

## Trasplante de menisco

Omar Adolfo Villarreal Domínguez,\* Gildardo René Inzunza Enríquez,\*\*  
Ivanovish De la Riva Muñoz,\* José Alfredo Ramírez Peinado\*

### RESUMEN

El trasplante de menisco alogénico representa la solución biológica para los pacientes con deficiencia meniscal que han desarrollado cambios severos hacia la osteoartritis. Estudios recientes han mostrado buenos resultados en el alivio del dolor y la mejoría funcional en pacientes posttrasplantados de menisco. Los estudios se han hecho a corto y mediano plazo, incluso a largo plazo hasta los 10 años de seguimiento, encontrando de buenos a excelentes resultados. Sin embargo, para obtener buenos resultados es necesario una buena selección de pacientes, un proceso de rehabilitación riguroso así como una buena técnica quirúrgica del procedimiento.

**Palabras clave:** Rodilla, menisco, trasplante, injerto, alogénico.

### SUMMARY

*Meniscus allograft transplantation represents the biological solution for the symptomatic, meniscus-deficient patient who has developed advanced osteo-arthritis. A growing body of evidence suggests that pain relief and functional improvement may reliably be achieved at short- and medium-term follow-up, and even, in some cases, at long-term (> 10 years) follow-up. However, to get good results you need a good selection of patients, rigorous rehabilitation process and good surgical technique of the procedure.*

**Key words:** Knee, meniscus, transplant, graft, allograft.

### INTRODUCCIÓN

El menisco desarrolla un papel vital en la integridad, protección y función de la rodilla. Las lesiones del menisco son comunes; sin embargo, el tratamiento quirúrgico se reserva para aquellos pacientes sintomáticos. Cuando el tratamiento conservador falla en controlar los síntomas, la cirugía está indicada.<sup>1</sup>

Las primeras opciones del tratamiento quirúrgico incluyen meniscectomía parcial o reparación meniscal. Debido a la biología y cuestiones técnicas, la

\* Médico adscrito al Servicio de Traumatología y Ortopedia.

\*\* Médico Residente de tercer año de Traumatología y Ortopedia.

Christus Muguerza, Hospital del Parque, Chihuahua, Chih. México.

Dirección para correspondencia:

Dr. Omar Adolfo Villarreal Domínguez

Calle 16, No. 1613,

Col. Centro, 31000, Chihuahua, Chih. México.

Correo electrónico: trauma\_ortopedia@prodigy.net.mx

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medicgraphic.com/orthotips>

reparación meniscal se limita a lesiones inestables, verticales, periféricas; por lo tanto, en la mayoría de las lesiones de menisco se aplican meniscectomías parciales. En EUA, cada año se realizan aproximadamente 690,000 meniscectomías parciales y alrededor de un millón adicional de artroscopias de rodilla en las cuales al menos se realiza una desbridación de menisco.<sup>1,2</sup> Los cirujanos ortopédistas que realizan este tipo de procedimientos deben intentar, en cuanto sea posible, preservar el menisco intacto, debido a que una meniscectomía parcial altera la biomecánica de la rodilla, incrementando la presión del contacto articular y acelerando la degeneración articular.<sup>1,3,4</sup>

El primero en describir las alteraciones subsecuentes a una meniscectomía parcial fue el médico canadiense Fairbanks, en 1948. Los cambios que menciona en su estudio son que debido a una meniscectomía parcial o total, la rodilla inicia con disminución del espacio articular, aplanamiento del cóndilo femoral así como aparición de osteofitos.<sup>5</sup> Gracias a estos hallazgos se comprendió la importancia de la integridad del menisco, por lo que se han desarrollado múltiples técnicas quirúrgicas para preservarlo hasta llegar al trasplante alogénico de menisco.

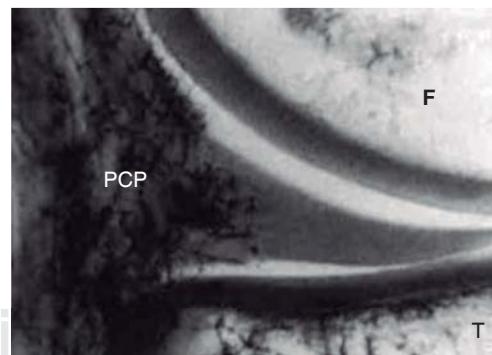
### ANATOMÍA

Los meniscos medial y lateral son de aproximadamente 3 cm de ancho cada uno. El menisco medial es de 4 a 5 centímetros de largo, y el menisco lateral es de 3 a 4 centímetros de largo aproximadamente. Están compuestos por 70% de agua y 30% de materia orgánica, la cual está formada en 75% de colágena (tipos I, II, III, IV, V, VI, y XVIII); el resto (25% de la materia orgánica) incluye proteoglicanos (15%), DNA (2%), proteoglicanos de adhesión (< 1%) y elastina (< 1%).<sup>6</sup>

Arnoczky y Warren fueron los primeros en describir la irrigación vascular del menisco. Ilustraron la microvasculatura del plexo perimeniscal, suministrado por la vascularidad sinovial en la periferia del menisco. Este plexo está formado por las arterias geniculadas medial y lateral, que son ramas de la arteria poplítea. El aporte vascular termina en pequeños vasos que van de la periferia hacia el centro del menisco, constituyendo de 10 a 30% de lo ancho del menisco medial y de 10 a 25% del menisco lateral (Figura 1).<sup>7</sup>

### BIOMECÁNICA

Los meniscos medial y lateral tienen funciones biomecánicas importantes dentro de la rodilla. Estas funciones incluyen soporte de carga, absorción de impactos, estabilizadores de la articulación, lubricación articular y



**Figura 1.** Imagen microscópica de la microvascularidad de un menisco medial, descrita por Arnoczky y Warren. Tomada de: Arnoczky SP, Warren RF. Am J Sports Med. 1982; 10: 90-95.

propiocepción. Estudios en los cuales se miden las presiones de contacto sobre la meseta tibial, han demostrado que los meniscos transmiten al menos 50% de la carga ejercida sobre la articulación de la rodilla en los primeros 90 grados de flexión, con mayor transmisión a la extensión completa. La forma de media luna de los meniscos ayuda en el cambio de las fuerzas compresivas del cartílago articular en fuerzas concéntricas en el menisco. Esta fuerza circunferencial es transmitida hacia las inserciones óseas de los cuernos del menisco. Esta distribución de la fuerza ayuda a proteger el cartílago articular y prevenir la degeneración articular.<sup>8</sup>

Una disminución del volumen del menisco tiene un impacto dramático en la mecánica de contacto de la articulación de la rodilla. Los estudios biomecánicos han mostrado que la meniscectomía medial completa disminuye el área de contacto femorotibial en 50 a 70% y resulta en un aumento de las presiones y un incremento en el área de presión.<sup>8</sup>

La estabilidad de la articulación se ve reforzada por la forma de los meniscos. La concavidad de la cara superior y la superficie plana de la cara inferior del menisco mejoran la congruencia de la articulación femorotibial.

Aunque se ha mencionado que los meniscos tienen un papel en la lubricación de la articulación, no hay estudios hasta la fecha que lo demuestren de manera directa. Se ha propuesto que la forma entre el menisco y los cóndilos femorales permiten una película fina de líquido para permanecer sobre la superficie articular, ayudando de esta manera a la lubricación.<sup>9</sup>

### TRASPLANTE DE MENISCO

El trasplante de menisco se ha convertido en una opción aceptada para el manejo de los pacientes sintomáticos a los cuales se les realizó una meniscectomía completa o casi completa. La indicación primaria para el trasplante de menisco es la presencia de dolor localizado en el compartimiento involucrado.

Las indicaciones recomendadas actualmente para un trasplante de menisco son las siguientes: pacientes jóvenes con historia de meniscectomía, que presentan dolor localizado en el compartimiento afectado, una articulación estable, sin datos de mala alineación, y un daño degenerativo osteocondral no mayor a grado III según la ICRS (*The International Cartilage Repair Society*) (*Cuadro I*).<sup>10</sup>

**Cuadro I. International Cartilage Repair Society. Sistema de evaluación de las lesiones condrales.**

Grado 0	Normal
Grado 1	Lesión superficial, abombamiento, fisuras o grietas
Grado 2	Erosiones, o ulceración menor de 50%
Grado 3	Defecto de espesor parcial de más de 50% pero menor de 100%
Grado 4	Ulceración con exposición ósea

La edad límite aceptada de los pacientes para realizarle un trasplante de menisco es de 50 años. Sin embargo, no existe un estudio que evalúe la edad como factor pronóstico. Algunos estudios reportan pacientes con meniscectomía total medial más lesión del ligamento cruzado anterior (LCA), a quienes se les repara simultáneamente, obteniendo buenos resultados clínicos.<sup>11</sup> Éstas son las recomendaciones más actuales; sin embargo, no vivimos en un mundo ideal, por lo que las indicaciones son raramente perfectas para nuestros pacientes.

Las contraindicaciones para realizar un trasplante de menisco son: una edad mayor a 50 años, lesión condral degenerativa avanzada (grado IV), aplanamiento del cóndilo femoral o aparición de osteofitos,<sup>12</sup> pérdida de 5 grados de extensión en comparación con la rodilla contralateral o una flexión menos a 125 grados, obesidad con índice de masa corporal mayor a 35, así como una mala alineación ósea o la presencia de una artritis inflamatoria. Una contraindicación relativa es el antecedente de artritis séptica, por lo que se debe considerar cualquier dato que sugiera que la infección continúa activa.<sup>12,13</sup>

La medición exacta del aloinjerto se considera el factor técnico más crítico para lograr el éxito clínico.<sup>14</sup> La tolerancia de la rodilla para la incongruencia en las medidas del aloinjerto no se comprende totalmente, aunque se estima que existe un nivel aceptable de 5% de discrepancia. Sin embargo, hasta la fecha, ningún estudio ha evaluado la tolerancia de tamaño como un factor pronóstico del resultado clínico.<sup>15</sup>

Históricamente, los trasplantes meniscales se han procurado de manera aséptica, y se han procesado ya sea como injertos frescos prolongados (4 °C), injertos congelados (-80 °C), injertos liofilizados, o injertos crio preservados (congelación lenta del injerto a -196 grados en un ambiente anhidro, para evitar la cristalización del agua intracelular). Inicialmente se asumió que los métodos de conservación que mantienen la viabilidad celular, es decir frescos y crio preservados, mejoraría la función del injerto.<sup>16</sup> Sin embargo, los datos básicos científicos, en modelos animales, han mostrados una repoblación rápida de ADN del donante con el ADN receptor, lo que nos hace cuestionarnos la necesidad de la viabilidad celular y su consecuencia en el resultado clínico.<sup>17</sup> Como producto de estos hallazgos, la mayoría de los cirujanos utilizan injertos frescos prolongados o congelados profundos. El uso de aloinjertos conlleva ciertos riesgos específicos, los cuales deben ser comprendidos tanto por el médico como por el paciente. Los aloinjertos meniscales se asocian con el potencial de transmisión de infecciones así como con el desarrollo de una reacción inmunológica. Debido a que el tejido transplantado tiene el potencial de transmitir infecciones bacterianas, fúngicas y virales (incluyendo hepatitis y VIH), la esterilización del injerto se ha utilizado como un medio para reducir este riesgo.<sup>18</sup> Existen varias maneras para procesar los aloinjertos con objeto de disminuir el riesgo de infección, las cuales incluyen el etanol para desnaturalizar las proteínas, el lavado por ultrasonido, desbridamiento o la congelación; pero el VIH puede sobrevivir a estos procedimientos, por lo que existen métodos de esterilización secundarios. La radiación gamma se ha utilizado como un método secundario de esterilización de los aloinjertos, siendo la técnica más utilizada, aunque los datos son limitados

en lo que respecta al efecto de la radiación sobre los tejidos.<sup>18,19</sup> La radiación gamma, en dosis de 1.5 a 2.0 Mrad, es necesarias para erradicar el VIH.<sup>19</sup>

En cuanto a la técnica quirúrgica, ya sea abierta o artroscópica, estudios reportados demuestran resultados similares comparando ambas técnicas en cuanto a la función clínica, existiendo diferencia con mejores resultados en la artroscopia cuando se compara el aspecto estético. Sin embargo, algunos autores creen que un procedimiento quirúrgico abierto, especialmente de lado medial, permite que la sutura periférica sea más segura o que la fijación ósea del injerto sea más precisa y estable. Los defensores del método abierto afirman que el periodo postquirúrgico de los pacientes con un aloinjerto de menisco con técnica abierta es similar al de los pacientes sometidos a técnica artroscópica. Refieren incluso que los pacientes pueden ser tratados ambulatoriamente, sin requerir mayor dosis de analgésicos, y no requieren modificaciones específicas en su protocolo de rehabilitación.<sup>20,21</sup>

Independientemente de la técnica quirúrgica que se prefiera, la posición anatómica correcta y la fijación periférica del injerto es de importancia primordial. En la preparación para el trasplante, es importante no eliminar por completo ni seccionar el borde meniscal remanente. Este borde sirve para evitar la extrusión del injerto y proporcionar una excelente base para la sutura y fijación meniscal. Aunque no existe un método ideal de fijación, el principio más aceptado es el uso de suturas colocadas verticalmente, sobre la cápsula articular, con un restablecimiento preciso de las inserciones nativas de los cuernos del menisco.<sup>22</sup> Las tasas de éxito de los primeros trasplantes de menisco se vieron fracasadas por el hecho de no fijar uno o ambos de los cuernos meniscales en sus inserciones originales.<sup>23</sup> El mayor avance en la técnica ha sido asegurar los cuernos del menisco a fin de preservar la denominada tensión circunferencial del menisco normal, demostrando la importancia de esto, para evitar la protrusión del menisco con la carga de peso.<sup>24</sup>

No existen datos disponibles sobre una diferencia entre la fijación ósea o la fijación a tejidos blandos de los cuernos meniscales. Los métodos utilizados incluyen el uso de túneles óseos para colocar el menisco con un puente óseo en el cual van insertados los cuernos del menisco (Figura 2).<sup>25</sup>

La técnica con puente óseo es óptima para los trasplantes de menisco lateral, debido a que los cuernos meniscales laterales son de aproximadamente 1 cm de distancia. Sin embargo, se contraindica para el trasplante de menisco me-



**Figura 2.** Imagen de un injerto meniscal alógénico, donde se muestran los dos cuernos del menisco insertados a un puente óseo.

dial asociada a la reconstrucción del LCA debido a la proximidad de los injertos. Hasta la fecha no existen estudios comparativos que demuestren un método de fijación que sea superior a otro.<sup>26</sup>

### REHABILITACIÓN

Hay una variedad de opciones en el protocolo de rehabilitación dependiendo de la literatura. Sin embargo, existen ciertas recomendaciones, las cuales son una movilización rotuliana y el fortalecimiento del cuádriceps e isquiotibiales con ejercicios sin carga de peso, limitados por el dolor, así como una flexión de la rodilla a 60 grados como máximo, iniciando después de la cirugía.<sup>27</sup> Se recomienda inmovilizar con una rodillera graduada, la cual permita el movimiento controlado; sobre todo hay que evitar la flexión completa durante las primeras seis semanas, y a partir de la tercera se permitirá una flexión máxima de 90 grados. Debido a la falta de datos que apoye la carga de peso inmediata, se sugiere diferir el apoyo durante la integración del injerto sobre la periferia. A la sexta semana se permite el apoyo parcial con el uso de una muleta. La mayoría de los pacientes son capaces de soportar la carga de peso completa alrededor de las ocho semanas. Se permite correr hasta el tercer o cuarto mes de postoperado, con progresión de correr, cortar, y actividades deportivas hasta el cuarto o sexto mes.<sup>28</sup>

Independientemente de la carga de peso, un factor importante en la rehabilitación es obtener una extensión completa. Algunos autores hacen énfasis en los ejercicios isométricos para prevenir la atrofia muscular, así como el inicio de ejercicios de cadena cerrada alrededor de la tercera y cuarta semanas.<sup>25,28</sup>

El éxito del procedimiento puede depender altamente del lado injertado; Verdonk y colaboradores refieren una tasa de éxito de 72% para los aloinjertos meniscales mediales, y 63% de éxito para los aloinjertos laterales.<sup>29</sup> Sin embargo, Cole y colaboradores encontraron que la satisfacción del paciente fue de 93% para los trasplantes laterales y sólo 68% en los trasplantes mediales. El efecto a largo plazo del trasplante meniscal sobre la progresión radiográfica de la osteoartritis aún queda por determinar. Un aumento en el grado de osteoartritis se observó en 42% de los pacientes en una revisión sistemática.<sup>30</sup> La resonancia magnética se ha utilizado para proporcionar una evaluación más objetiva del injerto transplantado. Potter y colaboradores reportaron degeneración meniscal en 63% de los pacientes.<sup>31</sup>

### RESULTADOS

En cuanto a los resultados de este procedimiento, en general, todos los estudios de seguimiento reportan daños, nuevas lesiones y alteraciones en forma y tamaño de los meniscos transplantados en un periodo de uno a cuatro años posteriores a la cirugía.<sup>32</sup> No existe diferencia significativa en resultados clínicos y de integración del injerto entre el lado medial y el lado lateral.<sup>33</sup> En donde sí existe diferencia es en cuanto a la protrusión del injerto, encontrándose por resonancia magnética en 69% de 32 pacientes (8 mediales y 14 laterales). Rosso y colaboradores, en un

estudio de revisión, reportaron los resultados clínicos de 13 artículos en pacientes postrasplantados de menisco alogénico, contra postrasplantados junto con otro procedimiento, sin encontrar diferencia significativa.<sup>34</sup> En cuanto a estudios en los que se compara la técnica con puente óseo versus fijación con suturas solamente, no se encuentran diferencias significativas en cuanto a los resultados clínicos. Sin embargo, hay un mayor porcentaje en falla o complicaciones en pacientes con la técnica de fijación sólo con suturas. En la valoración radiográfica, en un estudio de 519 aloinjertos meniscales, así como imágenes de resonancia magnética, utilizadas para el seguimiento de las rodillas, el parámetro valorado en este tipo de estudios fue una protrusión del injerto de  $3.8 \pm 0.3$  mm.<sup>35</sup> El método de evaluación más preciso se considera el uso de una segunda vista por artroscopia. En once estudios de los cuales se incluyeron 140 procedimientos de segunda vista, se intentó demostrar la integridad, incorporación, la vascularización, la contracción y la extrusión de injerto, así como también los cambios sobre el cartílago articular, comparados con las lesiones al momento del trasplante. De los 140 injertos analizados, 93 fueron reportados como sanos.<sup>36</sup>

### COMPLICACIONES

Además de las posibles complicaciones habituales de la cirugía y anestesia, se han observado después de un trasplante lesiones sobre el injerto, siendo las más frecuentes hasta 8.2%.<sup>10</sup> Las tasas de infección son similares en los estudios publicados con una incidencia menor a 1%. Cuando se produce una infección es difícil determinar si la causa fue un injerto contaminado o si se realizó durante el procedimiento quirúrgico. Existen otras complicaciones reportadas que van desde un desprendimiento del menisco, artrofibrosis, pérdida del puente óseo, hasta continuar con el dolor o una mayor progresión de éste.<sup>10</sup>

### CONCLUSIONES

Aunque los estudios publicados son difíciles de comparar, el trasplante de menisco parece ser una buena opción con resultados fiables en el alivio del dolor y mejora de la función en forma temporal. El menisco juega un papel importante en la protección de la articulación de la rodilla. Una vez que el menisco se ha roto y es removido de la articulación, las opciones son limitadas para reemplazar este tejido, por lo que un trasplante de aloinjerto meniscal es una opción viable que muestra cada vez más pruebas de utilidad clínica. El costo de un procedimiento quirúrgico de este tipo es alto, la disponibilidad es limitada y existe el riesgo de transmisión de enfermedades a través del injerto. Es necesaria una buena fijación de los cuernos del menisco para tener buenos resultados clínicos y así evitar complicaciones en cuanto a la fijación del injerto. Después de la cirugía, el menisco trasplantado presentará algún tipo de lesión o alteración en forma o tamaño en un periodo de entre uno a cuatro años. Creemos que las investigaciones futuras deben determinar los efectos benéficos más allá de un rango intermedio de seguimiento. Sin embargo, los pacientes de aloinjertos de menisco presentan buenos resultados a mediano plazo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Brophy RH, Matava MJ. Surgical options for meniscal replacement. *J Am Acad Orthop Surg.* 2012; 20: 265-272.
2. Cullen KA, Hall MJ, Golosinski A. Ambulatory surgery in the United States, 2006. *Natl Health Stat Report* 2009; 20(11):1-25.
3. Andersson-Molina H, Karlsson H, Rockborn P. Arthroscopic partial and total meniscectomy: a long-term follow-up study with matched controls. *Arthroscopy.* 2002; 18 (2): 183-189.
4. Hede A, Larsen E, Sandberg H. Partial versus total meniscectomy. A prospective, randomised study with long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Br.* 1992; 74 (1): 118-121.
5. Fairbank TJ. Knee joint changes after meniscectomy. *J Bone Joint Surg Br.* 1948; 30B: 664-670.
6. Athanasiou KA, Sanchez-Adams J. Structure-function relationships of the knee meniscus. In: *Synthesis lectures on tissue engineering the knee meniscus.* Morgan & Claypool. 2009, pp 1-27.
7. Arnoczky SP, McDevitt CA, Schmidt MB, Mow VC, Warren RF. The effect of cryopreservation on canine menisci: a biochemical, morphologic, and biomechanical evaluation. *J Orthop Res.* 1988; 6 (1): 1-12.
8. Levy IM, Torzilli PA, Gould JD, Warren RF. The effect of lateral meniscectomy on motion of the knee. *J Bone Joint Surg Am.* 1989; 71: 401-406.
9. Kawamura S, Lotito K, Rodeo SA. Biomechanics and healing response of the meniscus. *Operative Techniques in Sports Medicine.* 2003; 11 (2): 68-76.
10. Matava MJ. Meniscal allograft transplantation: a systematic review. *Clin Orthop Relat Res.* 2007; 455: 142-157.
11. Barber FA. Accelerated rehabilitation for meniscus repairs. *Arthroscopy.* 1994; 10: 206-210.
12. Cole BJ, Carter TR, Rodeo SA. Allograft meniscal transplantation: background, techniques, and results. *Instr Course Lect.* 2003; 52: 383-396.
13. Rijk PC. Meniscal allograft transplantation-part I: background, results, graft selection and preservation, and surgical considerations. *Arthroscopy.* 2004; 20: 728-743.
14. Shaffer B, Kennedy S, Klimkiewicz J, Yao L. Preoperative sizing of meniscal allografts in meniscus transplantation. *Am J Sports Med.* 2000; 28 (4): 524-533.
15. Wilcox TR, Goble EM, Doucette SA. Goble technique of meniscus transplantation. *Am J Knee Surg.* 1996; 9: 37-42.
16. Jackson DW, Whelan J, Simon TM. Cell survival after transplantation of fresh meniscal allografts: DNA probe analysis in a goat model. *Am J Sports Med.* 1993; 21 (4): 540-550.
17. Lee DH, Kim TH, Lee SH, Kim CW, Kim JM, Bin SI. Evaluation of meniscus allograft transplantation with serial magnetic resonance imaging during the first postoperative year: focus on graft extrusion. *Arthroscopy.* 2008; 24 (10): 1115-1121.
18. Zukor DJ, Cameron JC, Brooks PJ, et al. The fate of human meniscal allografts. In: Ewing JW (ed) *Articular cartilage and knee joint function.* Raven, New York. 1990, pp. 147-152.
19. Hamlet W, Liu SH, Yang R. Destruction of a cryopreserved meniscal allograft: a case for acute rejection. *Arthroscopy.* 1997; 13: 517-521.
20. Rodeo SA. Meniscal allografts-where do we stand? *Am J Sports Med.* 2001; 29: 246-261.
21. Goble EM. Arthroscopic meniscus transplantation: plug and slot technique. In: Miller M, Cole BJ (eds) *Text-book of arthroscopy.* WB Saunders, Philadelphia, 2004, pp. 536-546.
22. Chen MI, Branch TP, Hutton WC. Is it important to secure the horns during lateral meniscal transplantation? A cadaveric study. *Arthroscopy.* 1996; 12 (2): 174-181.
23. Stollsteimer GT, Shelton WR, Dukes A, Bombay AL. Meniscal allograft transplantation: a 1- to 5- year follow-up of 22 patients. *Arthroscopy.* 2000; 16 (4): 343-347.
24. 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 (5): 692-698.
25. Wirth CJ, Peters G, Milachowski KA, Weismeier KG, Kohn D. Long-term results of meniscal allograft transplantation. *Am J Sports Med.* 2002; 30 (2): 174-181.
26. Yoldas EA, Sekiya JK, Irrgang JJ, Fu FH, Harner CD. Arthroscopically assisted meniscal allograft transplantation with and without combined anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2003; 11 (3): 173-182.
27. Vundelinckx B, Bellemans J, Vanlaeue J. Arthroscopically assisted meniscal allograft transplantation in the knee: a medium-term subjective, clinical, and radiographical outcome evaluation. *Am J Sports Med.* 2010; 38 (11): 2240-2247.
28. Zhang H, Liu X, Wei Y, et al. Meniscal allograft transplantation in isolated and combined surgery. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012; 20 (2): 281-289.

29. Verdonk PC, Demurie A, Almqvist KF, Veys EM, Verbruggen G, Verdonk R. Transplantation of viable meniscal allograft: Survivorship analysis and clinical outcome of one hundred cases. *J Bone Joint Surg Am.* 2005; 87 (4): 715-724.
30. Cole BJ, Dennis MG, Lee SJ, et al. Prospective evaluation of allograft meniscus transplantation: a minimum 2-year follow-up. *Am J Sports Med.* 2006; 34 (6): 919-927.
31. Potter HG, Rodeo SA, Wickiewicz TL, Warren RF. MR imaging of meniscal allografts: correlation with clinical and arthroscopic outcomes. *Radiology.* 1996; 198 (2): 509-514.
32. Ha JK, Jang HW, Jung JE, Cho SI, Kim JG. Clinical and radiologic outcomes after meniscus allograft transplantation at 1-year and 4-year follow-up. *Arthroscopy.* 2014; 30 (11): 1424-1429.
33. Verdonk PC, Verstraete KL, Almqvist KF, et al. Meniscal allograft transplantation: long-term clinical results with radiological and magnetic resonance imaging correlations. *Knee Surg Sports Traumatol Arthosc.* 2006; 14 (8): 694-706.
34. Rosso F, Biscicchia S, Bonasia DE, Amendola A. Meniscal Allograft Transplantation: A Systematic Review. *Am J Sports Med.* 2014.
35. Abat F, Gelber PE, Erquicia JI, Pelfort X, Gonzalez-Lucena G, Mon-Llau JC. Suture-only fixation technique leads to a higher degree of extrusion than bony fixation in meniscal allograft transplantation. *Am J Sports Med.* 2012; 40 (7): 1591-1596.
36. Chang HC, Teh KL, Leong KL, Mak SL, Karim SA. Clinical evaluation of arthroscopic-assisted allograft meniscal transplantation. *Ann Acad Med Singapore.* 2008; 37 (4): 266-272.