



Factores pronósticos para la supervivencia del aloinjerto fresco osteocondral en lesiones condrales de rodilla

Prognostic factors for survival of fresh osteochondral allograft in knee chondral lesions

Félix Vilchez-Cavazos,* Sergio Rivera-Zarazua,* Roger Armando Erosa-Villarreal,*
Carlos Acosta-Olivo,* Víctor Manuel Peña-Martínez,* Francisco Javier Arrambide-Garza*‡

*Departamento de Ortopedia y Traumatología del Hospital Universitario «Dr. José Eleuterio González». Monterrey, Nuevo León, México; ‡ORCID: 0000-0002-2517-749X.

Resumen

Los problemas osteocondrales en la rodilla pueden ocasionar discapacidad y restringir las actividades cotidianas. La elección terapéutica varía de acuerdo con las particularidades del paciente y cualidades del defecto. Las alternativas biológicas se han establecido como la elección de preferencia debido a los resultados satisfactorios en personas jóvenes en relación con la supervivencia y la funcionalidad. El aloinjerto fresco osteocondral o FOCA (*fresh osteochondral allograft*), consiste en la transferencia de cartílago hialino maduro y hueso subcondral de la rodilla de un donante de la misma especie, pero no genéticamente idéntico; es una opción ventajosa para las lesiones de gran espesor en jóvenes, permite una carga de peso temprana y una rehabilitación más rápida. Uno de sus principales objetivos es posponer o idealmente descartar la necesidad de una artroplastia. El conocimiento continúa creciendo con altas tasas de supervivencia a largo plazo; sin embargo, debido a las limitaciones en la disponibilidad y estandarización de métodos de conservación y procesamiento, los esfuerzos deben centrarse en identificar factores de riesgo del paciente para incrementar la supervivencia del injerto. El propósito de esta revisión es describir las propiedades, la técnica quirúrgica y los factores pronósticos del FOCA para lesiones condrales de rodilla.

Palabras clave: trasplante de aloinjerto, reparación de cartílago, supervivencia de condrocitos, defecto osteocondral.

Abstract

Knee osteochondral defects cause disability and limitation in daily activities. The therapeutic choice varies according to the patient's characteristics and the qualities of the osteochondral defect. Biological alternatives have been established as the preferred choice due to satisfactory outcomes in young individuals in terms of survival and functionality. Fresh osteochondral allograft (FOCA), involves the transfer of mature hyaline cartilage and subchondral bone from the knee of a genetically non-identical donor of the same species. It is an advantageous option for large-thickness lesions in young individuals. It allows for early weight-bearing and faster rehabilitation. One of its main objectives is to postpone or ideally eliminate the need for arthroplasty. Knowledge continues to grow with high long-term satisfaction and survival rates. However, due to limitations in availability and standardization of preservation and processing methods, efforts should focus on identifying patient risk factors to increase graft survival. The purpose of this review is to describe the surgical technique, review prognostic factors for graft survival, and functional outcomes of FOCA for knee chondral lesions.

Keywords: allograft transplantation, cartilage repair, chondrocyte survival, osteochondral defect.

Abreviaturas:

AATB = American Association of Tissue Banks.
FDA = Food And Drug Administration.
FOCA = fresh osteochondral allograft.

IKDC = International Knee Documentation Committee.
MAT = Meniscal Allograft Transplantation.
mHSS = modified Hospital for Special Surgery.
OCA = osteochondral allograft.

Correspondencia:

Dr. Francisco Javier Arrambide-Garza
E-mail: arrambidefrancisco@gmail.com

Citar como: Vilchez-Cavazos F, Rivera-Zarazua S, Erosa-Villarreal RA, Acosta-Olivo C, Peña-Martínez VM, Arrambide-Garza FJ. Factores pronósticos para la supervivencia del aloinjerto fresco osteocondral en lesiones condrales de rodilla. Orthotips. 2023; 19 (3): 152-159. <https://dx.doi.org/10.35366/111665>

Recibido: 01-05-2023. Aceptado: 13-06-2023.

Introducción

Los problemas osteocondrales en la rodilla pueden ocasionar discapacidad y restringir las actividades cotidianas.¹ La frecuencia de esta condición alcanza hasta 5% en individuos menores de 40 años, lo cual ha generado un mayor interés en su tratamiento debido a las exigencias físicas de este grupo de edad.^{2,3} En ausencia de un tratamiento temprano, se ha observado una relación con el desarrollo precoz de cambios degenerativos en las articulaciones.^{4,5} La elección terapéutica varía de acuerdo con las particularidades del paciente y cualidades del defecto.⁶

A pesar de los resultados satisfactorios después de la artroplastia total de rodilla, el riesgo de falla temprana y la alta exigencia física de personas jóvenes, convierte a las alternativas biológicas como la elección de preferencia de una variedad de patologías condrales.⁷⁻¹¹ Han sido ampliamente utilizadas con resultados satisfactorios para la osteocondritis disecante, osteonecrosis focal, lesiones postraumáticas, fracturas intraarticulares y reparación de cartílago.^{2,10,12,13} Tales técnicas incluyen estimulación al cartílago, implantación basada en células, trasplante autólogo osteocondral y aloinjerto osteocondral.¹⁴

El aloinjerto fresco osteocondral o FOCA (*fresh osteochondral allograft*), consiste en la transferencia de cartílago hialino maduro y hueso subcondral de la rodilla de un donante de la misma especie, pero no genéticamente idéntico.^{15,16} Emulan la arquitectura articular al proporcionar cartílago hialino y hueso subcondral que actúa como andamiaje en una lesión osteocondral. Aunque este procedimiento implica un costo elevado y la necesidad de un programa de trasplante con personal altamente capacitado, es una opción ventajosa para las lesiones de gran espesor en jóvenes. Puesto que no se consideran candidatos para la artroplastia total debido a la demanda física esperada,^{15,17} su finalidad es retrasar o eliminar la necesidad de una intervención más invasiva como la artroplastia;^{2,10,11,18} no obstante, debido a las limitaciones en la disponibilidad y estandarización de métodos de conservación y procesamiento, los esfuerzos deben centrarse en identificar factores pronósticos del individuo para incrementar la supervivencia del injerto.^{14,19} El propósito de esta revisión es describir las propiedades, la técnica quirúrgica y los factores pronósticos del FOCA para lesiones condrales de rodilla.

Propiedades y almacenamiento del injerto

Los aloinjertos osteocondrales u OCA (*osteochondral allograft*) pueden ser clasificados en: frescos, congelados, crioconservados o liofilizados. Los congelados tienen una baja viabilidad e inmunogenicidad de los condrocitos. Contrario a los crioconservados, cuya supervivencia varía hasta 70%.^{20,21} Los OCA liofilizados muestran reducida antigenicidad, pero el proceso de almacenamiento puede afectar la competencia biomecánica del trasplante.¹⁸ Por su parte, los FOCA contienen cartílago hialino viable y hueso estructuralmente competente. Los condrocitos permanecen vivos y mantienen intacta la matriz de cartílago hialino posterior al trasplante, lo que permite que se emule el cartílago articular normal.²² El término «fresco» se refiere a un injerto recolectado dentro de las 24 horas posteriores a la muerte del donante, por lo que el trasplante debe de realizarse durante el primer mes para conservar su viabilidad.²³

La disponibilidad de los tejidos y la logística del trasplante limita el uso generalizado de estas técnicas. Antes de 1998 sólo dos instituciones mantenían el sistema de cosecha, procesamiento y almacenamiento.¹⁸ A finales de 1990 estaban disponibles los bancos de hueso, cuyas pautas para el proceso, fueron establecidas por la Asociación Estadounidense de Banco de Tejidos con la supervisión de la FDA (*Food And Drug Administration*).^{18,24}

El aumento en la demanda de trasplantes de FOCA ha generado la necesidad de desarrollar nuevos protocolos que permitan prolongar el almacenamiento de los injertos osteocondrales de manera viable.²⁵ Esto tiene como objetivo incrementar la disponibilidad y facilitar una distribución más amplia de los FOCA, lo que permitirá a su vez tratar a un mayor número de pacientes.²⁶

El cartílago articular posee propiedades que lo convierten en un tejido altamente beneficioso para los trasplantes. Al ser avascular, no requiere un suministro sanguíneo y obtiene sus nutrientes mediante la difusión desde el líquido sinovial.^{7,27} Además, al ser aneural, no necesita de inervación para su correcto funcionamiento. Asimismo, los condrocitos presentes en la matriz sin células permanecen prácticamente invisibles al sistema inmunológico del receptor.²⁸ A su vez, la base ósea, que es otro componente fundamental de los trasplantes de OCA, asegura la fijación e incorporación adecuada del injerto en el área receptora. Durante el proceso de integración, esta estructura en forma de marco actúa como un

andamio. No obstante, dado que originalmente el tejido era vascularizado, las células sanguíneas remanentes pueden desencadenar una respuesta inmune en el receptor.^{1,25,29}

Los aloinjertos son obtenidos dentro de las primeras 24 horas de la muerte del donante, idealmente de donantes entre 15 y 40 años con cartílago articular sano. La viabilidad de los condrocitos está directamente correlacionada con el éxito clínico del trasplante. Si los condrocitos se mantienen en buen almacenamiento y con su matriz extracelular, continuarán teniendo las propiedades del injerto.^{14,30}

De acuerdo con la AATB (*American Association of Tissue Banks*), el almacenamiento de los FOCA debe ser a 39.2 °F (4 °C); la viabilidad de los condrocitos empieza a decrecer después de los 14 días,^{26,30} la recomendación de tiempo, desde la cosecha hasta el trasplante, es de 28 días. Esto se correlaciona con la viabilidad de los condrocitos de al menos 70%.³¹ Se realiza un previo *screening* a los donantes para hepatitis B, HIV, hepatitis C, sífilis; también se llevan a cabo cultivos bacterianos que si son positivos para *Clostridium* o estreptococo provocan que se descarte el aloinjerto.³²

Técnicas quirúrgicas

Las dos técnicas mayormente usadas son la técnica de Dowell y de Shell para lesiones condrales en los cóndilos femorales; sin embargo, en ninguna de estas situaciones el injerto estará sujeto al peso de todo el cuerpo como sí sucede en las lesiones tibiales, donde usualmente se necesita reemplazar la meseta medial o lateral, lo que somete al FOCA a todo el peso corporal.^{7,33}

La técnica de Dowell, también llamada técnica de tapón circular de ajuste a presión, suele estar indicada para lesiones del cóndilo femoral. Se realiza a través de una pequeña artrotomía donde se retiran los fragmentos y se demarca la lesión; se mide el diámetro del tapón utilizando guías donde posteriormente se prepara el sitio receptor al asegurar que el hueso se ajuste al tamaño específico; se procede a la realización del fresado aplicando solución salina fría con el fin de prevenir la necrosis térmica del tejido circundante hasta alcanzar el hueso subcondral sangrante viable (profundidad 6-8 mm); luego, se pueden hacer múltiples perforaciones en la cavidad; la superficie profunda del aloinjerto se mide y se corta con precisión para reproducir el mismo contorno de la superficie después de que se haya realizado el injerto.

El alvéolo receptor suele dilatarse antes de colocar a presión el aloinjerto. Se puede usar un apisonador para impactar suavemente el injerto en su lugar para evitar dañar los condrocitos.^{33,34}

La técnica de Shell es empleada principalmente cuando los defectos osteocondrales son asimétricos o se localizan en la región posterior de los cóndilos femorales. En esta técnica se realiza un ajuste de las dimensiones del injerto con el defecto. Se delimita el defecto, se elimina el hueso patológico subyacente hasta exponer el hueso subcondral viable, después las dimensiones del injerto donante se preparan.¹⁸

La mala alineación persistente puede aumentar el riesgo de fracaso del injerto. Se ha documentado que el uso de la osteotomía de realineación, en asociación con el FOCA, resulta en una excelente supervivencia del injerto.^{35,36} La mala alineación puede incrementar la probabilidad de cambios degenerativos influyendo en la restauración del cartílago al provocar una carga sobre el compartimento afectado. La osteotomía femoral distal o la tibial alta son procedimientos de realineación concomitantes a la reparación del cartílago en pacientes con mala alineación para corregir este factor.^{9,11,37-39}

Injerto osteocondral en deportista: experiencia en el Hospital Universitario UANL

Mostramos el caso de un tratamiento exitoso analizado en nuestro centro, se trata de un hombre de 16 años, deportista con lesión osteocondral en cóndilo medial del fémur y tratado mediante FOCA (*Figura 1*). La técnica quirúrgica consistió en una incisión en la cara anterior de la rodilla paramedial que expuso el cóndilo femoral medial. Se observó lesión condral con dos fragmentos, el inferior de 2.0 × 1.6 cm; el superior de 2.5 × 2.0 cm adherido a sus bordes. Se retiraron ambos fragmentos y se realizó debridación del área circundante no viable. Se preparó aloinjerto de acuerdo con las dimensiones del defecto. Para ajustar el aloinjerto se utilizó una guía cilíndrica canulada sobre el defecto para determinar el diámetro óptimo, posteriormente se perforó con rimas para reavivar bordes de la lesión condral. Se preparó el bloque cilíndrico de aloinjerto para su posterior colocación con lavado pulsátil para reducir su inmunogenicidad. La fijación se realizó con un tornillo canulado de 34 × 3.6 mm.

Luego de la cirugía se diseñó un programa en colaboración con médicos del deporte para una exposición paulatina a la actividad deportiva. El seguimiento

se realizó hasta cumplir la última evaluación a los 22 meses, con lo que se mostró un resultado de 100 puntos posibles de la escala IKDC (*International Knee Documentation Committee*), una flexión de 140 grados y una extensión completa que indicaba una recuperación completa. Actualmente, el paciente se encuentra realizando sus actividades deportivas sin limitaciones.

Trasplante combinado de aloinjerto osteocondral y aloinjerto meniscal

Getgood y colaboradores evaluaron los resultados clínicos del aloinjerto meniscal en combinación con el OCA, donde hubo 48 pacientes con una mediana de edad de 35.8 años con fractura del platillo tibial en 33%, predominó la artrosis en 54% de los casos; 11 pacientes se consideraron fracasos y requirieron la extracción o revisión de uno o ambos injertos, principalmente en pacientes con osteoartritis y tres en pacientes con fractura de meseta tibial. El tiempo medio hasta el fallo fue de tres y dos años para MAT y OCA, respectivamente. La supervivencia a los cinco años fue de 78 y 73% para MAT (*Meniscal Allograft Transplantation*) y OCA, respectivamente, y de 69 y 68% a los 10 años.⁴⁰

Frank y su equipo realizaron un estudio retrospectivo para determinar los resultados clínicos de los pacientes que se sometieron a OCA con MAT en comparación con pacientes que se sometieron a OCA aislada. Diseño del estudio: estudio de control, se incluyeron 100 pacientes sometidos a OCA (50 aislados, 50 con MAT) con un seguimiento medio

de cinco años y una edad promedio de 31 años. El tiempo hasta la reintervención fue de dos años para OCA con MAT y tres años para OCA sin MAT. La tasa de fracaso fue de 14% para ambos grupos.⁸

Resultados del trasplante osteocondral

Se han empleado varias escalas para la valoración de la funcionalidad posterior a un trasplante por FOCA. En 2016, Assenmacher y sus colegas llevaron a cabo una revisión sistemática que mostró mejoras clínicas significativas en relación con el dolor, el rango de movimiento y la estabilidad en lesiones condrales después de la cirugía a lo largo de 12 años. Sin embargo, se debe tener en cuenta la heterogeneidad en la técnica quirúrgica, las características de la lesión y del paciente en los estudios incluidos. Los participantes en los estudios tenían entre 20 y 40 años, principalmente con lesiones en el cóndilo femoral y en menor medida en la meseta tibial, aunque no se describieron las dimensiones específicas de las lesiones. El seguimiento se realizó durante periodos que variaron desde dos hasta 17 años, y se acompañó de programas de rehabilitación. Se informó de un aumento en la tasa de fracaso en una población de adultos mayores. El estudio con el mayor tamaño muestral⁹ reportó una mejora en el dolor y la funcionalidad, con una supervivencia del injerto de 82% a los 10 años.²

Nielsen y sus colegas llevaron a cabo una evaluación en 142 pacientes con el objetivo de determinar si los atletas que se sometieron a un trasplante de

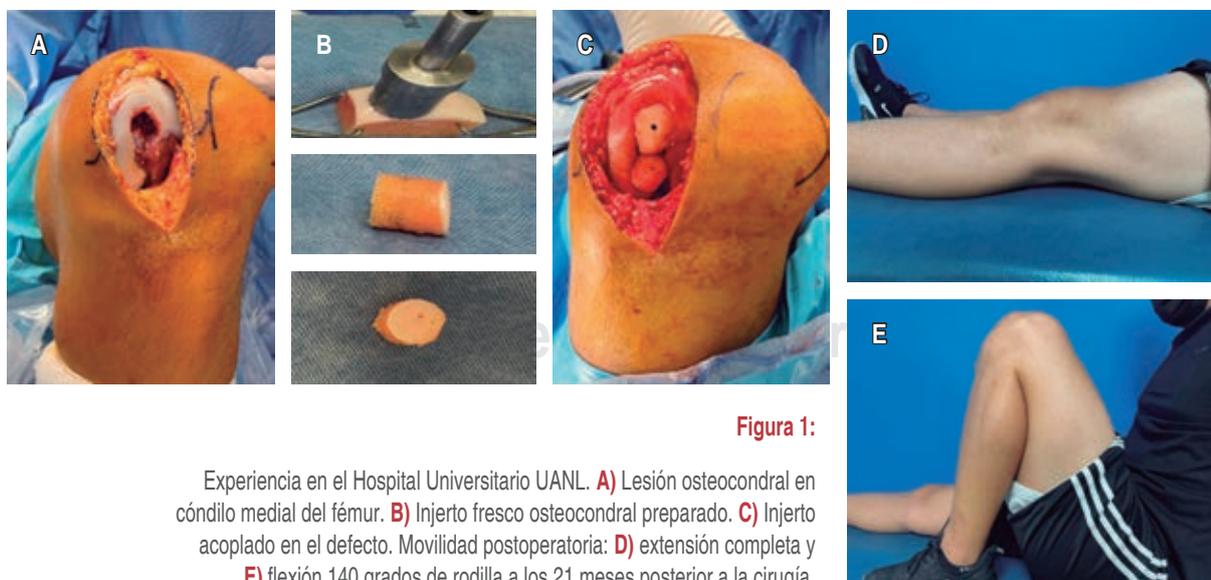


Figura 1:

Experiencia en el Hospital Universitario UANL. **A)** Lesión osteocondral en cóndilo medial del fémur. **B)** Injerto fresco osteocondral preparado. **C)** Injerto acoplado en el defecto. Movilidad postoperatoria: **D)** extensión completa y **E)** flexión 140 grados de rodilla a los 21 meses posterior a la cirugía.

OCA pudieron regresar al deporte en un periodo de seguimiento promedio de seis años. Se encontró que 75.2% de las rodillas lograron un retorno exitoso a las actividades deportivas y de ese grupo 79% informó participar en un nivel alto de actividad después de la operación. Se observó que las mujeres tenían una proporción mayor de no regresar al deporte, especialmente si tenían antecedentes de lesiones en la rodilla en una actividad distinta a la deportiva y si se les realizó un injerto de mayor tamaño.¹¹

Si bien, los estudios muestran una mejora significativa en la funcionalidad a través de varias escalas clínicas, el análisis debe ser ajustado a posibles variables de confusión o interacción. De igual manera, falta aún un análisis estratificado en relación con la edad del paciente y el tipo de lesión.

Factores pronósticos de supervivencia del injerto

En líneas generales, las investigaciones sobre el trasplante de OCA en lesiones condrales u osteocondrales focales idiopáticas de los cóndilos femorales han arrojado resultados altamente satisfactorios en cuanto a la supervivencia del injerto y el restablecimiento de la función del paciente. Posponer o idealmente descartar la necesidad de una artroplastia es uno de los principales objetivos del FOCA.^{41,42}

Diversos factores se han relacionado con la supervivencia del injerto, como la viabilidad del condrocito, método y tiempo de conservación.^{35,38} El alto desarrollo de la ingeniería biomédica ha favorecido la supervivencia de los injertos osteocondrales, pero su amplia disponibilidad no se logrará en los próximos años. Por lo tanto, los esfuerzos deben centrarse en identificar factores de riesgo del paciente para incrementar la supervivencia del injerto. La falla del injerto es definida como la necesidad de realizar otro procedimiento para la corrección del defecto como la artroplastia (*Tabla 1*).^{7,9,35,38}

Abolghasemian y colaboradores realizaron un estudio cohorte con el que evaluaron los factores pronósticos para la supervivencia y la funcionalidad de pacientes con lesión condral en los platillos tibiales > 3 cm de diámetro y > 1 cm de profundidad tratados con FOCA; la funcionalidad fue evaluada por medio de la escala mHSS (*modified Hospital for Special Surgery*). Se estudió a 113 pacientes con una media de 43 años, la media del seguimiento fue de 13 años. Se obtuvieron 48 conversiones a artroplastia u otro procedimiento FOCA a una media de 11 años

después de la cirugía índice. En el seguimiento más reciente la puntuación media de mHSS entre aquellos con una FOCA superviviente fue 85 de 100, donde a mayor puntaje mayor funcionalidad. En el análisis de regresión Cox se obtuvo que los pacientes mayores, aquellos con defectos mediales y aquellos con múltiples cirugías previas tenían un pronóstico menos favorable.⁷

Ramkumar y colaboradores, a través de un estudio longitudinal, mostraron que la ausencia de edema óseo, la lesión concomitante del ligamento cruzado anterior o del menisco, el mayor tamaño de la lesión en la resonancia magnética, la mala alineación de la rodilla y el índice de masa corporal elevado son predictivos de la incapacidad de lograr beneficios funcionales a los dos años después de la OCA de la rodilla.³⁸

León y colaboradores hicieron un seguimiento promedio de 11 años a 60 pacientes sometidos a un trasplante con FOCA por lesión condral unilateral del cóndilo femoral, aunado a una osteotomía femoral o tibial para realineación de la articulación en caso necesario. La supervivencia fue de 87 y 59% a los 5 y 25 años, respectivamente. La no supervivencia del injerto se asoció con mala alineación de la articulación, edad mayor del paciente y mayor tiempo transcurrido del origen de la lesión al trasplante.³⁵

Schmidt y colaboradores³⁹ llevaron a cabo un estudio de cohorte en el que llegaron a la conclusión de que el trasplante de tejido de OCA almacenado durante periodos prolongados es seguro y efectivo para tratar lesiones osteocondrales grandes en la rodilla, además presenta resultados clínicos y niveles de satisfacción similares a los injertos de liberación temprana. En el grupo de liberación temprana, se observó un índice de fracaso del OCA de 25.3% (19/75) de los pacientes, mientras que en el grupo de liberación tardía fue de 12.0% (9/75). El tiempo mediano hasta el fracaso fue de 3.5 años (rango, 1.7-13.8 años) para el grupo de liberación temprana y de 2.7 años (rango: 0.3-11.1 años) para el grupo de liberación tardía.

Tírigo y colaboradores⁴³ sugieren que el tamaño de la lesión ya sea absoluto o relativo, no influye en los resultados después del trasplante de OCA para lesiones aisladas del cóndilo femoral de la rodilla. El estudio incluyó 156 rodillas por lesiones aisladas del cóndilo femoral. La edad media fue de 29.6 ± 11.4 años y 62.9% eran hombres. El seguimiento promedio entre los pacientes con injertos que permanecieron *in situ* fue de 6.0 años (rango, 1.9-16.5 años). La tasa

Tabla 1: Tiempo y factores pronósticos para la supervivencia del aloinjerto osteocondral fresco de rodilla.

Autor	Género femenino n (%)	Edad [años] Media (rango)	Tipo de lesiones	Seguimiento en años Media (rango)	Supervivencia % (IC 95%)			Factores asociados a menor supervivencia	Hazard ratio (IC 95%)	
					5 años	10 años	15 años			
Abolghasemian, 2019 Canadá ⁷	67 (59.2)	43 (24-72)	Lesión del platillo tibial	13.8 (1.7-34)	90 (83-94)	79 (70-86)	64 (53-73)	47 (24-59)	Edad mayor Defectos mediales Cirugías previas	1.04 (1-1.07) 2.6 (1.1-5.8) 1.6 (1.1-2.6)
León, 2019 Canadá ³⁵	16 (26.6)	28.9 (10-62)	Lesión unipolar del cóndilo femoral	11.4 (1.4-20.1)	87.3 (79-96.6)	85 (75.8-95.3)	74.8 (62.2-90)	65.2 (49.9-85.2)	Mala alineación Edad mayor Tiempo de lesión	6.5 (1.61-27.7) 1.08 (1.02-1.15) 1.15 (1.06-1.25)
Tírigo, 2018 Estados Unidos ⁴³	52 (37.1)	29.6 ± 11.4*	Lesión del cóndilo femoral	6 (1.9-16.5)	97.2 (NI)	93.5 (NI)	NI	NI	NI	NI
Schmidt, 2017 Estados Unidos ³⁹	61 (40.6)	33 ± 10*	Osteocondritis, necrosis avascular, lesión degenerativa y traumática	NI (2-16)	87.5	NI	NI	NI	NI	NI
Raz, 2014 Canadá ¹⁹	NI	NI (11-48)	Defectos traumáticos, osteocondritis disecante del cóndilo femoral	21.8 (15-32)	NI	91 (80-96)	84 (71-91)	69 (50-81)	Defectos mediales	NI
Levy, 2013 Estados Unidos ⁹	57 (47.0)	33 (NI)	Osteocondritis, necrosis avascular, lesión degenerativa y traumática	Mediana: 13.5	89 (82-94)	82 (74-88)	74 (66-81)	66 (57-75)	Edad > 30 años Cirugías previas	NI NI

*Valores expresados como media ± desviación estándar. IC = intervalo de confianza. NI = no información.

de fracaso de los OCA fue de 5.8%. La supervivencia general del injerto fue de 97.2% a los cinco años y de 93.5% a los 10 años.

Un resumen de los distintos factores pronósticos y la tasa de supervivencia es mostrado en la **Tabla 1**. Se observa una excelente tasa de supervivencia en la primera década posterior al trasplante; sin embargo, ésta disminuye de forma importante a los 20 años. Es relevante destacar que los distintos datos sugieren que el uso del aloinjerto retrasa de forma significativa la necesidad de una artroplastia total al menos en la primera década. Se muestran factores pronósticos en común entre los distintos estudios, pero sólo algunos autores realizan un análisis cuantitativo con un índice de asociación (*hazard ratio*).^{7,35} Los factores identificados son: edad mayor, defectos condrales mediales, mayor cantidad de cirugías previas, persistencia de mala alineación y mayor tiempo transcurrido antes de la cirugía.^{7,9,19,35,39,43} Futuros estudios deben centrarse en realizar un análisis multivariante de los factores pronósticos para la supervivencia del injerto, además de efectuar un análisis cuantitativo para ponderar la asociación de cada factor entre los distintos estudios estratificados por la localización y dimensiones del defecto.

Conclusión

El FOCA ofrece una solución biológica en lugar de un reemplazo de superficie de apoyo artificial. Permite una carga de peso temprana y una rehabilitación más rápida. El conocimiento sobre el FOCA continúa creciendo con tasas de satisfacción y supervivencia altas a largo plazo.

Referencias

1. Filardo G, Andriolo L, Soler F, Berruto M, Ferrua P, Verdonk P, et al. Treatment of unstable knee osteochondritis dissecans in the young adult: results and limitations of surgical strategies-The advantages of allografts to address an osteochondral challenge. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019; 27 (6): 1726-1738.
2. Assenmacher AT, Pareek A, Reardon PJ, Macalena JA, Stuart MJ, Krych AJ. Long-term outcomes after osteochondral allograft: a systematic review at long-term follow-up of 12.3 years. *Arthroscopy.* 2016; 32 (10): 2160-2168.
3. Familiari F, Cinque ME, Chahla J, Godin JA, Olesen ML, Moatshe G, et al. Clinical outcomes and failure rates of osteochondral allograft transplantation in the knee: a systematic review. *Am J Sports Med.* 2018; 46 (14): 3541-3549.
4. Davies-Tuck ML, Wluka AE, Wang Y, Teichtahl AJ, Jones G, Ding C, et al. The natural history of cartilage defects in people with knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage.* 2008; 16 (3): 337-342.
5. Dinjens RN, Senden R, Heyligers IC, Grimm B. Clinimetric quality of the new 2011 Knee Society score: high validity, low completion rate. *Knee.* 2014; 21 (3): 647-654.
6. De Caro F, Bisicchia S, Amendola A, Ding L. Large fresh osteochondral allografts of the knee: a systematic clinical and basic science review of the literature. *Arthroscopy.* 2015; 31 (4): 757-765.
7. Abolghasemian M, Leon S, Lee PTH, Safir O, Backstein D, Gross AE, et al. Long-term results of treating large posttraumatic tibial plateau lesions with fresh osteochondral allograft transplantation. *J Bone Joint Surg Am.* 2019; 101 (12): 1102-1108.
8. Frank RM, Lee S, Cotter EJ, Hannon CP, Leroux T, Cole BJ. Outcomes of osteochondral allograft transplantation with and without concomitant meniscus allograft transplantation: a comparative matched group analysis. *Am J Sports Med.* 2018; 46 (3): 573-580.
9. Levy YD, Gortz S, Pulido PA, McCauley JC, Bugbee WD. Do fresh osteochondral allografts successfully treat femoral condyle lesions? *Clin Orthop Relat Res.* 2013; 471 (1): 231-237.
10. McCarthy MA, Meyer MA, Weber AE, Levy DM, Tilton AK, Yanke AB, et al. Can competitive athletes return to high-level play after osteochondral allograft transplantation of the knee? *Arthroscopy.* 2017; 33 (9): 1712-1717.
11. Nielsen ES, McCauley JC, Pulido PA, Bugbee WD. Return to sport and recreational activity after osteochondral allograft transplantation in the knee. *Am J Sports Med.* 2017; 45 (7): 1608-1614.
12. Wang D, Marom N, Coxe FR, Kalia V, Burge AJ, Jones KJ, et al. Preoperative grades of osteoarthritis and meniscus volume correlate with clinical outcomes of osteochondral graft treatment for cartilage defects in the knee. *Cartilage.* 2021; 12 (3): 344-353.
13. Yates EW, Boden RA, Suvarna K, Stockley I. Fresh osteochondral allograft with soft tissue reconstruction for open knee trauma: A 20-year follow-up. *Ann R Coll Surg Engl.* 2016; 98 (2): e34-e36.
14. Pallante AL, Chen AC, Ball ST, Amiel D, Masuda K, Sah RL, et al. The in vivo performance of osteochondral allografts in the goat is diminished with extended storage and decreased cartilage cellularity. *Am J Sports Med.* 2012; 40 (8): 1814-1823.
15. Hangody LR, Gal T, Vasarhelyi G, Hangody G, Bukhari Syed RI, Hangody L. Results of ultra-fresh osteochondral allograft transplantation for large cartilage defects in the knee joint. *Jt Dis Relat Surg.* 2022; 33 (3): 521-530.
16. Gelber PE, Ramirez-Bermejo E, Grau-Blanes A, Gonzalez-Osuna A, Llauger J, Fariñas O. A new computed tomography scoring system to assess osteochondral allograft transplantation for the knee: inter-observer and intra-observer agreement. *Int Orthop.* 2021; 45 (5): 1191-1197.
17. Gortz S, Bugbee WD. Fresh osteochondral allograft resurfacing of the ankle. *Operative Techniques in Orthopaedics.* 2006; 16 (4): 244-249.
18. Sherman SL, Garrity J, Bauer K, Cook J, Stannard J, Bugbee W. Fresh osteochondral allograft transplantation for the knee: current concepts. *J Am Acad Orthop Surg.* 2014; 22 (2): 121-133.
19. Raz G, Safir OA, Backstein DJ, Lee PT, Gross AE. Distal femoral fresh osteochondral allografts: follow-up at a mean of twenty-two years. *J Bone Joint Surg Am.* 2014; 96 (13): 1101-1107.
20. Lattermann C, Romine SE. Osteochondral allografts: state of the art. *Clin Sports Med.* 2009; 28 (2): 285-301, ix.

21. Ramkumar PN, Karnuta JM, Haeberle HS, Owusu-Akyaw KA, Warner TS, Rodeo SA, et al. Association between preoperative mental health and clinically meaningful outcomes after osteochondral allograft for cartilage defects of the knee: a machine learning analysis. *Am J Sports Med.* 2021; 49 (4): 948-957.
22. Hevesi M, Denbeigh JM, Paggi CA, Galeano-Garces C, Bagheri L, Larson AN, et al. Fresh osteochondral allograft transplantation in the knee: a viability and histologic analysis for optimizing graft viability and expanding existing standard processed graft resources using a living donor cartilage program. *Cartilage.* 2021; 13 (1_suppl): 948S-956S.
23. Tschon M, Veronesi F, Giannini S, Fini M. Fresh osteochondral allotransplants: outcomes, failures and future developments. *Injury.* 2017; 48 (7): 1287-1295.
24. Gross AE, McKee NH, Pritzker KP, Langer F. Reconstruction of skeletal deficits at the knee. A comprehensive osteochondral transplant program. *Clin Orthop Relat Res.* 1983; (174): 96-106.
25. Tabbaa SM, Guilak F, Sah RL, Bugbee WD. Fresh osteochondral and chondral allograft preservation and storage media: a systematic review of the literature. *Am J Sports Med.* 2022; 50 (6): 1702-1716.
26. Ball ST, Amiel D, Williams SK, Tontz W, Chen AC, Sah RL, et al. The effects of storage on fresh human osteochondral allografts. *Clin Orthop Relat Res.* 2004; (418): 246-252.
27. Cibere J, Sayre EC, Guermazi A, Nicolaou S, Kopec JA, Esdaile JM, et al. Natural history of cartilage damage and osteoarthritis progression on magnetic resonance imaging in a population-based cohort with knee pain. *Osteoarthritis Cartilage.* 2011; 19 (6): 683-688.
28. Chahal J, Gross AE, Gross C, Mall N, Dwyer T, Chahal A, et al. Outcomes of osteochondral allograft transplantation in the knee. *Arthroscopy.* 2013; 29 (3): 575-588.
29. de Windt TS, Welsch GH, Brittberg M, Vonk LA, Marlovits S, Trattnig S, et al. Is magnetic resonance imaging reliable in predicting clinical outcome after articular cartilage repair of the knee? A systematic review and meta-analysis. *Am J Sports Med.* 2013; 41 (7): 1695-702.
30. Pallante AL, Gortz S, Chen AC, Healey RM, Chase DC, Ball ST, et al. Treatment of articular cartilage defects in the goat with frozen versus fresh osteochondral allografts: effects on cartilage stiffness, zonal composition, and structure at six months. *J Bone Joint Surg Am.* 2012; 94 (21): 1984-1995.
31. LaPrade RF, Botker J, Herzog M, Agel J. Refrigerated osteoarticular allografts to treat articular cartilage defects of the femoral condyles. A prospective outcomes study. *J Bone Joint Surg Am.* 2009; 91 (4): 805-811.
32. McAllister DR, Joyce MJ, Mann BJ, Vangsness CT Jr. Allograft update: the current status of tissue regulation, procurement, processing, and sterilization. *Am J Sports Med.* 2007; 35 (12): 2148-2158.
33. Roselló-Añón A, Lis VM, Fariñas O, Gelber P, Sanchís-Alfonso V. Injerto de cartilago en fresco. Indicações, técnica quirúrgica y evidencia científica. *Rev Esp Artrosc Cir Articul.* 2021; 28 (1): 17-26.
34. Stannard JP, Stannard JT, Schreiner AJ. Fresh osteochondral allograft transplants in the knee: bipolar and beyond. *J Knee Surg.* 2020; 33 (12): 1172-1179.
35. León SA, Mei XY, Safir OA, Gross AE, Kuzyk PR. Long-term results of fresh osteochondral allografts and realignment osteotomy for cartilage repair in the knee. *Bone Joint J.* 2019; 101-B (1_Suppl_A): 46-52.
36. Harris JD, McNeilan R, Siston RA, Flanigan DC. Survival and clinical outcome of isolated high tibial osteotomy and combined biological knee reconstruction. *Knee.* 2013; 20 (3): 154-161.
37. Gelber PE, Ramirez-Bermejo E, Grau-Blanes A, Gonzalez-Osuna A, Farinas O. Computerized tomography scan evaluation after fresh osteochondral allograft transplantation of the knee correlates with clinical outcomes. *Int Orthop.* 2022; 46 (7): 1539-1545.
38. Ramkumar PN, Karnuta JM, Haeberle HS, Rodeo SA, Nwachukwu BU, Williams RJ, 3rd. Effect of preoperative imaging and patient factors on clinically meaningful outcomes and quality of life after osteochondral allograft transplantation: a machine learning analysis of cartilage defects of the knee. *Am J Sports Med.* 2021; 49 (8): 2177-2186.
39. Schmidt KJ, Tirico LE, McCauley JC, Bugbee WD. Fresh osteochondral allograft transplantation: is graft storage time associated with clinical outcomes and graft survivorship? *Am J Sports Med.* 2017; 45 (10): 2260-2266.
40. Getgood A, Gelber J, Gortz S, De Young A, Bugbee W. Combined osteochondral allograft and meniscal allograft transplantation: a survivorship analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015; 23 (4): 946-953.
41. Busto VJM, Acuña TM, Vargas SG. Lesiones condrales de la rodilla del deportista. *Ortho-tips.* 2016; 12 (2): 77-87.
42. Widuchowski W, Widuchowski J, Trzaska T. Articular cartilage defects: study of 25,124 knee arthroscopies. *Knee.* 2007; 14 (3): 177-182.
43. Tírico LEP, McCauley JC, Pulido PA, Bugbee WD. Lesion size does not predict outcomes in fresh osteochondral allograft transplantation. *Am J Sports Med.* 2018; 46 (4): 900-907.

Financiamiento: este estudio no tuvo financiamiento externo para su realización.

Conflicto de intereses: los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses.

Consentimiento para participar: para este tipo de estudio no se requiere un consentimiento formal.

Consentimiento para la publicación: para este tipo de estudio no se requiere un consentimiento formal.

Disponibilidad de datos y material: los datos y el material están disponibles en caso de que sea necesaria una revisión.