

## Lesiones osteocondrales tratadas con cilindros bifásicos sintéticos (Truffit®)

### Osteochondral lesions treated with synthetic biphasic cylinders (Truffit®)

Ripoll PL, de Prado M, Yelo J

Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Policlínico San Carlos, Murcia

---

#### Resumen

**Objetivo:** Evaluar pacientes con lesiones osteocondrales intervenidos con cilindros bifásicos sintéticos.

**Pacientes y metodología:** Se intervinieron, en el espacio de tres años, 60 pacientes, 42 hombres y 18 mujeres de entre 41 y 60 años en el 76,65% de los casos, con osteonecrosis de rodilla tratados con el cilindro bifásico Truffit BSG®. La rodilla derecha se vio afectada en el 58,20% y el cóndilo femoral interno en el 75%. A todos los pacientes se les realizó una RNM antes de la cirugía y se les evaluó con el cuestionario KOOS a los 6 meses, a los 18 meses, y en algunos casos a los 36 meses, en un tiempo medio de evolución de dos años. Hicimos un estudio de los porcentajes antes y después de la cirugía sin analizar la evolución personal de los pacientes.

**Resultados:** un 30% de los pacientes presentaron a los 18 meses resultados regulares o malos. La sintomatología mejoró en todos los pacientes, si bien, la inflamación de la rodilla, los bloqueos o la inestabilidad persistían, después de la intervención, en un 25% de los pacientes. Un 25% señalaron dolor grave o muy grave. Las actividades cotidianas las realizaban con normalidad el 60% de los pacientes y casi la mitad señalaron haber modificado sus actividades o sentirse inseguros.

**Conclusión:** los cilindros bifásicos en la osteonecrosis de rodilla mejoran la sintomatología y la función si bien, a corto plazo, persisten molestias en menor grado en un elevado porcentaje de los pacientes intervenidos.

**Palabras clave:**

Osteonecrosis, rodilla, cartílago, sustitutivo óseo.

#### Abstract

**Objective:** To evaluate patients with osteochondral lesions operated upon with synthetic biphasic cylinders.

**Patients and methods:** Sixty patients were operated upon over a three-year period: 42 males and 18 females, aged 41-60 years in 76.65% of the cases, with knee osteonecrosis treated with Truffit BSG® biphasic cylinders. The right knee was affected in 58.20% of the cases, and the internal femoral condyle in 75%. A magnetic resonance imaging study was carried out in all cases before surgery, and the KOOS questionnaire was administered after 6 and 18 months, and in some cases after 36 months, over a mean follow-up of two years. A percentage study was made before and after surgery, without analyzing the personal course of the patients.

**Results:** Thirty percent of the patients presented regular or poor results after 18 months. The symptoms improved in all subjects, though inflammation of the knee, blocking or instability persisted after the operation in 25% of the cases. Intense or very intense pain was reported by 25% of the patients. Daily activities proved normal in 60% of the subjects, while almost one-half claimed to have changed their activities or feel insecure.

**Conclusion:** Biphasic cylinders in knee osteonecrosis improve the symptoms and function, though modest discomfort persists over the short term in a high percentage of operated patients.

**Key words:**

Osteonecrosis, knee, cartilage, bone replacement.

---

#### Correspondencia

P. Ripoll  
Policlínico San Carlos. Miguel Hernández 12. 30011 Murcia  
ripoll@hospitalsancarlos.net

## Introducción

El cartílago articular es vulnerable a las lesiones con una limitada capacidad de reparación haciéndolo con un tejido fibroso distinto al original, menos resistente y que lleva, en muchos casos, a la degeneración precoz de la articulación [1]. Los pacientes con lesión condral tienen periodos asintomáticos seguidos de otros con molestias o dolor soportable. Además, resulta desconocida la duración del tejido. Muchas de las cirugías actuales, basadas en la biotecnología, se asocian a elevado coste y alta morbilidad sin haber demostrado su superioridad a largo plazo [2].

Se han hecho diferentes algoritmos de tratamiento [3] basados en el tamaño de la lesión y la actividad del paciente. Sin embargo, no se ha establecido relación entre el tamaño del defecto y su evolución clínica [4-6], aunque parece mejor la evolución en pacientes activos que en los sedentarios [7]. También deben considerarse la edad, el tiempo de evolución, y especialmente la localización y profundidad de la lesión. La edad puede estar relacionada con el proceso degenerativo en torno al defecto o como factor perturbador de la articulación [8]. Los resultados son mejores en pacientes menores de 30 años [2][9-16] y, en cuanto a la localización de la lesión, no es lo mismo una lesión rotuliana que de la meseta tibial o de los cóndilos femorales [4][11]. Se ha demostrado una relación inversa con el tiempo que cada paciente tuvo que esperar desde la aparición de los síntomas hasta la cirugía [4][12]. Para Cole et al [3], los dos condicionantes en el resultado del ACI son la edad y los accidentes laborales pero hay otros aspectos secundarios a considerar en los resultados obtenidos, como son la integridad articular, es decir, el estado de los meniscos o de los ligamentos, el sobrepeso y la alineación de la extremidad inferior que obligan a cirugías complementarias pero ninguna de ellas es decisiva para seguir un tratamiento. Sin olvidar una mala alineación de la extremidad inferior junto con el estado de los meniscos, el grado de estabilidad articular y el índice de masa corporal. Un índice de masa corporal <30 ofrece mejores resultados.

Se han descrito múltiples técnicas para reparar el cartílago lesionado que se pueden englobar en métodos reparativos, reconstructivos o regenerativos. Los métodos reparadores (perforaciones y microfracturas) ayudan a la formación de un nuevo tejido fibrocartilaginoso, facilitando el acceso tanto de los vasos y de las células osteoprogenitoras, capaces de conseguir una condrogénesis. Para la reparación de una lesión osteocondral se proponen diferentes alternativas, desde el relleno con autoinjerto de hueso esponjoso, recubierto o no de cultivo de condrocitos autólogos (ACI o MACI) o una mosaicoplastia pasando por los

aloinjertos osteocondrales de cadáver o recurriendo a los sustitutivos óseos. Los sustitutivos osteocondrales bifásicos disponibles en el mercado permiten una buena disponibilidad pues tienen diferentes grosores y son lo suficientemente largos como para adaptarlos a la profundidad de la lesión. Están constituidos por dos partes, una profunda de mayor longitud y otra superficial formada por (PLGA). El objetivo de nuestro estudio es analizar la evolución de pacientes a los que se les realizó esta técnica con una evolución larga para determinar sus ventajas y establecer las indicaciones.

## Pacientes y metodología

Se intervinieron en el espacio de tres años 60 pacientes con osteonecrosis de rodilla, que fueron tratados con el cilindro bifásico Trufit BSG (Bone Graft Substitute), Smith & Nephew Endoscopy, San Antonio, TX, EEUU) constituido por un poliláctido-co-glicólido (PLG). Los pacientes evaluados fueron 42 hombres y 18 mujeres, con predominio del sexo masculino (70%). La mayoría de los pacientes estaban englobados en el grupo de edad entre 41 y 60 años (76,65% de los casos) (Figura 1). Por su parte, el cóndilo femoral interno estaba alterado en 45 pacientes (75%) y el externo en 15 (25%).

A todos los pacientes se les realizó una RNM antes de la cirugía y se les evaluó con el cuestionario KOOS. La evolución se estudió a los 6 meses y, posteriormente, se les volvió a revisar transcurrido un mínimo de 18 meses y un máximo de 36, con un tiempo medio de evolución de dos años. Para realizar este trabajo efectuamos una encuesta telefónica de valoración con el KOOS para analizar su evolución y tam-

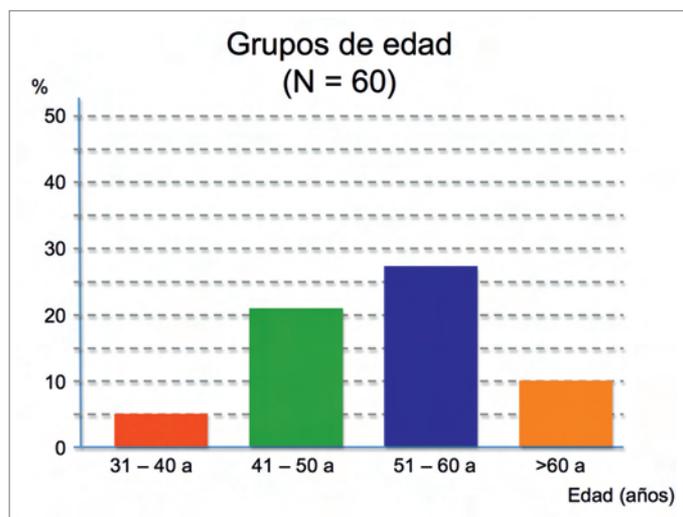
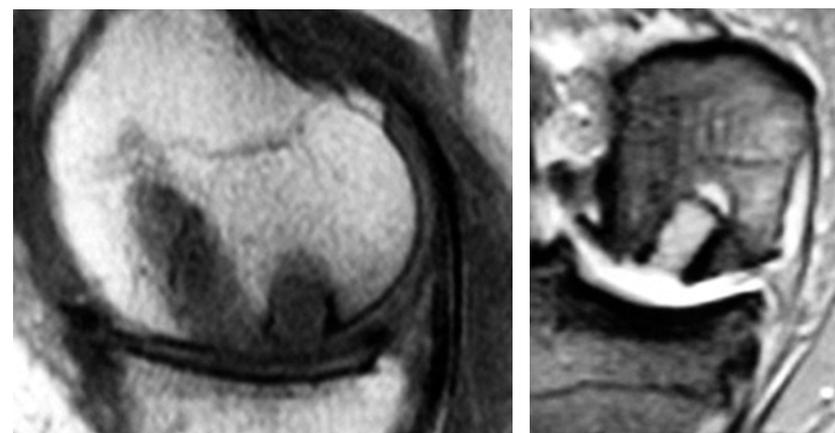


Fig. 1. Distribución de los pacientes intervenidos por grupos de edad.



**Fig. 2.** Imágenes de RM de los cilindros implantados con 4 meses de evolución.



**Fig. 3.** RM de los implantes sintéticos a los dos años de su colocación.

bién efectuamos una encuesta de actividad basada en el test de Tegner modificado. En la encuesta de actividad se les preguntó a cada paciente como se encontraba en función de su actividad. Las preguntas realizadas se clasificaron como «muy bien», cuando realizaban actividades deportivas sin ninguna limitación y respondían que «perfectamente, estu-

pendamente, juego al fútbol, hice el camino de Santiago, corro diariamente, nado, etc»; «bien»: cuando afirmaban desarrollar normalmene su vida cotidiana y una actividad deportiva limitada (contestaban que se encontraban mucho mejor que antes de operarse o que podían desarrollar casi cualquier actividad); «regular»: cuando manifestaban tener limitaciones en su vida cotidiana (aunque afirmaban estar mejor que antes de la intervención sentían ciertas molestias) y –por último–; «mal»: aquellos casos con una mala evolución que terminaron en prótesis total de rodilla. Hicimos un estudio de los porcentajes antes y después de la cirugía sin analizar la evolución personal de los pacientes.

## Resultados

En la última llamada telefónica, efectuada entre los 18 y 36 meses después de la cirugía, un 70% mostraban en el test de actividad resultados excelentes o buenos y un 30% regulares o malos (Tabla 1).

Analizando el KOOS (Tabla 2) observamos que la sintomatología mejoró en todos los pacientes, si bien, la inflamación de la rodilla, así como los bloqueos o la inestabilidad, se producían después de la intervención en un 25% de los casos (Figura 4). Por su parte, la rigidez articular mejoró después de la cirugía aunque un porcentaje de pacientes permanecía con un grado mayor o menor de rigidez. También el dolor había mejorado pero un 25% de pacientes quedó con dolor grave o muy grave y un 35% con dolor moderado. El dolor fue más acusado en acciones de demanda para la articulación, como impulsos o flexionarla completamente al bajar o subir escaleras. Sin embargo, una tercera parte de los pacientes reflejaron sufrir dolor por la noche, al estar sentado y al estar de pie.

En cuanto a las actividades cotidianas las realizaban con normalidad el 60% de los pacientes. En las actividades hubo un porcentaje elevado de pacientes que quedaron con cierta incapacidad, independientemente del tipo de actividad. Las actividades deportivas fueron menos valorables dada las diferencias de edad y condiciones físicas. Sin embargo, en el apartado de calidad de vida casi la mitad de los pacientes señalaron ser conscientes del problema de su ro-

**Tabla 1.** Clasificación del tipo de actividad y evolución de los pacientes

		Xxxxxx	Xxxxxxx
Muy bien	Realiza activ deportiva sin limitación	27	45%
Bien	Vida cotidiana normal y activ deportiva limitada	15	25%
Regular	Limitación vida cotidiana	12	20%
Mal	Mala evolución, prótesis	6	10%

**Tabla 2.** KOOS. Pacientes con osteonecrosis de rodilla tratados con cilindro sintético (TrufitBSG®). Antes de la cirugía y con una evolución media de 2 años

	Nunca	rara vez	a veces	frecuente	siempre
<b>SÍNTOMAS</b>					
<i>S1. ¿Se le hincha la rodilla?</i>					
Pre:	5	20	50	20	5
Post:	35	40	15	5	5
<i>S2. ¿Siente crujidos, chasquidos u otro tipo de ruidos cuando mueve la rodilla?</i>					
Pre:	0	15	50	25	10
Post:	40	25	20	5	10
<i>S3. ¿Puede estirar completamente la rodilla?</i>					
Pre:	10	20	60	10	0
Post:	5	5	15	25	50
<i>S4. ¿Puede doblar completamente la rodilla?</i>					
Pre:	35	25	20	15	5
Post:	25	10	25	20	30
	No tengo	leve	moderado	grave	muy grave
<b>RIGIDEZ ARTICULAR (falta de movilidad o lentitud en el movimiento)</b>					
<i>S6: ¿presenta rigidez al levantarse por la mañana?</i>					
Pre:	0	20	55	20	5
Post:	20	45	25	5	5
<i>S7: ¿tiene rigidez tras sedestacion, recostado o descansando durante el día?</i>					
Pre:	0	25	40	30	10
Post:	20	45	20	10	5
<b>DOLOR</b>					
<i>P1: ¿Cómo ha sido de seguido el dolor en su rodilla?</i>					
Pre:	0	0	5	70	25
Post:	5	35	35	20	5
<b>¿COMO HA SIDO EL DOLOR DE RODILLA, EN LOS ULTIMOS 7 DIAS, AL REALIZAR LAS SIGUIENTES ACTIVIDADES?</b>					
<i>P2: girar/impulsarse sobre su rodilla</i>					
Pre:	0	15	55	25	5
Post:	20	40	25	10	5
<i>P3: estirar completamente la rodilla</i>					
Pre:	0	25	45	20	10
Post:	35	30	20	10	5
<i>P4: doblar completamente la rodilla</i>					
Pre:	0	30	30	30	10
Post:	25	25	30	10	10
<i>P5: al caminar, en una superficie plana</i>					
Pre:	0	35	35	20	10
Post:	40	30	15	10	5
<i>P6: al subir o bajar escaleras,</i>					
Pre:	0	25	45	20	10
Post:	30	30	25	10	5
<i>P7: por la noche, mientras duerme</i>					
Pre:	20	25	35	20	0
Post:	40	30	20	10	0
<i>P8: al estar sentado o recostado</i>					
Pre:	30	50	15	5	0
Post:	50	30	15	5	0
<i>P9: al estar de pie</i>					
Pre:	5	35	45	10	5
Post:	45	30	15	5	5

Tabla 2. Continuación

	No tengo	leve	moderado	grave	muy grave
<b>ACTIVIDADES COTIDIANAS (Actividades físicas diarias o capacidad para moverse o valerse por si mismo)</b>					
<i>A1: bajar escaleras</i>					
Pre:	0	15	45	30	10
Post:	30	30	20	15	5
<i>A2: subir escaleras</i>					
Pre:	0	15	45	25	15
Post:	20	35	25	15	5
<i>A3: levantarse después de estar sentado</i>					
Pre:	0	20	55	15	10
Post:	30	35	20	10	5
<i>A4: estar de pie</i>					
Pre:	0	35	40	15	10
Post:	35	40	10	10	5
<i>A5: agacharse o recoger algo del suelo</i>					
Pre:	0	25	40	30	5
Post:	30	35	20	10	5
<i>A6: caminar en una superficie plana</i>					
Pre:	5	35	40	10	10
Post:	35	35	15	10	5
<i>A7: subir o bajar de un coche</i>					
Pre:	0	25	45	25	5
Post:	30	40	15	10	5
<i>A8: ir de compras</i>					
Pre:	0	15	50	20	15
Post:	30	35	20	10	5
<i>A9: ponerse los calcetines o las medias</i>					
Pre:	10	35	35	15	5
Post:	40	35	10	10	5
<i>A10: levantarse de la cama</i>					
Pre:	5	20	35	25	10
Post:	20	40	25	10	5
<i>A11: quitarse los calcetines o las medias</i>					
Pre:	25	40	25	10	0
Post:	50	25	15	10	0
<i>A12: estando acostado, al dar la vuelta en la cama, manteniendo la rodilla en una posición fija</i>					
Pre:	0	20	50	20	10
Post:	20	45	20	10	5
<i>A13: entrar o salir de la bañera o ducha</i>					
Pre:	10	40	25	15	10
Post:	40	35	15	5	5
<i>A14: estar sentado</i>					
Pre:	20	50	25	5	0
Post:	55	30	10	5	0
<i>A15: sentarse o levantarse del inodoro</i>					
Pre:	0	30	40	20	10
Post:	25	40	20	10	5
<i>A16: trabajos pesados de la casa (mover objetos pesados, lavar el suelo, etc )</i>					
Pre:	0	15	40	30	15
Post:	20	35	30	10	5
<i>A17: trabajos ligeros de la casa (cocinar, barrer, etc )</i>					
Pre:	5	25	50	10	10
Post:	35	35	20	5	5

Tabla 2. Continuación

	No tengo	leve	moderado	grave	muy grave
<b>ACTIVIDADES DEPORTIVAS Y RECREACIONALES</b> (actividades que requieren mayor nivel de esfuerzo, y deben contestarse pensando en el grado de dificultad experimentado, en su rodilla en los últimos 7 días previos a la cirugía)					
<i>SP1: ponerse en cuclillas</i>					
Pre:	0	10	30	35	25
Post:	15	30	35	10	10
<i>SP2: correr</i>					
Pre:	0	0	20	50	30
Post:	15	25	35	15	10
<i>SP3: saltar</i>					
Pre:	0	0	20	50	30
Post:	15	25	35	15	10
<i>SP4: girar/impulsarse sobre la rodilla afectada</i>					
Pre:	0	10	25	35	30
Post:	15	20	40	15	10
<i>SP5: arrodillarse</i>					
Pre:	0	15	25	35	25
Post:	20	25	35	15	5
<b>CALIDAD DE VIDA</b>					
<i>Q1: ¿cómo es de consciente del problema de su rodilla?</i>					
Pre:	0	0	25	60	15
Post:	20	35	25	15	5
	No	leve	moderado	grave	muy grave
<i>Q2: ¿ha modificado su estilo de vida para evitar actividades que podrían dañar su rodilla?</i>					
Pre:	0	15	25	40	20
Post:	20	25	35	15	5
<i>Q3: ¿está preocupado por la falta de seguridad en su rodilla?</i>					
Pre:	0	15	50	20	20
Post:	25	25	35	10	5
<i>Q4: en general, ¿cuántas dificultades le crea su rodilla?</i>					
	Ninguna	algunas	pocas	muchas	todas
Pre:	0	5	5	70	20
Post:	20	25	35	15	5

dilla, haber modificado sus actividades, o sentirse inseguro y encontrar dificultades a causa de su articulación.

## Discusión

Los métodos reconstructivos buscan rellenar el defecto con tejido autólogo o aloinjertos (OATS, Osteochondral Autograft Transfer, mosaicoplastia o aloinjertos). Por su parte, los métodos regenerativos aprovechan la bioingeniería para regenerar cartílago hialino con condrocitos autólogos, MSC, o matrices celulares (MACI). La microfractura es la técnica de referencia para el tratamiento de las lesiones condrales y con ellas se comparan todas las técnicas. El sangrado consigue una mayor superficie y calidad de tejido de reparación, provoca a las células hemáticas y troncales para

que formen tejido nuevo aunque la sangre coagula parcialmente y la mayor parte desaparece con el lavado artroscópico y el líquido sinovial pero no es de utilidad en las grandes lesiones osteocondrales o en las osteonecrosis. Ninguna otra técnica tiene hoy la difusión de las microfracturas siendo efectivas en las lesiones pequeñas, menores de 2 cm<sup>2</sup>, y con el hueso subcondral intacto [12][14].

En el caso de lesiones necróticas u osteocondrales se propone una técnica de sustitución para proporcionar un cartílago hialino duradero. El autoinjerto osteocondral aporta una estructura que se integra aunque las células del borde del cilindro mueren, lo que compromete su integración [15]. Por ello, se recomienda colocar cilindros a presión para que haya buen contacto con el tejido sano. Para

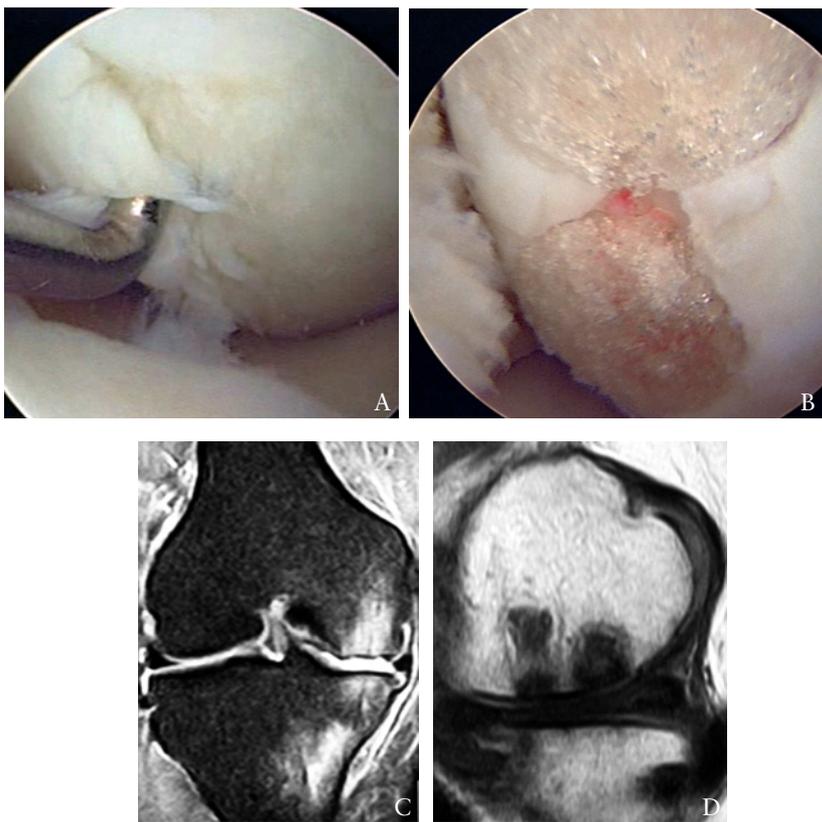


Fig. 4. a. lesión inicial, b. colocación de los implantes, c. RM inicial, d. evolución de 36 meses.

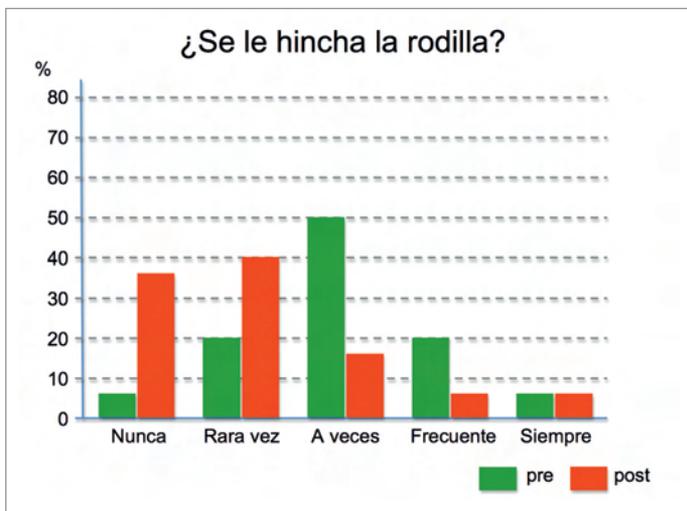


Fig. 5. Porcentaje de pacientes con diferente grado de inflamación, antes y después de la cirugía.

garantizar mejores resultados se debe colocar un solo cilindro, con un diámetro máximo de 12 mm aunque generalmente se usan varios cilindros dejando un contacto incompleto con espacios desprovistos de cartílago entre ellos [16], sin olvidar que los impactos dañan el cartílago articular y disminuyen la viabilidad celular [17]. El porcentaje

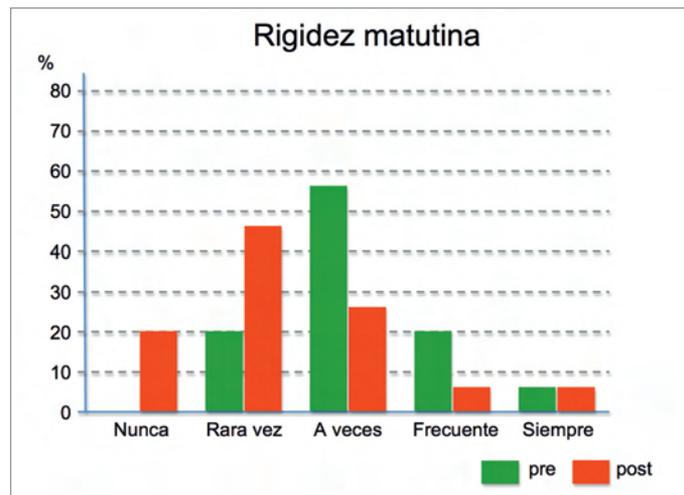


Fig. 6. Porcentaje de pacientes con diferente grado de rigidez matutina, antes y después de la cirugía.

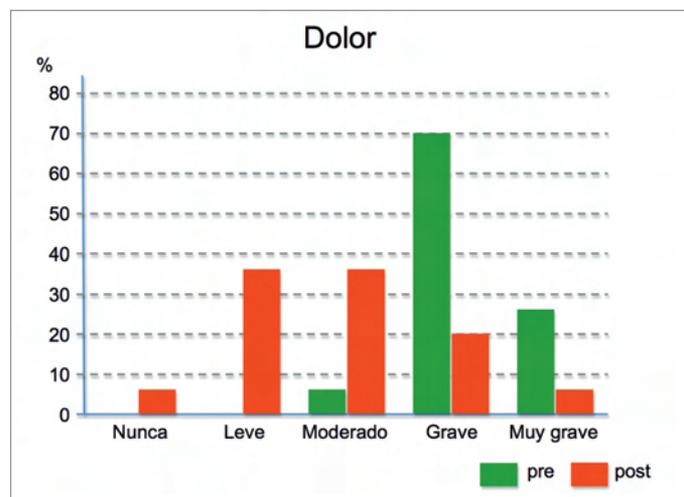


Fig. 7. Porcentaje de pacientes con diferente grado de dolor, antes y después de la cirugía.

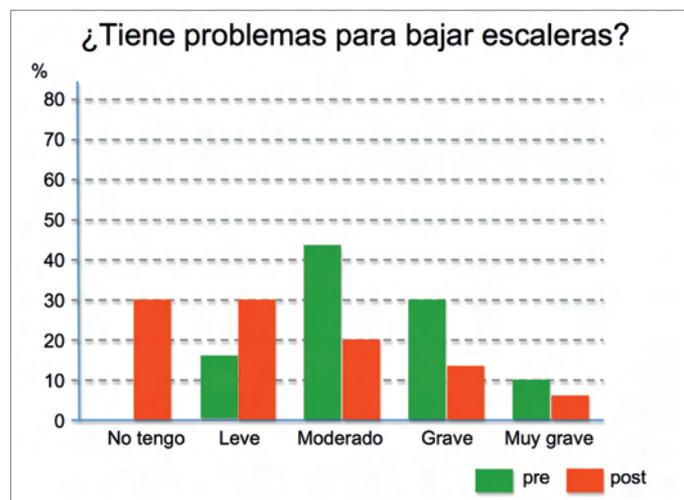


Fig. 8. Porcentaje de pacientes con diferente grado de dificultad para bajar escaleras, antes y después de la cirugía.

de resultados excelentes y buenos es mayor cuando se indica en los cóndilos femorales en comparación con los platillos tibiales o la rótula [13]. La mosaicoplastia no es una técnica sencilla, requiere la toma de cartílago sano de una zona de descarga para implantarlo en otra zona de carga, lo que explica que sea menos utilizada a pesar de los buenos resultados clínicos descritos; si bien varían mucho entre unos autores y otros [18-23]. Sus creadores, Hangody et al [24], obtuvieron en 831 pacientes buenos y excelentes resultados en más del 90% de los casos efectuados en el astrágalo y en el cóndilo femoral, y algo menores en la tibia y la rótula. Las complicaciones reseñadas fueron el 3% de las cirugías, con 4 infecciones profundas y 36 hemartros postoperatorios dolorosos. Jakob et al [25] en 52 pacientes, 23 con lesión tipo ICRS grado 3 y 20 con lesión tipo 4 y una evolución media de 37 meses, hallaron una función de la rodilla excelente en el 86% de los casos, estableciendo una relación entre las complicaciones y el tamaño de la lesión.

Por su parte, Horas et al [19], compararon prospectivamente el ACI y la mosaicoplastia en 40 pacientes; a los dos años el Lysholm fue favorable a la mosaicoplastia, encontrando fibrocartílago en la biopsia de los ACI efectuados. En un estudio multicéntrico [26], la recuperación completa de los pacientes tratados con mosaicoplastia fue del 88% y en el 68% de los pacientes tratados con ACI. Sin embargo, Bentley et al [18] vieron que los pacientes tratados con ACI tienen mejor evolución clínica e histológica que aquellos tratados con mosaicoplastia, un año después de la operación, siendo las diferencias significativas únicamente para lesiones del cóndilo femoral medial. Gudas et al [27] efectuaron un estudio clínico aleatorizado comparando la mosaicoplastia y la microfractura en 57 deportistas con una media de edad de 24 años, y una lesión sintomática en el cartílago articular de la rodilla. El 93% de los deportistas tratados con mosaicoplastia y el 52% de los tratados con microfracturas volvieron a sus actividades deportivas, al mismo nivel que tenían antes de la cirugía, a los 6 meses.

Los sustitutos osteocondrales sintéticos tienen ventajas evidentes pues son biodegradables, no tóxicos, y de fácil almacenamiento y disposición. Además, se pueden combinar con células mesenquimales o factores de crecimiento. Sin embargo, simular las características mecánicas de la unidad del hueso con el cartílago no resulta fácil a pesar de su diseño bifásico. El Trufit BSG® es un implante que se reabsorbe, es semiporoso, está constituido por PLG y sulfato cálcico, que está aprobado para el relleno de lesiones pero se desconocen trabajos sobre su evolución clínica a medio y largo plazo, aunque los estudios experimentales [28-34]

con animales pequeños han demostrado una capacidad de relleno adecuada, incorporación y formación de cartílago hialino y, a pesar de acortar el tiempo quirúrgico, no parece que puedan sustituir en estos momentos a los auto o aloinjertos, pues se han descrito casos de dolor y derrame persistente sin incorporación del cilindro [35]. Experimentalmente estos implantes, con o sin células mesenquimales o factores plaquetarios, rellenan el defecto y permiten la sustitución del material por tejidos vivos aportando vasos y células que sintetizan una nueva matriz extracelular.

El periodo postoperatorio y el implante del sustitutivo se asocia con imágenes desfavorables de la RM con señal hiperintensa, hundimiento, reabsorción de la interfaz, relleno incompleto, pobre incorporación y una señal prolongada de T2 [36]. Entre 6 y 12 meses después de la implantación es frecuente encontrar imágenes de RM desfavorables, con señal hiperintensa, depresión superficial, reabsorción de la interfaz, relleno incompleto y pobre incorporación. Según Bedi et al [36] esto no significa un fracaso de la técnica, sino que es parte del proceso de integración; aunque en nuestra experiencia cuando hemos tenido la oportunidad de hacer una segunda visión artroscópica hemos percibido reblandecimiento del implante y en evoluciones de hasta tres años no hemos visto integración del cilindro. Desde nuestro punto de vista, consigue mejorar la clínica pero no se adecua a las condiciones biomecánicas ni del cartílago ni, tampoco, del hueso. Se reabsorbe con demasiada rapidez sin dejar un tejido de relleno que sea capaz de aportar un tejido con garantías suficientes como para dar un sustento articular. El hueso puede sustituir al sulfato cálcico pero no disponemos de modelo que nos hagan ver que el PLG pueda ser sustituido por tejido cartilaginoso. En nuestra experiencia, se produce una reabsorción del cilindro sintético cuyo espacio es ocupado por tejido fibroso.

El futuro de la reparación del cartílago debe basarse en un diagnóstico certero con técnicas de RNM para estimar el tamaño y profundidad de las lesiones y su evolución. El tiempo tendrá que diferenciar y clasificar las técnicas actualmente disponibles donde todas parecen buenas y todas sirven [37], aunque son muchos los que han demostrado su eficacia hay que determinar los que tengan mejores características mecánicas y relación coste beneficio. En nuestro primer análisis, los cilindros bifásicos son una solución prometedora que en la osteonecrosis de rodilla mejoran la sintomatología y la función, si bien, a corto y medio plazo, un elevado porcentaje de síntomas persisten en menor magnitud, sin olvidar que un diez por ciento de los pacientes requirieron tratamientos más resolutivos. ■

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Buckwalter JA, Mankin HJ. Articular cartilage, part II: generation and osteoarthritis, repair, regeneration and transplantation. *J Bone Joint Surg Am* 1997; 79-A:612-32.
2. Bekkers JE, Inklaar M, Saris DBF. Treatment selection in articular cartilage lesions of the knee. A systematic review. *Am J Sports Med* 2009; 37:148-55.
3. Cole BJ, Pascual-Garrido C, Grumet RC. Surgical management of articular cartilage defects in the knee. *J Bone Joint Surg Am* 2009; 91-A:1778-90.
4. de Windt TS, Bekkers JE, Creemers LB, Dhert WJA, Saris DBF. Patient profiling in cartilage regeneration. Prognostic factors determining success of treatment for cartilage defects. *Am J Sports Med* 2009; 39(suppl 1):58-62.
5. Niemeyer P, Pestka JM, Kreuz PC, Erggelet C, Schmal H, Südkamp NP, et al. Characteristic complications after autologous chondrocyte implantation for cartilage defects of the knee joint. *Am J Sports Med* 2008; 36:2091-9.
6. Zaslav K, Cole B, Brewster, DeBerardino T, Farr J, Fowler P, et al. A prospective study of autologous chondrocyte implantation in patients with failed prior treatment for articular cartilage defect of the knee: results of the Study of the treatment of Articular Repair (STAR) clinical trial. *Am J Sports Med* 2009; 37:42-55.
7. Knutsen G, Engebretsen L, Ludvigsen TC, Drogset JO, Grontvedt T, Solheim E, et al. Autologous chondrocyte implantation compared with microfracture in the knee: A randomized trial. *J Bone Joint Surg (Am)* 2004; 86-A:455-64.
8. Saris DB, Vanlauwe J, Victor J, Almqvist KF, Verdonk R, Bellemans J, et al. Characterized chondrocyte implantation results in better structural repair when treating symptomatic cartilage defects of the knee in a randomized trial versus microfracture. *Am J Sports Med* 2008; 36:235-46.
9. Gudas R, Kalesinskas RJ, Kimtys V, Stankevicius E, Toilulis V, Bernotavicius G, et al. A prospective randomized clinical study of mosaic osteochondral autologous transplantation versus microfracture for the treatment of osteochondral defects in the knee joint in young athletes. *Arthroscopy* 2005; 21:1066-75.
10. Childers JC, Ellwood SC. Partial chondrectomy and subchondral bone drilling for chondromalacia. *Clin Orthop Relat Res* 1979; 144:114-20.
11. Steadman JR, Briggs KK, Rodrigo JJ. Outcomes of microfracture for traumatic chondral defects of the knee: average 11-year follow-up. *Arthroscopy* 2003; 19:477-84.
12. Saris DB, Vanlauwe J, Victor J, Almqvist KF, Verdonk R, Bellemans J, et al. Treatment of symptomatic cartilage defects of the knee. Characterized chondrocyte implantation results in better clinical outcome at 36 months in a randomized trial compared to microfracture. *Am J Sports Med* 2009; 37(suppl 1):11-9.
13. Kreuz PC, Müller S, Ossendorf C, Kaps C, Erggelet C. Treatment of focal degenerative cartilage defects with polymer-based autologous chondrocyte grafts: four-year clinical results. *Arthritis Res Ther* 2009; 11:33.
14. Steadman JR, Miller BS, Karas S, Schlegel T, Briggs K, Hawkins R. The microfracture technique in the treatment of chondral lesions of the knee in National Football League players. *J Knee Surg* 2003; 2:83-6.
15. Huntley JS, McBirnie JM, Simpson AH, Hall AC. Cutting-edge design to improve cell viability in osteochondral grafts. *Osteoarthritis Cartilage* 2005; 13:665-71.
16. Kordás G, Szabó JS, Hangody L. Primary stability of osteochondral grafts used in mosaicplasty. *Arthroscopy* 2006; 22:414-21.
17. Whiteside RA, Jakob RP, Wyss UP, Mainil-Varlet P. Impact loading of articular cartilage during transplantation of osteochondral autograft. *J Bone Joint Surg (Br)* 2005; 87-B:1285-91.
18. Bentley G, Biant L, Carrington R, Akmal M, Goldberg A, Williams A, et al. A prospective, randomised comparison of autologous chondrocyte implantation versus mosaicplasty for osteochondral defects in the knee. *J Bone Joint Surg (Br)* 2003; 85-B:223-30.
19. Horas U, Pelinkovic D, Herr G, Aigner T, Schnettler R. Autologous chondrocyte implantation and osteochondral cylinder transplantation in cartilage repair of the knee joint. A prospective, comparative trial. *J Bone Joint Surg (Am)* 2003; 85-A:185-92.
20. Hangody L, Kish G, Kárpáti Z, Szerb I, Udvarhelyi I. Arthroscopic autogenous osteochondral mosaicplasty for the treatment of femoral condylar articular defects. *Knee Surg Sport Traumatol Arthrosc* 1997; 5:262-7.
21. Han EH, Bae WC, Hsich-Bonassera ND, Wong VW, Schumacher BL, Görtz S, et al. Shaped, stratified, scaffold-free grafts for articular cartilage defects. *Clin Orthop Relat Res* 2008; 466:1912-20.
22. Lane JG, Tontz WL, Ball ST, Massie JB, Chen AC, Bae WC, et al. A morphologic, biochemical and biomechanical assessment of short-term effects of osteochondral autograft plug transfer in a animal model. *Arthroscopy* 2001; 17:856-63.
23. Pearce SG, Hurtig MB, Clarnette R, Kalra M. An investigation of 2 techniques for optimizing joint surface congruency using multiple cylindrical osteochondral autografts. *Arthroscopy* 2001; 17:50-5.
24. Hangody L, Füles 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; 85-A(suppl 2):25-32.
25. Jakob RP, Franz T, Gautier E, Mainil-Varlet P. Autologous osteochondral grafting in the knee: indication, results and reflections. *Clin Orthop Relat Res* 2002; 401:170-84.
  26. Dozin B, Malpeli M, Cancedda R, Bruzzi P, Calcagno S, Molfetta L, et al. Comparative evaluation of autologous chondrocyte implantation and mosaicoplasty: a multicentered randomized clinical trial. *Clin J Sport Med* 2005; 15:220-6.
  27. Gudas R, Stankevicius E, Monastyreckiene E, Pranys D, Kalesinskas RJ. Osteochondral autologous transplantation versus microfracture for the treatment of articular cartilage defects in the knee joint in athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006; 14:834-42.
  28. Almarza AJ, Athanasiou KA. Design characteristics for the tissue engineering of cartilaginous tissues. *Ann Biomed Eng* 2004; 32:2-17.
  29. Breinan HA, Martin SD, Hsu HP, Spector M. Healing of canine articular cartilage defects treated with microfracture, a type-III collagen matrix, or cultured autologous chondrocytes. *J Orthop Res* 2000; 18:781-9.
  30. Klompmaker J, Jansen HW, Veth RP, Nielsen HK, de Groot JH, Pennings AJ. Porous polymer implants for repair of full-thickness defects of articular cartilage: an experimental study in Rabbit and dog. *Biomaterials* 1992; 13:625-34.
  31. Maier CF, Tan SG, Hariharan H, Potter HG. T2 quantitation of articular cartilage at 1.5 T. *J Magn Reson Imaging* 2003; 17:358-64.
  32. Mouw JK, Case ND, Guldberg RE, Plaas AH, Levenston ME. Variations in matrix composition and GAG fine structure among scaffolds for cartilage tissue engineering. *Osteoarthr Cartil* 2005; 13:828-36.
  33. Slivka MA, Leatherbury NC, Kieswetter K, Niederauer GG. Porous, resorbable, fiber-reinforced scaffolds tailored for articular cartilage repair. *Tissue Eng* 2001; 7:767-80.
  34. Williams RJ, Gamradt SC. Articular cartilage repair using a reabsorbable matrix scaffold. *Instr Course Lect* 2008; 57:563-71.
  35. Carmont MR, Carey-Smith R, Saithna A, Dhillon M, Thompson P, Spalding T. Delayed incorporation of a TruFit plug: Perseverance is recommended. *Arthroscopy* 2009; 25:810-4.
  36. Bedi A, Foo LF, Williams RJ. The maturation of synthetic scaffolds for osteochondral donor sites of the knee: an MRI and T2 mapping analysis. *Cartilage* 2010; 1:20-8.
  37. Lee CR, Grodzinsky AJ, Hsu HP, Spector M. Effects of a cultured autologous chondrocyte-seeded type II collagen scaffold on the healing of a chondral defect in a canine model. *J Orthop Res* 2003; 21:272-81.

---

#### Conflicto de intereses

Los autores no hemos recibido ayuda económica alguna para la realización de este trabajo. Tampoco hemos firmado ningún acuerdo por el que vayamos a recibir beneficios u honorarios por parte de alguna entidad comercial. Ninguna entidad comercial ha pagado, ni pagará, a fundaciones, instituciones educativas u otras organizaciones sin ánimo de lucro a las que estamos afiliados.