):152-7.
- González del Pino J, Nagy L, González Hernández E, Bartolomé del Valle E. Osteotomías intraarticulares complejas del radio por fractura. Indicaciones y técnica quirúrgica. *Rev Ortop Traumatol*. 2000;44:406-17.
- Ring D, Prommersberger KJ, González del Pino J, Capomassi M, Slullitel M, Jupiter JB. Corrective osteotomy for malunited articular fractures of the distal radius. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87A:1503-9.
- Palazzi Coll S, Palazzi Coll C, Palazzi Duarte AS. Osteocartilaginous autograft of the knee. *Int Orthop*. 1977;1:48-52.
- Shasha N, Krywulak S, Backstein D, Pressman A, Gross AE. Long-term follow-up of fresh tibial osteochondral allografts for failed tibial plateau fractures. *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85A Suppl 2:33-9.
- Mekhail AO, Ebraheim NA, McCreath WA, Jackson WT, Yeasting RA. Anatomic and X-ray film studies of the distal articular surface of the radius. *J Hand Surg (Am)*. 1996;21A:567-73.
- Del Piñal F, García-Bernal FJ, Delgado J, Regalado J, Sanmartín M, Pisani D. Técnica para el tratamiento de la malunión intra-articular del radio mediante osteotomías con control artroscópico. *Rev Iberoamer Cir Mano*. 2005;33:38-43.
- Del Piñal F, García-Bernal FJ, Delgado J, Sanmartín M, Regalado J, Cerezal L. Correction of malunited intra-articular distal radius fractures with an inside-out osteotomy technique. *J Hand Surg (Am)*. 2006;31:1029-34.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores han declarado no tener ningún conflicto de intereses.