

# Indicaciones y técnicas para el uso de aloinjertos meniscales en la rodilla

Doctor R. Verdonk, Doctorado en medicina, Doctor K.F. Almqvist, Doctorado en medicina, Doctor P. Verdonk, Doctorado en medicina

## 1. Resumen

Los trasplantes de aloinjertos meniscales han supuesto un tratamiento útil para pacientes seleccionados cuidadosamente. Casi todos los estudios, tanto a corto como a largo plazo (>10 años de seguimiento), muestran la satisfacción y mejora de los pacientes respecto al dolor y las funciones.

Objetivamente, los resultados de los exámenes físicos se mejoran en la mayoría de pacientes. Radiológicamente, el estrechamiento del espacio articular sólo es significativamente progresivo con un seguimiento a largo plazo. En las imágenes por resonancia magnética (IRM), la contracción se ve tras algunos años, pero es más visible en aloinjertos liofilizados. Histológicamente, se percibe una repoblación incompleta del injerto. Una artroscopia de reevaluación suele mostrar una buena curación de la cápsula. En un estudio a largo plazo reciente, se detuvo en un número de pacientes una progresión de degeneración de cartílago según criterios radiológicos y tomados a partir de la IRM, ya que presentaba un efecto condroprotector.

Sin embargo, sigue habiendo falta de consenso sobre cómo debe evaluarse el éxito en los trasplantes meniscales, lo que hace difícil comparar los resultados de los estudios. En nuestra opinión, la medición radiográfica del estrechamiento del espacio articular y los cambios en la señal RM del aloinjerto meniscal son las mejores herramientas de evaluación, pero sigue siendo esencial el uso de un buen sistema de evaluación clínica como los sistemas de puntuación del International Knee Documentation Committee (JKDC) y el Hospital for Special Surgery (HSS).

## 2. Indicaciones

Según recomendaciones recientes, el trasplante de aloinjerto meniscal está indicado para tres ámbitos clínicos específicos:

1. Pacientes jóvenes con una historia de meniscectomía que tengan dolor localizado en el espacio donde se encuentra el menisco que presenta deficiencias, articulación de la rodilla estable, ninguna malalineación y cartílago articular con evidencias mínimas de cambios degenerativos osteocondrales (que no sean mayores al grado 3 según el sistema de clasificación de la International Cartilage Repair Society [ICRS] [Tabla 1]) se consideran candidatos ideales para este procedimiento. Algunos estudios [1-6] han demostrado que los aloinjertos meniscales pueden sobrevivir en una articulación osteoartrosica (grado de Outerbridge 3-4) con una mejora significativa del dolor y la funcionalidad. Debido al deterioro más rápido del espacio lateral [7], una indicación relativamente común para el trasplante meniscal sería un espacio lateral sintomático del menisco deficiente.

2. Los pacientes con deficiencia en el ligamento cruzado anterior (LCA) a los que se les ha realizado previamente una meniscectomía con reconstrucción del LCA concomitante y que pueden beneficiarse de la estabilidad incrementada proporcionada por un menisco medial funcional. El autor está convencido de que un injerto del LCA está tan bien protegido por el aloinjerto meniscal como el menisco lo está por un injerto de LCA.

3. En un esfuerzo por evitar una degeneración articular temprana, hay quien considera a los pacientes jóvenes y atléticos a los que se les ha practicado una meniscectomía completa como candidatos para el trasplante meniscal previo a la

aparición de los síntomas [8]. Sin embargo, los resultados obtenidos hasta ahora siguen impidiendo la vuelta a deportes de alto impacto.

### 3. Contraindicaciones

La degeneración condral avanzada se considera una contraindicación al trasplante de aloinjerto meniscal, aunque algunos estudios sugieren que la degeneración de cartílago

no supone un factor de riesgo significativo para el fracaso [9]. En general, según el sistema de clasificación de la JCRS, las lesiones de cartílago articular mayores de grado 3 deben estar en una superficie limitada y estar localizadas. Los defectos condrales localizados pueden tratarse de forma concomital, ya que el trasplante meniscal y la regeneración y restauración de cartílago pueden beneficiarse mutuamente en términos de curación y resultados [10]. El trasplante de condrocitos o los procedimientos para realizar injertos osteocondrales deben realizarse después de que se haya completado el trasplante meniscal para prevenir daños accidentales en el parche o injerto durante la inserción del aloinjerto meniscal [11]. Las pruebas radiográficas de la formación por osteofitos significativa o del aplastamiento de cóndilo femoral se asocian con resultados posoperatorios inferiores porque estas modificaciones estructurales alteran la morfología del cóndilo femoral [12].

Generalmente, los pacientes mayores de 50 años tienen un exceso de lesiones de cartílago y no son candidatos óptimos. La malalineación axial tiende a ejercer una presión anormal en el aloinjerto, que lleva al aflojamiento, degeneración o fallo del injerto [12]. Debe considerarse la osteotomía correctiva en pacientes con más de dos

grados de desviación hacia el espacio en cuestión respecto al eje mecánico del miembro contralateral. La deformidad en varo o en valgo puede corregirse con una osteotomía femoral distal o de tibia superior tanto por fases como concomitante. Sin embargo, como en cualquier situación en la que se combinan procedimientos, no está claro qué aspecto del procedimiento se ve envuelto en la resolución de los síntomas, como el alivio del dolor [12]. Otras contraindicaciones para el trasplante meniscal son la obesidad, la inmadurez ósea, inestabilidad de la articulación de la rodilla (que puede abordarse junto con el trasplante), enfermedad sinovial, artritis inflamatoria, infección articular previa y cuadratura obvia del cóndilo femoral.

## 4. Técnica para el trasplante meniscal

### **4.1. Consideraciones del preoperatorio**

En contraposición al uso de aloinjertos ultracongelados, para aloinjertos viables es obligatorio seguir un programa estricto desde la recogida hasta el trasplante. El trasplante de aloinjertos meniscales viables implica la disponibilidad de tejidos viables de un donante cultivados in vitro inmediatamente después de la recogida. El cálculo del tamaño del injerto es crucial para una correcta implantación. En aloinjertos ultracongelados, la longitud mediolateral y anteroposterior de la meseta tibial del receptor se miden en rayos X calibrados y se transfieren al banco de tejidos. Dado que un aloinjerto meniscal viable está más limitado respecto a las opciones de tamaño debido a que sólo hay un donante y un número limitado de receptores, se elige el receptor más apropiado en base a criterios de altura y peso de los correspondientes donante y receptor. Una vez que se considera que el paciente es candidato para este tipo de procedimiento, se preparan entre 30 y 50 ml de suero autólogo y se congela a  $-21^{\circ}\text{C}$ . El tiempo de espera medio para un aloinjerto

meniscal viable es de dos meses (que puede ir de 14 días a 6 meses) en nuestra institución. Una vez se tiene un cultivo de un aloinjerto meniscal de tamaño apropiado, se notifica al paciente y se planifica para realizarla en los 14 próximos días.

## **4.2. Técnica quirúrgica**

### **4.2.1 INTRODUCCIÓN**

El cometido de este capítulo técnico es presentar trasplantes de aloinjerto meniscal medial y lateral (1) como procedimiento abierto o (2) como procedimiento asistido con artroscopia. En ambas técnicas se utiliza la fijación de tejido blando primario del aloinjerto en el cultivo meniscal nativo. En la técnica de artroscopia se usa la fijación transósea adicional del cuerno posterior y anterior, mientras que en el procedimiento abierto se usan rieles para fijar el tejido blando al hueso.

### **4.2.2 ANESTESIA Y PREPARACIÓN QUIRÚRGICA**

Estos elementos son idénticos para el procedimiento abierto y el artroscópico. El cirujano, el anestesista y el paciente discuten sobre la elección de la anestesia, que dependerá de la edad, la comorbilidad y el historial del paciente respecto a previas anestesias. En nuestra institución se prefiere la anestesia general. Luego, se coloca al paciente en posición supina en la mesa de operaciones. Se coloca un soporte para la pierna a la altura del torniquete de modo que la pierna esté flexionada 90 grados. Se utiliza un soporte para el pie para sostener la pierna flexionada entre 90 y 110 grados según sea necesario. Se marcan incisiones en la piel previas. Se desangra el miembro y se infla el torniquete. Luego se prepara el miembro con una solución de alcohol y gluconato de clorhexidina (Hibitane, Regent Medical Overseas Limited, Manchester, Reino Unido) y se cubre a mitad del muslo.

### **4.2.3 PREPARACIÓN DEL ALOINJERTO PARA EL PROCEDIMIENTO ABIERTO**

Como se ha descrito anteriormente, el aloinjerto se coloca y se fija en un panel de corcho especialmente diseñado con tres agujas de calibre 25. [13] Con un escalpelo, se disecciona el tejido sinovial residual para retirarlo del menisco de aloinjerto a la altura de la articulación meniscosinovial y se desecha.

La parte superior del aloinjerto se marca con un marcador azul de metileno para la piel.

Las suturas quirúrgicas polidioxanonas 2/0 horizontales (PDS II en una pequeña aguja doble, Ethicon, Somerville, NJ, USA) o las suturas de polipropileno no absorbible 2/0 (Prolene en una pequeña aguja doble, Ethicon, Somerville, NJ, EE.UU.) se colocan cada 3-5 mm a lo largo del cuerno posterior, el cuerpo y el cuerno anterior del aloinjerto y se fija en un soporte de sutura especialmente diseñado (soporte A). El cirujano jefe (R. V.) prefiere utilizar las suturas de Prolene 2/0 para el cuerno posterior dado que este material de sutura tiene agujas ligeramente más pequeñas y, por lo tanto, la sujeción quirúrgica es más fácil en el espacio más estrecho de la articulación posterior. Las suturas se fijan en el soporte de sutura desde el posterior hasta el anterior. Generalmente, se necesitan de 6 a 8 suturas para cubrir por completo el aloinjerto.

#### **4.2.4 TRASPLANTE ABIERTO DE ALOINJERTO MENISCAL**

Se realiza una incisión rotular medial o lateral de aproximadamente 8 centímetros con la rodilla flexionada 90 grados para poder acceder al espacio en cuestión de la articulación de la rodilla. entonces, se abre la cápsula articular y se transecciona el cuerno anterior del remanente meniscal.

Para el procedimiento lateral, se libera subperiostealmente la cintilla iliotibial de su acoplamiento distal. Para abrir más el espacio lateral, la inserción del ligamento colateral lateral (LCL) y el tendón poplíteo (TP) están separados con una osteotomía curvada en el lado femoral. **[Figura 1]** Primero, se perfora previamente con una fresa de 2,7 mm el centro del bloque óseo de la osteotomía. Esto facilita la refijación subsecuente con tornillo y arandela. La osteotomía se realiza en dirección de las agujas del reloj desde la posición de las 8 en punto hasta la posición de las 4 en punto y con una profundidad aproximada de 1,5 cm y con forma cónica. El bloque óseo se pliega cuidadosamente con la ayuda de una pinza ósea y luego se completa la osteotomía por la parte inferior desde la posición de las 4 en punto hasta las 8 en punto utilizando un osteótomo. Ahora, el espacio articular lateral puede abrirse con facilidad entre 1 y 2 centímetros poniendo la rodilla en la figura de la posición 4 flexionada de 70 a 90 grados con el pie índice colocado a través del miembro contralateral.



Para el procedimiento medial, el ligamento colateral medial se separa del lado femoral con una osteotomía. [14] Se realiza una osteotomía laminar (de un grosor de 0,5 a 1 centímetros) con la ayuda de un osteótomo recto a la altura del apicóndilo femoral medial. Los tejidos blandos posteriores al ligamento colateral medial se dejan en continuidad. Colocar la rodilla con cuidado en posición de valgo para abrir a continuación el espacio medial de forma controlada.

Se recorta el remanente meniscal preferiblemente hasta conseguir un anillo meniscal estable con un escalpelo por la parte anterior y con instrumentos artroscópicos por la parte posterior. Con frecuencia, la inserción del cuerno posterior sigue intacta y en continuidad con la meseta tibial. El inserción del cuerno posterior también se recorta para que encaje el aloinjerto. El anillo meniscal requiere atención quirúrgica ya que sirve como envoltura fuerte que encapsula el espacio medial y lateral de la rodilla.

El nivel del remanente meniscal se marca entonces con una pinza mosquito pequeña por la parte anterior para que sirva de punto de referencia para el nivel correcto en que se realizará la fijación de aloinjerto. A continuación, el aloinjerto meniscal viable preparado anteriormente se introduce en el espacio de la rodilla. Se retiran las suturas del soporte en el orden correcto, desde la parte posterior hasta la anterior, y se pasan por el anillo meniscal una a una de modo que queden todas dentro desde la parte inferior hasta la parte superior y se transfieren a un soporte de sutura secundario (soporte B), de nuevo, desde la parte posterior hasta la anterior. También se sutura el aloinjerto lateral al tendón poplíteo. Hemos descubierto en artroscopias de seguimiento que el hiato poplíteo se recrea de forma natural. La inserción del cuerno anterior del menisco aún no está suturado en esta etapa de la operación. Una vez que se completa la secuencia de la transferencia de la sutura del soporte A a través del anillo meniscal (y el tendón poplíteo) hasta el soporte B, se introduce el aloinjerto en el espacio tirando con cuidado de cada sutura desde la parte posterior hasta la anterior. Generalmente, este procedimiento tiene que realizarse progresivamente para que el aloinjerto encaje de forma segura en el anillo meniscal. Los nudos de sutura se atan y cortan con firmeza. Con frecuencia se requiere una aguja de punta fina y un bajanudos para asegurar firmemente las suturas posteriores. Ahora la rodilla vuelve a estar colocada en una posición normal con una flexión de 90 grados. El bloque óseo del ligamento colateral y el tendón poplíteo se vuelve a colocar y se fija utilizando un tornillo de esponja AO 2,9 de 35 a 40 mm con una arandela dentada. El cuerno anterior del aloinjerto se fija entonces a

la tibia utilizando un gancho (GII, Depuy Mitek, Raynham, Massachussetts, EE.UU.). La almohadilla grasa de Hoffa y la cápsula de la rodilla se cierran con puntos cruzados Vicryl 1/0 interrumpidos (Ethicon, Somerville, NJ, EE.UU.) después de la hemostasia.

#### **4.2.5 PREPARACIÓN DEL ALOINJERTO PARA EL PROCEDIMIENTO ARTROSCÓPICO**

El aloinjerto se posiciona y se fija en un panel de corcho especialmente diseñado con agujas de calibre 25. Con un escalpelo, se disecciona el tejido sinovial residual para retirarlo del menisco de aloinjerto a la altura de la articulación meniscosinovial y se desecha.

La parte superior del aloinjerto se marca con un marcador azul de metileno para la piel.

Se colocan suturas no reabsorbentes de alta resistencia (Fibre wire, Arthrex, Naples, EE.UU.) en el cuerno anterior y posterior del aloinjerto. Generalmente, se colocan 3 pespuntos de unión en el anillo interno y externo del cuerno del aloinjerto. Se coloca una sutura no reabsorbente vertical adicional (Ethibond 2/0, Somerville, NJ, EE.UU.) en la esquina posteromedial o posterolateral del aloinjerto medial o lateral, respectivamente. Para el aloinjerto lateral, se coloca la sutura posterolateral justo en la posición anterior del hiato del tendón poplíteo ya que servirá como punto de referencia durante la artroscopia **[Figura 2]**.

##### **4.2.5.1 Trasplante del aloinjerto meniscal lateral asistido con artroscopia**

Se realizan los clásicos portales anteromedial y anterolateral. Se coloca un portal anteromedial en una posición muy medial para conseguir acceder fácilmente con el instrumental al realizar el debridamiento y la resección de la porción anterior del menisco lateral nativo. Se desbrida el remanente meniscal con un rasurador y un punzón hasta la altura del anillo meniscal.

Una guía modificada de LCA con punta de bajo perfil se inserta por el portal medial y se coloca en el cuerno anatómico posterior del menisco lateral justo en la parte posterior del LCA **[Figura 3]**. Se perfora primero con una espiga de guía para luego sobreperforar con una fresa canulada de 4,5 mm. Se introduce un hilo de metal con asa doble por el túnel desde afuera hacia dentro y se coge intraarticularmente con unas pinzas de agarre artroscópicas y se saca por el portal lateral. Posteriormente,

se introduce un conductor de sutura (Acupass, Smith and Nephew, Memphis, Tennessee, EE.UU.) dos veces desde afuera hacia dentro junto en la parte anterior al ligamento colateral lateral y el tendón poplíteo dentro de la articulación: uno justo debajo y el segundo sobre el anillo meniscal nativo **[Figura 4]**. Los hilos con asa se recogen y se sacan otra vez por el portal lateral. A continuación, la sutura extraíble del cuerno posterior y la del posterolateral se pasan tirando de ellas gracias al hilo con asa doble y al hilo de tracción con asa doble. El aloinjerto lateral preparado se introduce posteriormente en el espacio lateral por un portal lateral agrandado tirando progresivamente de la sutura extraíble posterolateral y de la sutura extraíble del cuerno posterior. Debe tenerse cuidado para que el injerto no se dé la vuelta al introducirlo y los hilos extraíbles no se enreden. El riesgo de que los hilos se enreden se reduce en gran medida al usar un hilo de metal con asa doble en el caso del cuerno posterior.

El cuerno posterior está ahora correctamente colocado. Se puede modificar ligeramente su posición un poco más hacia la esquina posterolateral o hacia el cuerno posterior tirando más del hilo de tracción del cuerno posterolateral o posterior. Se utilizan uno o dos dispositivos de fijación meniscal totalmente internos (Fastfix, Smith and Nephew, Memphis, Tennessee, EE.UU.) para fijar el aloinjerto al anillo meniscal. Se debe comenzar la fijación en la esquina posterolateral. Posteriormente, se utilizan suturas 2/0 Ethibond horizontales invertidas para fijar el cuerpo del aloinjerto. **El cuerno anterior se fija en el exterior utilizando PDS o suturas 2/0 Ethibond.**

Antes de hacer los nudos de las suturas, el cuerno anterior se introduce en la articulación de la rodilla y el lugar de insercción anatómico se identifica y prepara de la misma forma que el túnel posterior. Si es necesario, se puede adaptar ligeramente la posición a la del injerto. El túnel anterior se prepara de forma similar al procedimiento del cuerno posterior y se tira de la sutura de tracción por él.

Primero, las suturas inversas meniscales se anudan. Luego, las suturas de tracción del cuerno anterior y posterior se anudan entre ellas sobre un puente óseo en el lado anteromedial de la tibia. Este procedimiento reduce la posible aparición de cápsulas estiradas y de anillos meniscales nativos sujetos al aloinjerto meniscal al tirar del cuerno anterior y posterior mediante una fijación de sutura transósea.

#### **4.2.5.2 Trasplante de aloinjerto meniscal medial asistido con artroscopia**

Se realiza un procedimiento similar al del aloinjerto lateral para el trasplante del aloinjerto medial. Sin embargo, algunos pasos son diferentes y se subrayarán en este apartado.

Además del clásico portal anteromedial y anterolateral, se debe usar un portal posteromedial para identificar los acoplamientos del cuerno posterior original del menisco nativo **[Figura 5]**. Los túneles transóseos se pueden preparar utilizando las mismas guías perforadoras. Estos túneles deben prepararse comenzando por el lado anterolateral de la tibia. Esta dirección va más acorde con las fuerzas de las suturas de tracción.

Se utiliza una sutura de tracción posteromedial, en concordancia con el aloinjerto lateral. En la parte medial, sin embargo, falta un punto de referencia anatómico como el hiato poplíteo en la parte lateral.

El cuerno anterior del menisco medial nativo, en algunos casos, puede estar muy adelantado a la meseta tibial, lo que resulta en un túnel anterior transóseo muy corto.

#### ***Apunte especial sobre el tejido blando en contraposición con la fijación del bloque óseo.* [15-19]**

*Estudios sobre cadáveres biomecánicos han demostrado la superioridad de la fijación ósea sobre la técnica de fijación de tejido blando, aunque un estudio reciente sobre cadáveres mostró resultados comparables. Sin embargo, también se ha mostrado que la fijación ósea está asociada a un riesgo incrementado de lesiones de cartílago si se implantan incorrectamente y con un potencial inmunológico incrementado debido a la presencia de hueso alogénico. Por experiencia del autor, la perfecta coincidencia en tamaño del aloinjerto es esencial si se utiliza la fijación*

ósea. el posicionamiento incorrecto del bloque o de los émbolos óseos puede infligir daños en el cartílago suprayacente. Un injerto muy pequeño resultará necesariamente en la sobretensión de las suturas inversas y el posible fallo de la fijación de tejido blando. Por lo tanto, se aboga comunmente por el sobredimensionamiento limitado del injerto utilizando émbolos o bloques óseos. El hecho de separar los émbolos óseos tiene la ventaja potencial de que la implantación puede ser más variable en cierto modo en comparación con un bloque óseo único. Además, en la parte lateral, a veces, un bloque óseo recto induce a la necesidad de sacrificar algunas fibras posterolaterales del LCA. Hoy día, no se muestran diferencias clínicas y/o radiológicas entre el tejido blando y la fijación del bloque óseo.

## **5. Rehabilitación**

La rehabilitación se centra inicialmente en procurar la movilidad de la articulación sin poner en peligro el crecimiento hacia el interior y la curación del injerto. Por lo tanto, se prescriben 3 semanas sin cargar peso seguidas de 3 semanas en las que se puede cargar peso parcialmente (el 50% del peso corporal). Se puede realizar una progresión hasta cargar peso por completo desde la semana 6 en adelante hasta la semana 10 después de la operación. No es estrictamente necesario el uso de una rodillera ortopédica y su uso depende de la morfología y el perfil del paciente. Por algunas razones, el rango de movimiento está limitado en las dos primeras semanas de 0 a 30 para incrementarlo en 30 grados cada dos semanas.

Se prescriben desde el día 1 en adelante después de la operación la tonificación muscular isométrica y los ejercicios de co-contracción. Sin embargo, se prohíbe levantar la pierna y extenderla durante las 3 primeras semanas. Se comienza el entrenamiento de propiocepción después de 3 semanas.

Se puede nadar después de la semana 6 , montar en bicicleta después de la semana 12 y se fomenta correr progresivamente a partir de la semana 20.

## **6. Conclusión**

En conclusión, se ha presentado una gran cantidad de pruebas que apoyan el trasplante de aloinjertos de menisco en rodillas doloridas en las que se ha practicado una meniscectomía, prestando atención a las indicaciones correctas. Se ha conseguido un alivio del dolor y una mejora de la función significativos en un porcentaje alto de pacientes. Parece que estas mejoras duran un tiempo prolongado en el 70% de los pacientes. Basándose sólo en la radiología y la IRM, un

subconjunto de pacientes no muestra mayor degeneración de cartílago, lo que indica un efecto condroprotector potencial. Se considera un fallo básico la falta de un grupo de control conservatizado en los estudios citados, lo que hace difícil establecer el verdadero efecto condroprotector de este tipo de tratamiento. Basándose en los resultados presentados, el trasplante de aloinjertos meniscales no debe seguir considerándose cirugía experimental al tratar rodillas doloridas en las que se ha practicado una meniscectomía.

## **7. Tablas**

Tabla 1

Sistema de evaluación de lesiones de cartílago de la Sociedad internacional de regeneración de cartílago

Grado 0	Normal
Grado 1	Lesiones superficiales, flexibilidad, fisuras o roturas
Grado 2	Lesiones, erosión o ulceración menor al 50%
Grado 3	Defecto de grosor parcial mayor al 50% y menor del 100%
Grado 4	Ulceración y exposición ósea

## **8. Leyenda de figuras**

Figura 1

Trasplante abierto del aloinjerto meniscal. Para abrir más el espacio lateral, se separan el LCL y el PT con una osteotomía curvada en el lado femoral



## Figura 2

Aloinjerto meniscal lateral preparado para un trasplante meniscal artroscópico.

Pespuntes de unión en el anillo interno y externo del cuerno anterior y posterior. Se coloca una sutura no reabsorbente vertical en la esquina posterolateral, justo en la parte anterior al hiato del TP.

## Figura 3

Guía del LCA modificada con punta de bajo perfil. Esta guía se coloca en el cuerno posterior anatómico del menisco lateral, justo en la parte posterior al LCA.

## Figura 4

Se introduce dos veces un conductor de sutura (Acupass ®Ap) desde el interior hacia fuera, justo en la parte anterior al LCL y el TP, y en la parte superior e inferior al anillo meniscal nativo.

## Figura 5

Vista artroscópica del portal posteromedial utilizado en el trasplante de aloinjerto meniscal medial asistido con artroscopia. La guía básica del LCA se introduce a través de la incisura intercondílea en la inserción del cuerno posterior anatómico del menisco medial nativo.

## **9. Referencias**

1. Cameron JC, Saha S (1997) Meniscal allograft transplantation for unicompartmental arthritis of the knee. *Clin Orthop* 337:164–171
2. Noyes FR, Barber-Westin SD (1995) Irradiated meniscus allografts in the human knee: a two to five year follow-up. *Orthop Trans* 19:417
3. Verdonk PCM, Demurie A, Almqvist KF, Veys EM, Verbruggen VR (2005) Transplantation of viable meniscal allograft: survivorship analysis and clinical outcome of one hundred cases. *J Bone Joint Surg Am* 87:715–724
4. Ryu RK, Dunbar VWH, Morse GG (2002) Meniscal allograft replacement: a 1-year to 6-year experience. *Arthroscopy* 18:989–994
5. Stone KR, Walgenbach AW, Turek TJ, Freyer A, Hill MD (2006) Meniscus allograft survival in patients with moderate to severe unicompartmental arthritis: a 2- to 7-year followup. *Arthroscopy* 22(5):469–478
6. Bhosale AM, Myint P, Roberts S, Menage J, Harrison P, Ashton B, Smith T, McCall I, Richardson JB (2007) Combined autologous chondrocyte implantation and allogenic meniscus transplantation: a biological knee replacement. *Knee* 14(5):361–368
7. Walker PS, Erkman MJ (1975) The role of the menisci in force transmission across the knee. *Clin Orthop* 109: 184–192
8. Johnson DL, Bealle D (1999) Meniscal allograft trans-plantation. *Clin Sports Med* 18:93–108
9. Cole BJ, Carter TR, Rodeo SA (2003) Allograft meniscal transplantation: background, techniques, and results. *Instr Course Lect* 52:383–396
10. Rodeo SA (2001) Meniscal allografts – where do we stand? *Am J Sports Med* 29:246–261
10. Rodeo SA (2001) Meniscal allografts – where do we stand? *Am J Sports Med* 29:246–261
11. Cole BJ, Cohen B (2000) Chondral injuries of the knee. A contemporary view of cartilage restoration. *Orthop Spec Ed* 6:71–76
12. Rijk PC (2004) Meniscal allograft transplantation – part I: background, results, graft selection and preservation, and surgical considerations. *Arthroscopy* 20:728-743

13. Verdonk PC, Demurie A, Almqvist KF, Veys EM, Verbruggen G, Verdonk R. Transplantation of viable meniscal allograft. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am*. 2006 Mar;88:109-18. Review.
14. Goble EM, Verdonk R, Kohn D. Arthroscopic and open surgical techniques for meniscus replacement--meniscal allograft transplantation and tendon autograft transplantation. *Scand J Med Sci Sports*. 1999 Jun;9(3):168-76.
15. Messner K, Verdonk R. It is necessary to anchor the meniscal transplants with bone plugs? A mini-battle. *Scand J Med Sci Sports*. 1999 Jun;9(3):186-7.
16. Paletta GA Jr, Manning T, Snell E, Parker R, Bergfeld J. The effect of allograft meniscal replacement on intraarticular contact area and pressures in the human knee. A biomechanical study. *Am J Sports Med*. 1997;25:692-8.
17. Huang A, Hull ML, Howell SM. The level of compressive load affects conclusions from statistical analyses to determine whether a lateral meniscal autograft restores tibial contact pressure to normal: a study in human cadaveric knees. *J Orthop Res*. 2003;21:459-64.
18. Chen MI, Branch TP, Hutton WC. Is it important to secure the horns during lateral meniscal transplantation? A cadaveric study. *Arthroscopy*. 1996;12:174-81.
19. Alhalki MM, Howell SM, Hull ML. How three methods for fixing a medial meniscal autograft affect tibial contact mechanics. *Am J Sports Med*. 1999;27:320-8.