

Actualización en Trasplante Meniscal. Resultados Clínicos y Funcionales de una Serie de Casos Retrospectiva



David Figueroa, Rodrigo Guiloff, Nicolás Zanolli, José Tomás Arteaga, Francisco Figueroa, Xabier Carredano, Nazira Bernal

Facultad de Medicina Clínica Alemana, Universidad del Desarrollo. Santiago, Chile.

RESUMEN

El trasplante meniscal autólogo (TMA) es el tratamiento de elección en el síndrome postmeniscectomía, sin embargo, sigue siendo un procedimiento limitado, existiendo controversias en la literatura. No se encontraron reportes de TMA en pacientes y centros latinoamericanos, lo que imposibilita sustentar una conducta en base a literatura local. El objetivo de este estudio es revisar los aspectos más importantes del TMA, detallar una de las técnicas quirúrgicas más utilizadas y describir y discutir los resultados de una serie de casos consecutivos de pacientes tratados con TMA en un país latinoamericano. Se describe la técnica quirúrgica para un TMA lateral con fijación ósea a través de canal trapecoidal ("Keyhole") que ofrece ventajas para los TMA laterales, pues las raíces son muy cercanas entre ellas y el canal tiene una fijación "pressfit" disminuyendo el stress en las suturas sin la necesidad de realizar túneles óseos, que podrían interferir con procedimientos asociados. Se incluyen los resultados demográficos, clínicos, funcionales y de satisfacción de una serie retrospectiva de 16 pacientes [18 trasplantes (12 laterales y 6 mediales)] consecutivos [mediana de edad 20,5 (15-37)], operados de TMA por un mismo cirujano, entre 2004-2019, con mediana de seguimiento de 3,3 (0,5-14,8) años. No se excluyeron pacientes. Los datos fueron obtenidos a través de revisión de fichas clínicas y encuestas telefónicas. Se realizó un análisis estadístico que incluyó un test multivariado buscando asociaciones entre las variables, Wilcoxon para resultados funcionales y Kaplan-Meier para sobrevida del trasplante (reintervenciones) ($p < 0,05$).

Los resultados de esta primera serie de TMA en Latinoamérica son discutidos y se comparan con la literatura, encontrándose resultados similares a lo reportado en otras regiones y concuerdan con lo esperado para un procedimiento de salvataje.

Palabras Claves: Trasplante Meniscal; Síndrome Postmeniscectomía; Fijación Ósea; Canal Trapezoidal; Sobrevida; Funcionalidad

ABSTRACT

Meniscal allograft transplantation (MAT) is the gold standard treatment for post meniscectomy syndrome. However, it is still considered a limited procedure, existing controversies in the reported literature. No reports in Latin American centers and patients were found, hindering the generalization of results with this treatment. This study aims to review the critical aspects of MAT, describe a technical note for a commonly used MAT procedure, and report and discuss the results of a consecutive series of patients treated with MAT in a Latin American country.

The technical note for a lateral MAT with the Keyhole bone fixation is described. This technique offers advantages in lateral MAT, where meniscal roots are close together. The keyhole is press-fit fixed into the tibial plateau, decreasing the stress of the holding sutures, and without interfering with associated procedures.

The review includes the demographic, clinical, functional, and satisfaction results of a consecutive retrospective series of 16 patients [18 MAT (12 lateral and 6 medial)] with a median age of 20.5 (15-37) years. All patients were operated by the same surgeon between 2004-2019, and the median follow-up was 3.3 (0.5-14.8) years. The data was obtained through the revision of clinical files and telephonic surveys. The statistical analysis included a multivariate analysis for the association between variables, Wilcoxon for functional tests, and Kaplan-Meier for survival rate (reinterventions) ($p < 0.05$).

The results of the first Latin American MAT series are discussed and compared to the reported literature, finding similar results and are consistent with a salvage procedure.

Keywords: Meniscal Transplantation; Post Meniscectomy Syndrome; Bone Fixation; Keyhole; Survival Rate; Functional Results

INTRODUCCIÓN

El menisco cumple un rol fundamental en la biomecánica de la rodilla; contribuye a la distribución de carga (absorción de impacto y aumento de la superficie de contacto), a la estabilidad mecánica y a la nutrición condral.¹ Su ausencia secundaria a una meniscectomía total o subtotal puede provocar consecuencias severas, tales como artrosis

y el síndrome postmeniscectomía (SPM). Este síndrome se caracteriza por la presencia de dolor crónico, edema, limitación del rango articular, inestabilidad y el aumento del riesgo de artrosis precoz.² Con el objetivo de restaurar las presiones de contacto articular y disminuir la progresión hacia la artrosis, se desarrolló la técnica del trasplante meniscal con el uso de aloinjerto (TMA).

El TMA fue reportado por primera vez en 1984 por Milachowski, exclusivamente para meniscos mediales al momento de realizar una reconstrucción de ligamento cruzado anterior.³ Las indicaciones para el TMA

Rodrigo Guiloff
rguiloff@gmail.com

Recibido: Diciembre 2019. Aceptado: Enero 2020.

han evolucionado y actualmente es considerado el tratamiento estándar para pacientes jóvenes con SPM sin artrosis avanzada que han fallado al tratamiento conservador. Dentro de las contraindicaciones absolutas para el procedimiento se encuentran: la artrosis avanzada, artritis inflamatoria y el antecedente de artritis séptica previa.^{4,5} Si bien clásicamente la obesidad (IMC > 30),⁶ mal alineamiento (mayor a 3°),^{7,8} inestabilidad ligamentarias y lesiones osteocondrales significativas han acompañado el listado de contraindicaciones, existen estudios recientes que han cuestionado estas indicaciones.^{4,5} Actualmente el malalineamiento, la inestabilidad y las lesiones osteocondrales significativas son consideradas como contraindicaciones relativas, que deben ser resueltas previamente o en forma simultánea al TMA.^{4,9-12} No existe un consenso sobre la edad límite para el procedimiento, sin embargo, la mayoría de los autores recomiendan no realizar TMA en pacientes sobre 45-55 años, posiblemente por la gran asociación a artrosis.⁵ Otro punto de controversia actual es si el TMA debe ser indicado como profilaxis, es decir, realizado de forma inmediata posterior a una meniscectomía o en pacientes asintomáticos para prevenir el daño articular. Smith et al.¹³ en una revisión sistemática de resultados radiológicos muestra evidencia sugerente del rol condroprotector del TMA. Sin embargo, el último Foro Internacional de Expertos en Reconstrucción Meniscal (IMREF, 2015) muestra que un 44% de los participantes no realizaría un TMA en forma profiláctica en comparación con un 18% que sí lo haría para un menisco lateral. El consenso y otros estudios coinciden que no existe suficiente evidencia para recomendar la profilaxis con TMA, y que es necesario más estudios que demuestren el rol condroprotector y profiláctico del TMA.¹⁴⁻¹⁶ La Tabla 1 muestra una recopilación de las indicaciones y contraindicaciones más frecuentemente reportadas en la literatura.^{4,5,10,12,17-20}

Respecto a la técnica quirúrgica, existen tres principales métodos de fijación del aloinjerto: canal trapezoidal, doble tarugo y sólo-suturas, las dos primeras se agrupan como técnicas óseas, mientras que a la última se le conoce como técnica de partes blandas. El canal trapezoidal se realiza con un bloque óseo de 10 mm de ancho y alto que une ambas raíces meniscales, el cual se fija en un túnel tibial. En la técnica de doble tarugo cada raíz meniscal se une en forma independiente a un tarugo óseo de 7 mm, el cual se inserta en un túnel tibial de 8 mm. En ambas técnicas óseas el resto del menisco se fija con suturas hacia partes blandas. Finalmente, la técnica de sólo-suturas consiste en una fijación del injerto mediante suturas a partes blandas, asociado a una tenodesis capsular con el objetivo de disminuir la extrusión menis-

TABLA 1: INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DE TMA^{4,5,10,12,17-20}

INDICACIONES	CONTRAINDICACIONES
Edad < 55 años [^]	Artrosis avanzada (Kellgren Lawrence III-IV) *
Meniscectomía total o subtotal	Artritis inflamatoria*
Síndrome post meniscectomía	Enfermedad sinovial*
Dolor unicompartimental	Artritis séptica (actual o previa)*
Falla del tratamiento conservador por 6 meses	Inmadurez esquelética*
Dispuesto a completar el protocolo de rehabilitación	Malalineamiento**
Expectativas adecuadas de actividad post TMA	Inestabilidad ligamentaria**
	Lesiones osteocondrales significativas** [^]
	Obesidad (IMC > 30)** [^]

(*) *Contraindicación absoluta para TMA.* (**) *Contraindicación relativa para TMA. Debe ser corregida en forma previa o simultánea a un TMA.* ([^]) *Controversia sobre valor exacto.*

cal.^{21,22} La técnica ha evolucionado a colocar suturas hacia la cápsula en el cuerpo y los cuernos del menisco, mientras que las raíces se fijan a través de túneles trans-tibiales. Estudios de laboratorio han demostrado superioridad biomecánica de las técnicas óseas por sobre la fijación de sólo-suturas en ambos compartimientos,²³⁻²⁷ sin embargo, estudios clínicos han demostrado resultados similares en términos de sobrevida, complicaciones y funcionalidad.^{4,28}

En la planificación pre-operatoria es importante el procesamiento y el cálculo del tamaño del injerto, ya que estas variables pueden influir en el resultado del mismo.¹⁰ Respecto al procesamiento, los injertos más utilizados actualmente son los no irradiados que pueden ser fresco-congelados o crio-preservados, ya que han demostrado conservar de mejor manera las propiedades biomecánicas de los injertos.²⁹ Por otra parte, el tamaño del injerto se ha calculado históricamente con el método radiográfico de Pollard,³⁰ aunque han surgido nuevos métodos con tomografía computada (TC) en tres dimensiones o resonancia nuclear magnética que muestran mayor precisión.³¹⁻³³

La literatura ha mostrado buenos resultados clínicos respecto al alivio del dolor, mejoría en test funcionales y sobrevida (ausencia de reoperación) a corto y mediano plazo,^{34,35} sin embargo, estos tienden a empeorar a largo plazo (sobre 7 años).^{4,17,20,36-39} Estos resultados se relacionan con la preparación y la posición de los injertos, es por esto que el TMA se considera como una cirugía técnicamente demandante, que requiere experiencia para conseguir buenos resultados,^{4,17,20,38,39} por lo que sigue siendo

un procedimiento relativamente limitado. Se estima que entre 2007 y 2011, globalmente, sólo se hicieron 3.295 TMA con una incidencia de 0,24 procedimientos anuales por 100.000 habitantes.⁵

Posterior a una revisión de la literatura, es importante detallar que la mayoría de la evidencia disponible proviene de estudios con bajo nivel de evidencia, con variables confundentes y falta de randomización que dificultan analizar y generalizar los resultados.⁵ Por lo demás no se encontraron reportes de TMA en pacientes y centros latinoamericanos, lo que imposibilita sustentar una conducta en base a literatura local.

El objetivo de este estudio es revisar los aspectos más importantes del TMA, detallar una de las técnicas quirúrgicas más utilizadas y describir y discutir los resultados de una serie de casos consecutivos de pacientes tratados con TMA en un país latinoamericano.

TÉCNICA QUIRÚRGICA

TMA Lateral con Canal Trapezoidal

A continuación, se describe la técnica quirúrgica para un TMA lateral con fijación ósea a través de canal trapezoidal ("Keyhole" en la literatura anglosajona) por medio del sistema de Dovetail (Arthrex, Naples, FL, USA). En nuestro centro esta ha sido la técnica más utilizada para TMA laterales. Si bien en los últimos años hemos aumentado el uso de la técnica de partes blandas fijando las raíces a través de túneles óseos, el canal trapezoidal ofrece ventajas para los TMA laterales, pues las raíces son muy cercanas entre ellas y el canal tiene una fijación "press-fit" disminuyendo el stress en las suturas sin la necesidad de realizar túneles óseos, que podrían interferir con procedimientos asociados. Para los TMA mediales utilizamos una técnica completamente de partes blandas, con suturas transtibiales en ambas raíces meniscales y suturas dentro-fuera y todo-dentro para el cuerpo y ambos cuernos. Decidimos desarrollar la descripción de la técnica con canal trapezoidal en este artículo por su mayor complejidad e interés para el lector (Video 1).

Posicionamiento y anestesia

El paciente se posiciona en decúbito supino en la mesa operatoria y se administra anestesia general.

Luego se evalúa la estabilidad ligamentaria y el rango de movimiento bilateral. Se usa un torniquete para isquemia de la extremidad a operar.

Artroscopía diagnóstica

En primer lugar, se realiza una artroscopía diagnóstica para evaluar el estado condral, ligamentario y meniscal. Con esto se confirma que el paciente es candidato a

un TMA y se verifica si se deben realizar procedimientos complementarios.

Preparación del aloinjerto

El aloinjerto (crio-preservedo y no irradiado) previamente seleccionado para coincidir con el estudio preoperatorio, se descongela en suero fisiológico con vancomicina a temperatura ambiente y se monta en una mesa de trabajo. Se debe separar del platillo tibial en la periferia, luego se rebaja el bloque óseo en su extremo lateral, anterior y posterior, para ajustarlo a las guías de corte de la mesa de trabajo. Es importante marcar el cuerno anterior, posterior y cuerpo del menisco en la superficie superior, pues servirá de referencia al momento de la inserción del injerto (fig. 1). El tallado del bloque óseo se realiza mediante guías de corte en forma secuencial (Arthrex, Naples, FL, USA). Con la guía número 1 se realiza el corte medial al bloque óseo en forma perpendicular a la superficie articular del injerto, con la guía número 2 se realiza el corte distal del injerto, y con la guía número 3 se realiza el corte lateral en forma oblicua que otorga la forma trapezoidal característica, responsable de la autoestabilidad del bloque óseo.

A continuación, se mide la longitud anteroposterior del bloque óseo para que la longitud del surco en el receptor sea al menos de la misma medida. Se regularizan los bordes y se eliminan los excesos de hueso y partes blandas para permitir el correcto deslizamiento del bloque en el canal del receptor. Finalmente, la porción meniscal del injerto es preparada con 4 suturas no reabsorbibles en el cuerno posterior y 3 suturas no reabsorbibles en el cuerno anterior. Estas suturas serán utilizadas para la fijación intraarticular del injerto.

Abordaje

Se realiza un abordaje lateral, proximal a la cabeza de la fíbula, tomando como referencia su borde anterior y siguiendo el borde distal de la banda iliotibial superficial (fig. 2). La BIT se secciona a 5 mm anterior del margen posterior de la capa superficial, luego se realiza una disección roma hacia la cabeza fibular, accediendo a la cápsula posterolateral, por donde se extraerán las suturas de tracción realizadas al injerto meniscal. Para evitar lesionar el nervio peroneo común, se debe realizar cuidadosamente una disección superior al complejo del bíceps femoral y anterior a la cabeza del gastrocnemio lateral. Se usa un elevador para liberar adhesiones entre la cápsula posterior y el gastrocnemio. Usando el mismo intervalo, se coloca un protector para proteger el paquete neurovascular posterior.

Artrotomía

Luego se realiza una artrotomía parapatelar lateral, am-

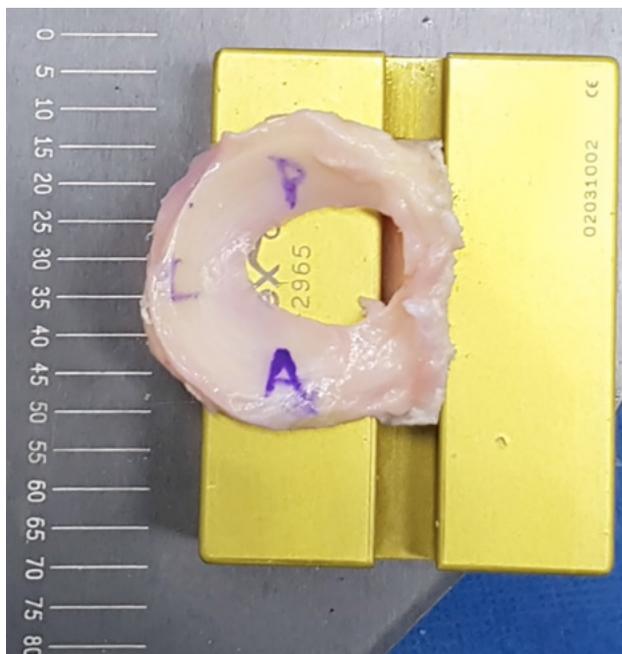


Figura 1: Preparación del aloinjerto. Durante la preparación del aloinjerto, se debe marcar el cuerno anterior, posterior y cuerpo del menisco en la superficie superior, pues servirá de referencia al momento de la inserción del injerto.

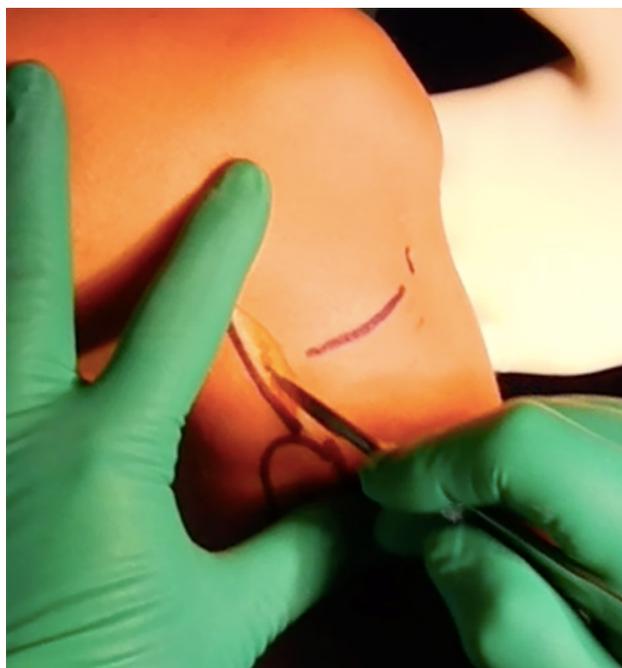


Figura 2: Incisión del abordaje lateral. La incisión del abordaje lateral es proximal a la cabeza de la fíbula, tomando como referencia su borde anterior y siguiendo el borde distal de la banda iliotibial superficial. Este servirá para posicionar y fijar el aloinjerto.

pliando el portal anterolateral, la cual permitirá la introducción del injerto.

Preparación del receptor

El lecho meniscal se prepara hasta dejar un borde sangrante de 1 mm que sirve para la fijación del injerto. A continuación, las raíces meniscales se deben identificar en



Figura 3: Preparación del lecho meniscal. A través de una artrotomía parapatelar lateral, ampliada del portal anterolateral, se prepara el lecho meniscal. Se utiliza una aguja guía como referencia y luego se inicia el corte medial del surco con cincel graduado respetando el borde posterior del platillo tibial.

forma artroscópica. Mediante radiofrecuencia bipolar se demarca la zona donde se realizará el surco para el bloque óseo en el platillo tibial inmediatamente lateral al pivote central.

Utilizando una aguja guía como referencia (fig. 3), se inicia el corte medial del surco con cincel graduado respetando el borde posterior del platillo tibial. Manteniendo el cincel en posición y utilizando una pieza especial, se inicia el fresado del surco con fresa de 6 mm de diámetro. Se profundiza el surco y se revisa con el artroscopio la indemnidad de los 3 muros de éste, especialmente el posterior, que debe tener un margen de 1–2 mm (fig. 4).

Con una raspa de forma trapezoidal correspondiente a la rodilla intervenida, se le da forma y regulariza el surco en el platillo tibial. Luego se utiliza un impactor de la misma forma para compactar los muros y el piso de este.

Inserción del aloinjerto

Se pasan 4 suturas de tracción con técnica dentro-fuera a través de la cápsula posterior, las que deben cazar las suturas del cuerno posterior y atravesar la cápsula posterolateral. Para insertar el aloinjerto, el bloque óseo se introduce en el canal y las suturas del cuerno posterior son traccionadas a través de la cápsula posterior.

Durante la reducción del injerto, se debe posicionar la rodilla en 30° de flexión y aplicar una fuerza en varo para permitir que el injerto pase por debajo del cóndilo femoral lateral. La porción ósea del cuerno posterior del aloinjerto meniscal lateral se debe colocar lo más poste-

rior posible para evitar el pinzamiento del injerto con el cóndilo femoral lateral. Para lograr esto, el injerto puede ser suavemente impactado en el canal (fig. 5). En este momento se completa y comprueba la adecuada posición del injerto en el compartimento lateral, poniendo especial atención en que las marcas de posición estén correctamente orientadas.

Una vez que el aloinjerto se encuentra reducido, la rodilla es movilizada varias veces para posicionar apropiadamente el menisco. Las suturas anteriores y posteriores son fijadas a la cápsula a través de nudos simples. Finalmente, el resto del injerto es asegurado con un total de 6–10 suturas verticales no reabsorbibles separadas por 5 mm y distribuidas en la superficie superior e inferior de la cápsula con la técnica dentro-fuera y todo-dentro según la zona con asistencia artroscópica (idealmente todo-dentro en zonas más posteriores).

Bajo visión artroscópica se completa y confirma la adecuada posición del injerto, utilizando como referencia las marcas de identificación realizadas durante la preparación. De ser necesario, se estabilizan con radiofrecuencia los bordes libres del menisco.

Revisión final

Para concluir el procedimiento, se comprueba la adecuada posición y estabilidad del aloinjerto.

Perlas

- Los bordes del injerto deben ser marcados (anterior, cuerpo y posterior) para ayudar en la orientación al momento de su introducción.
- Realizar la introducción del injerto con la rodilla en 30° de flexión y aplicar una fuerza en varo para permitir su paso por debajo del cóndilo femoral lateral.
- La distancia entre suturas debería ser entre 3–5 mm. Habitualmente se utilizan mínimo 6 suturas verticales simples en las superficies superior e inferior del menisco, entre ambas raíces.

Trampas y riesgos

- No tratar patologías concomitantes como inestabilidad o malalineamiento, contraindica un TMA.
- La presencia de lesiones condrales aisladas o difusas de bajo grado no contraindican un TMA, sin embargo, y sobre todo en las lesiones focales, el tratamiento concomitante de la lesión condral supone mejores tasas de éxito.
- El nervio peroneo común está en riesgo de ser lesionado en el abordaje posterolateral. Para evitarlo, el cirujano debe realizar la disección lateral en un plano anterior al tendón del bíceps y la cabeza lateral del gastrocnemio.

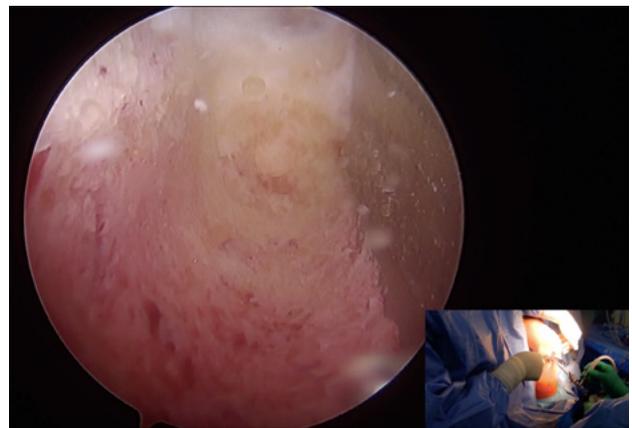


Figura 4: Revisión del lecho meniscal. Posterior al fresado del lecho meniscal, se revisa con el artroscopio la indemnidad de los 3 muros de éste, especialmente el posterior, que debe tener un margen de 1–2 mm.



Figura 5: Reducción del aloinjerto. Durante la reducción del injerto, mientras el cirujano tracciona de las suturas posteriores con una mano y dirige suavemente con la otra, el ayudante debe posicionar la rodilla en 30° de flexión y aplicar una fuerza en varo para permitir que el injerto pase por debajo del cóndilo femoral lateral. La porción ósea del cuerno posterior del aloinjerto meniscal lateral se debe colocar lo más posterior posible para evitar el pinzamiento del injerto con el cóndilo femoral lateral.

- Antes de crear el canal trapezoidal tibial, es importante medir la longitud del platillo tibial lateral del paciente y dejar un margen de pared posterior de 2 mm para evitar sobredimensionar el injerto. Se debe revisar con artroscopio posterior al fresado del lecho meniscal la indemnidad de los 3 muros, especialmente la referencia descrita.

RESULTADOS DE LA TÉCNICA QUIRÚRGICA

TMA Lateral con Canal Trapezoidal

Luego de una extensa revisión de la literatura, se encontraron sólo tres artículos respecto a TMA laterales fija-

dos con canal trapezoidal, dos de ellos descriptivos de la técnica quirúrgica,^{40,41} y el tercero describe resultados anatómicos de dicha técnica.⁴² Ninguno presenta resultados clínicos. Esto se da debido a que la mayoría de los artículos incluye una combinación de distintas técnicas y lateralidades.

Entre las técnicas de fijación para el TMA lateral, hay estudios de laboratorio que muestran que el canal trapezoidal es la que logra una mayor recuperación de la anatomía y biomecánica nativa del compartimento.⁴¹⁻⁴³ Sin embargo, la evidencia clínica disponible no ha permitido establecer una técnica de fijación por sobre otra. En el último Foro Internacional de Expertos en Reconstrucción Meniscal (IMREF, 2015) se concluyó que, si bien la fijación ósea se asocia a mejores propiedades biomecánicas y menores tasas de complicaciones post-operatorias, no hay estudios que muestren superioridad en resultados clínicos para una técnica por sobre la otra.¹⁶ Esto concuerda con un meta-análisis reciente realizado por Jauregui et al.²⁸ que compara los resultados entre los diferentes métodos de fijación y no encontró diferencias significativas en resultados clínicos, disminución del dolor, extrusión ni sobrevida.

Al no haber encontrado en la literatura resultados clínicos exclusivos con el uso de esta técnica ya que la mayoría de la evidencia proviene de estudios clínicos en que se utilizaron distintas técnicas de fijación, el detalle de los resultados (funcionalidad, complicaciones, sobrevida, dolor y satisfacción) será discutido en la siguiente sección, en que se comparan los resultados de la serie personal de los autores contra los reportados en la literatura.

EXPERIENCIA PERSONAL

Descripción retrospectiva.

Selección de pacientes y metodología

Esta serie de casos incluyó 16 pacientes consecutivos que fueron operados de TMA por el mismo cirujano (D.F.), en un centro latinoamericano entre los años 2004-2019. No se excluyeron pacientes del estudio.

El método para el cálculo del aloinjerto fue variable, para los primeros casos se utilizó el método de Pollard y para los últimos la tomografía computada (TC) en 3 dimensiones. En todos los procedimientos se utilizaron aloinjertos crío-preservados y no irradiados. Respecto al método de fijación, se realizaron técnicas de fijación de tipo canal trapezoidal (Dovetail, Arthrex, Naples, FL, USA), doble tarugo y solo-suturas. Todos los pacientes siguieron el mismo protocolo de rehabilitación de acuerdo a las tres fases descritas por Spalding et al: restaurativa (0-2 meses), acondicionamiento (2-6 meses) y funcional

(6-9 meses). Respecto al retorno deportivo, se aconsejó continuar con deportes de bajo impacto.⁴⁴⁻⁴⁶

Se revisaron fichas clínicas para recopilar información demográfica (edad, género, índice de masa corporal (IMC), hábito tabáquico y comorbilidades), clínica y quirúrgica (lesiones previas, artrosis y cirugías de rodilla ipsilateral y contralateral; tipo de fijación, procedimientos concomitantes al TMA, tiempo de isquemia, complicaciones reportadas durante el seguimiento y reoperaciones). La falla del injerto se definió como la necesidad de reoperación de acuerdo a la mayoría de los autores en la literatura internacional.¹⁷

En julio 2019 se condujo una entrevista telefónica en para evaluar el estado clínico y funcional de cada paciente. Se interrogó por la presencia de dolor (escala numérica de dolor [0-10]) durante la semana anterior; satisfacción con el procedimiento (escala de 1 [completamente insatisfecho] a 10 [completamente satisfecho]); y estado funcional usando las escalas Knee Injury and Osteoarthritis Score (KOOS) y Tegner Activity Level Scale.

El análisis estadístico incluyó el test de Kaplan-Meier para sobrevida en función de las fallas (reoperaciones), y los test de log-rank y cox para verificar la existencia de factores pronósticos para esta. Además, se realizó un análisis multivariado para establecer asociaciones entre las variables demográficas, pre-operatorias, quirúrgicas y post-operatorias. Finalmente se utilizó el test de Wilcoxon para evaluar la diferencia entre la funcionalidad pre-operatoria y post-operatoria, en base a la escala de Tegner. Los pacientes que se sometieron a una revisión de TMA se analizaron por separado. La significancia estadística se estableció en un $p < 0,05$. Los datos fueron analizados en el programa STATA 15.0 (StataCorp LLC, 2017, Texas, USA).

Resultados

El estudio incluyó 16 pacientes y 18 TMA (12 laterales y 6 mediales), dos TMA fueron revisiones. La mediana de seguimiento fue de 2,2 años (0,3 - 12,7).

Los datos demográficos, pre-operatorios y operatorios se describen en la Tabla 2. Ninguna de las variables se asoció con la tasa de falla.

Las complicaciones se describen en la Tabla 3 y las causas de falla en la Tabla 4. La rotura meniscal fue la variable más predictora de falla del TMA (HR = 5,6; $p = 0,12$), sin embargo, ninguna alcanzó significancia estadística. Dentro de las 6 fallas, se realizaron 2 revisiones de TMA.

La tasa de sobrevida de los TMA primarios fue de 62,5%, mientras que en los TMA de revisión fue de 100%, dando una tasa de sobrevida global de 66,7%. En el gráfico 1 se presenta la curva de Kaplan Meier, donde se describe la

TABLA 2: DEMOGRAFÍA, VARIABLES PRE-OPERATORIAS Y POST-OPERATORIAS DE TMA PRIMARIOS

VARIABLES DEMOGRÁFICAS	TMA (n = 16)	PREDICTOR DE FALLA (p)	
Masculino*	8 (50%)	0,51	
TMA lateral*	11 (68,8%)	0,62	
Edad [^]	23 (15-37)	0,86	
IMC**	24.9 + 2,7	0,68	
Tabaquismo*	4 (25%)	1	
CIRUGÍAS PREVIAS			
Meniscectomía parcial*	12 (85,7%)	0,67	
Sutura meniscal*	2 (12,5%)	1	
Trasplante autólogo osteocondral (OAT)*	1 (6,3%)	0,97	
Meniscectomía total*	1 (6,3%)	1	
Reconstrucción de ligamento cruzado anterior (LCA)*	1 (6,3%)	1	
LESIONES CONCOMITANTES			
Total de TMA*	15 (93,75%)	-	
Lesión condral*	14 (87,5%)	0,4	
Rotura LCA*	1 (6,3%)	1	
Artrosis leve*	1 (6,3%)	1	
PROCEDIMIENTOS ASOCIADOS			
Total de TMA*	6 (37,5%)	-	
OAT*	5 (31,3%)	0,4	
Microfractura*	1 (6,3%)	1	
Osteotomía*	1 (6,3%)	1	
TÉCNICAS DE FIJACIÓN			
TMA medial (n=5)	TMA lateral (n=11)	PREDICTOR DE FALLA (p)	
Canal trap-ezoidal*	0 (0%)	9 (56,3%)	0,96
Doble tarugo*	2 (12,5%)	0 (0%)	-
Solo suturas*	3 (16,7%)	2 (11,1%)	0,97

* = n (%). [^] = Mediana (rango). ** = Promedio + desviación estándar

probabilidad de sobrevida por cada año de seguimiento. Se calculó una incidencia de falla de 0,1 falla/año.

Respecto a la funcionalidad, la tasa de respuesta a la encuesta telefónica fue de 87,5% (14 pacientes). Los resultados de los TMA primarios se describen el gráfico 2. En la escala de actividad de Tegner se aprecia una mediana pre-operatoria de 7 puntos (3-9), que disminuye a 5 (2-7) en el post-operatorio ($p = 0,26$). En la escala de KOOS se observa una mediana de 82,5 puntos (10 - 99). Respecto al dolor y satisfacción, un 84% se encuentra sin dolor o con dolor leve, mientras que un 67% reporta sentirse satisfecho con el TMA.

Respecto a los dos TMA de revisión, cabe destacar que uno presentó extrusión del injerto y el otro rigidez post-operatoria, sin embargo, ninguno presentó rotura ni falla durante el seguimiento. En la escala de actividad de Tegner se apreció una mediana pre-operatoria de 6 puntos (3

TABLA 3: COMPLICACIONES

Complicaciones	TMA (n=16)	PREDICTOR DE FALLA (p)
n*	11 (68,75%)	-
Extrusión*	9 (56,3%)	0,57
Rotura*	8 (50%)	0,12 (HR=5,6) [^]
Infección superficial*	1 (6,3%)	1
Rigidez*	0 (0%)	1

* = n (%). [^] = La rotura del aloinjerto fue la única variable sugerente de falla, con un riesgo de falla 5,6 veces mayor que aquellos que no sufrieron una rotura, sin embargo, no alcanzó significancia estadística ($p=0,12$).

TABLA 4: CAUSAS DE FALLA DE TMA (REOPERACIONES)

Fallas (reoperaciones)	n (%)
n	6 (37,5%)
TMA de revisión	2 (12,5%)
Meniscectomía parcial	2 (12,5%)
Meniscectomía total	1 (6,3%)
Retensado	1 (6,3%)
Artroplastía	0 (0%)

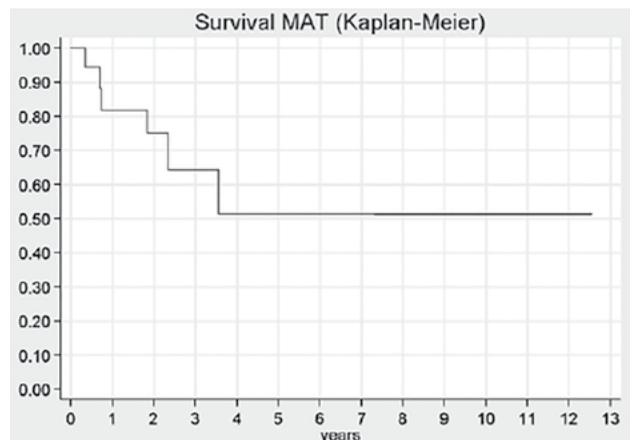


Gráfico 1: Curva Kaplan-Meier de sobrevida de TMA. La tasa de sobrevida de los TMA fue de 62,5% y la incidencia de falla de 0,1 falla/año.

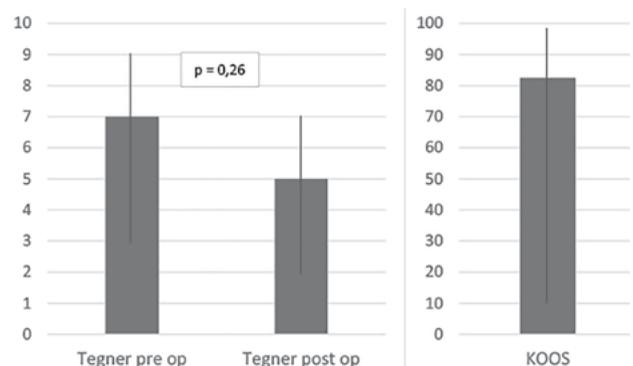


Gráfico 2: Resultados funcionales ([^]). No hubo diferencia significativa entre el Tegner pre-operatorio y el post-operatorio ($p=0,26$). ([^]) Los resultados funcionales se expresan en mediana, mínimo y máximo.

- 9) y post-operatoria de 5 puntos (3-7). En la escala de KOOS se vio una mediana de 68 puntos (52 - 84). Uno reporta dolor leve y el otro dolor moderado. Uno se sien-

te completamente satisfecho (10 puntos) y el otro se siente completamente insatisfecho (1 punto).

Comparación con la literatura

Luego de una revisión de la literatura, no se encontraron estudios que muestren resultados en pacientes latinoamericanos, por lo que los resultados de este estudio sólo pueden compararse con estudios en otras regiones.

Demografía

Los resultados demográficos del presente estudio son comparables con la evidencia disponible, con un promedio de edad de 33 años y más frecuentemente en meniscos laterales.¹⁷

Técnica quirúrgica

Las técnicas de fijación utilizadas en la serie de pacientes descrita fueron las 3 clásicas, sin encontrar diferencias significativas entre ellas, lo que se condice con lo descrito en la literatura.²⁸

Resultados clínicos

En esta serie de pacientes, un 87,5% presentó al menos una lesión concomitante, aunque solo un 37,5% fue sometido a un procedimiento quirúrgico asociado al TMA. Esto difiere con el porcentaje de procedimientos asociados al TMA reportado en la literatura cercano al 60%.¹⁷ No hubo diferencias entre los TMA aislados y los TMA asociados a otro procedimiento, lo que concuerda con lo reportado por Lee et al.⁴⁷

El 68,75% de los TMA en este estudio presentaron al menos una complicación, frecuencia mayor a lo reportado (2 – 51,4%).¹⁷ La complicación más frecuente fue la extrusión, sin embargo, no se encontró una relación significativa con la sobrevida y resultados funcionales, en concordancia con lo que describe Lee et al.⁴⁸ La complicación más relevante en esta serie de casos fue la rotura del injerto, que si bien no alcanzó una significancia estadística para pronóstico de falla, fue sugerente, con un “Hazard Ratio” (HR) de 5,6, que podría alcanzar significancia si la muestra fuera mayor.

Se utilizó como criterio de falla la necesidad de reoperación del injerto, de acuerdo a lo reportado por la mayoría de los autores según un meta-análisis de Bruycker, alcanzando una tasa de sobrevida de 67,5%, menor al promedio reportado de 80,9% en el mismo meta-análisis.¹⁷ Sin embargo, otros estudios utilizan diferentes criterios de falla, lo que determina una variabilidad en la tasa de sobrevida reportada. Por ejemplo, Cole et al., describe en una revisión sistemática como criterio de falla habitual la necesidad de un TMA de revisión o artroplastia,⁵ de manera que en uno de sus artículos muestra un 32% de reopera-

ciones pero con una tasa de sobrevida de 95%.⁴⁹

Uno de los objetivos principales del TMA es reducir la progresión a artrosis y la necesidad de una prótesis de rodilla. En la literatura se reporta una tasa de conversión a artroplastia cercana a un 10% a 10 años plazo.^{35,37,50} Cabe destacar que ningún paciente de la presente serie estudiada ha requerido una artroplastia durante el seguimiento.

Algunos estudios aislados han reportado diferentes factores pronósticos para falla del injerto, tales como sobrepeso (IMC > 25),¹⁷ obesidad (IMC > 30),⁶ tipo de procesamiento del injerto,^{19,51} número de cirugías previas al TMA,⁵¹ y necesidad de reoperación antes de 2 años,⁴⁹ sin embargo, estos resultados no son consistentes en la literatura y aún no se ha demostrado categóricamente algún factor predictor de falla.⁵¹ Esto concuerda con el presente estudio, que tampoco encontró factores pronósticos estadísticamente significativos. No obstante, es importante mencionar que, a pesar de no ser estadísticamente significativa, la rotura del aloinjerto mostró una tendencia para falla con un HR de 5,6, que podría alcanzar significancia estadística con un mayor número muestral.

Con respecto a los resultados funcionales, dolor y satisfacción, se aprecia en esta serie de pacientes una disminución en la escala de actividad deportiva de Tegner, pero asociado a buenos resultados funcionales en la escala de KOOS, alivio significativo del dolor y buena satisfacción con la cirugía. La disminución del Tegner respecto al pre-operatorio se puede explicar por la recomendación que realiza la mayoría de los expertos luego de un TMA de continuar con deportes de bajo impacto.⁴⁶ Estos resultados se condicen con los reportados en otros estudios.^{12,17,19,39,44,52} Una revisión sistemática reciente sobre retorno deportivo posterior a TMA,⁴⁶ muestra un retorno a la actividad de un 77%, con dos tercios alcanzando el mismo nivel previo a la lesión. Específicamente, muestra un Tegner promedio post-operatorio entre 7-10 puntos en pacientes jóvenes, y de 5 puntos o menos en pacientes cercanos a los 40 años de edad, resultado similar al de otra revisión realizada por Smith et al.,¹² que muestra un Tegner promedio post-operatorio de 4,7 puntos. Los resultados de la presente serie coinciden estos estudios. A modo de conclusión respecto al retorno deportivo, Grassi et al.⁴⁶ afirma que un retorno a actividad de bajo impacto es posible, aunque la actividad de alto impacto sigue siendo contraindicada hasta tener nuevos estudios de buena evidencia y largo seguimiento que avalen su práctica. Esta recomendación coincide con otros estudios respecto al retorno deportivo,^{44,45} y reflejan la importancia de considerar el TMA como un procedimiento de salvataje aceptable para una patología que tiene como pronóstico la artrosis de rodilla en pacientes jóvenes.

Fortalezas y limitaciones del estudio

A nuestro entender, este es el primero estudio en Latinoamérica, que describe los resultados de una serie de pacientes sometidos a TMA. Los resultados obtenidos son similares a los resultados reportados en la literatura internacional.

Este estudio presenta limitaciones que son importante destacar. Se utilizó un diseño retrospectivo, con un bajo tamaño muestral en comparación con las series internacionales y se abarcó un largo período de tiempo, lo que implica un seguimiento variable entre pacientes, un cambio en el desarrollo de la técnica y de la curva de aprendizaje de los cirujanos a lo largo de los años. Estos aspectos

deben ser considerados previo a la generalización de los resultados y para el desarrollo de futuras investigaciones.

CONCLUSIONES

Los resultados de esta primera serie de TMA en pacientes latinoamericanos muestran una sobrevida global de 66,7%, con un alto porcentaje de complicaciones y reoperaciones, sin embargo, con buenos resultados funcionales y tasas de dolor y satisfacción con la cirugía. Los resultados descritos concuerdan con la literatura de otras regiones y lo esperable para un procedimiento considerado de salvataje.

BIBLIOGRAFÍA

- Ahmed AM, Burke DL. In-vitro measurement of static pressure distribution in synovial joints. *J Biomech Eng.* 1983;105(3):216-225. doi:10.1115/1.3138409.
- Verdonk P, Vansintjan P, Verdonk R. Meniscal allograft transplantation. *Knee Jt Surg Tech Strateg.* 2012;9782287993(112):139-147. doi:10.1007/978-2-287-99353-4_12.
- Milachowski KA, Weismeier K, Wirth CJ. Homologous meniscus transplantation - Experimental and clinical results. *Int Orthop.* 1989;13(1):1-11. doi:10.1007/BF00266715.
- Figueroa F, Figueroa D, Calvo R, Vaisman A, Espregueira-Mendes J. Meniscus allograft transplantation: Indications, techniques and outcomes. *EFORT Open Rev.* 2019;4(4):115-120. doi:10.1302/2058-5241.4.180052.
- Southworth TM, Naveen NB, Tauro TM, Chahla J, Cole BJ. Meniscal Allograft Transplants. *Clin Sports Med.* 2020;39(1):93-123. doi:10.1016/j.csm.2019.08.013.
- Jiménez-Garrido C, Gómez-Cáceres A, Espejo-Reina MJ, et al. Obesity and Meniscal Transplant Failure: A Retrospective Cohort Study. *J Knee Surg.* 2019. doi:10.1055/s-0039-1695041.
- Hulet C, Pereira H, Peretti GM, Denti M. Surgery of the Meniscus. *J Knee Surg.* 2016. doi:10.1007/978-3-662-49188-1.
- Harris JD, Hussey K, Saltzman BM, et al. Cartilage repair with or without meniscal transplantation and osteotomy for lateral compartment chondral defects of the knee: Case series with minimum 2-year follow-up. *Orthop J Sport Med.* 2014;2(10):1-7. doi:10.1177/2325967114551528.
- Englund M. The Role of the Meniscus in Osteoarthritis Genesis. *Med Clin North Am.* 2009;93(1):37-43. doi:10.1016/j.mcna.2008.08.005.
- Trentacosta N, Graham WC, Gerstoff WK. Meniscal allograft transplantation: State of the art. *Sports Med Arthrosc.* 2016;24(2):e23-e33. doi:10.1097/JSA.000000000000107.
- 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. doi:10.1177/0363546505284235.
- Smith NA, MacKay N, Costa M, Spalding T. Meniscal allograft transplantation in a symptomatic meniscal deficient knee: a systematic review. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2014;23(1):270-279. doi:10.1007/s00167-014-3310-0.
- Smith NA, Parkinson B, Hutchinson CE, Costa ML, Spalding T. Is meniscal allograft transplantation chondroprotective? A systematic review of radiological outcomes. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2016;24(9):2923-2935. doi:10.1007/s00167-015-3573-0.
- Jiang D, Ao YF, Gong X, Wang YJ, Zheng ZZ, Yu JK. Comparative study on immediate versus delayed meniscus allograft transplantation: 4- to 6-year follow-up. *Am J Sports Med.* 2014;42(10):2329-2337. doi:10.1177/0363546514541653.
- Frank RM, Yanke A, Verma NN, Cole BJ. Immediate versus delayed meniscus allograft transplantation: Letter to the editor. *Am J Sports Med.* 2015;43(5):NP8-NP9. doi:10.1177/0363546515571065.
- Getgood A, LaPrade RF, Verdonk P, et al. International Meniscus Reconstruction Experts Forum (IMREF) 2015 Consensus Statement on the Practice of Meniscal Allograft Transplantation. *Am J Sports Med.* 2017;45(5):1195-1205. doi:10.1177/0363546516660064.
- De Bruycker M, Verdonk PCM, Verdonk RC. Meniscal allograft transplantation: a meta-analysis. *Sicot-J.* 2017;3:33. doi:10.1051/sicotj/2017016.
- Frank RM, Cole BJ. Meniscus transplantation. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2015;8(4):443-450. doi:10.1007/s12178-015-9309-4.
- Rosso F, Bisicchia S, Bonasia DE, Amendola A. Meniscal allograft transplantation: A systematic review. *Am J Sports Med.* 2015;43(4):998-1007. doi:10.1177/0363546514536021.
- Myers P, Tudor F. Meniscal allograft transplantation: How should we be doing it? A systematic review. *Arthrosc - J Arthrosc Relat Surg.* 2015;31(5):911-925. doi:10.1016/j.arthro.2014.11.020.
- Masferrer-Pino A, Monllau JC, Abat F, Gelber PE. Capsular fixation limits graft extrusion in lateral meniscal allograft transplantation. *Int Orthop.* 2019;43(11):2549-2556. doi:10.1007/s00264-019-04398-8.
- Masferrer-Pino A, Monllau JC, Ibáñez M, Erquicia JI, Pelfort X, Gelber PE. Capsulodesis Versus Bone Trough Technique in Lateral Meniscal Allograft Transplantation: Graft Extrusion and Functional Results. *Arthrosc - J Arthrosc Relat Surg.* 2018;34(6):1879-1888. doi:10.1016/j.arthro.2018.01.017.
- Wang H, Gee AO, Hutchinson ID, et al. Bone Plug Versus Suture-Only Fixation of Meniscal Grafts. *Am J Sports Med.* 2014;42(7):1682-1689. doi:10.1177/0363546514530867.
- Ambra LF, Mestriner AB, Ackermann J, Phan AT, Farr J, Gomoll AH. Bone-Plug Versus Soft Tissue Fixation of Medial Meniscal Allograft Transplants: A Biomechanical Study. *Am J Sports Med.* 2019;47(12):2960-2965. doi:10.1177/0363546519870179.
- 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(3):320-328. doi:10.1177/03635465990270030901.
- Paletta GA, Manning T, Snell E, Parker R, Bergfeld J. The effect of autograft meniscal replacement on intraarticular contact area and pressures in the human knee: A biomechanical study. *Am J Sports Med.* 1997;25(5):692-698. doi:10.1177/036354659702500519.
- Chen MI, Branch TP, Hutton WC. Is it important to secure the horns during lateral meniscal transplantation? A cadaveric study. *Arthrosc - J Arthrosc Relat Surg.* 1996;12(2):174-181. doi:10.1016/S0749-8063(96)90007-9.
- Jauregui JJ, Wu ZD, Meredith S, Griffith C, Packer JD, Henn RF. How Should We Secure Our Transplanted Meniscus? A Meta-analysis. *Am J Sports Med.* 2018;46(9):2285-2290. doi:10.1177/0363546517720183.
- Lee SR, Kim JG, Nam SW. The Tips and Pitfalls of Meniscus Allograft Transplantation. *Knee Surg Relat Res.* 2012;24(3):137-145. doi:10.5792/ksrr.2012.24.3.137.
- Pollard ME, Kang Q, Berg EE. Radiographic sizing for meniscal transplantation. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg.* 1995;11(6):684-687. doi:10.1016/0749-8063(95)90110-8.
- McConkey M, Lyon C, Bennett DL, et al. Radiographic Sizing for Meniscal Transplantation Using 3-D CT Reconstruction. *J Knee Surg.* 2012;25(3):221-225.

32. Haen TX, Boisrenoult P, Steltzlen C, Pujol N. Meniscal sizing before allograft: Comparison of three imaging techniques. *Knee*. 2018;25(5):841-848. doi:10.1016/j.knee.2018.06.009.
33. Kaleka CC, Netto AS, Silva JCAE, et al. Which Are the Most Reliable Methods of Predicting the Meniscal Size for Transplantation? *Am J Sports Med*. 2016;44(11):2876-2883. doi:10.1177/0363546516653203.
34. Van Der Wal RJP, Thomassen BJW, Van Arkel ERA. Long-term clinical outcome of open Meniscal allograft transplantation. *Am J Sports Med*. 2009;37(11):2134-2139. doi:10.1177/0363546509336725.
35. Zaffagnini S, Grassi A, Marcheggiani Muccioli GM, et al. Survivorship and clinical outcomes of 147 consecutive isolated or combined arthroscopic bone plug free meniscal allograft transplantation. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc*. 2016;24(5):1432-1439. doi:10.1007/s00167-016-4035-z.
36. Verdonk PCM, Verstraete KL, Almqvist KF, et al. Meniscal allograft transplantation: Long-term clinical results with radiological and magnetic resonance imaging correlations. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc*. 2006;14(8):694-706. doi:10.1007/s00167-005-0033-2.
37. Noyes FR, Barber-Westin SD. Long-term survivorship and function of meniscus transplantation. *Am J Sports Med*. 2016;44(9):2330-2338. doi:10.1177/0363546516646375.
38. Bin S II, Nha KW, Cheong JY, Shin YS. Midterm and Long-term Results of Medial Versus Lateral Meniscal Allograft Transplantation: A Meta-analysis. *Am J Sports Med*. 2018;46(5):1243-1250. doi:10.1177/0363546517709777.
39. Young J, Tudor F, Mahmoud A, Myers P. Meniscal transplantation: Procedures, outcomes, and rehabilitation. *Orthop Res Rev*. 2017;9:35-43. doi:10.2147/ORR.S94378.
40. Chahla J, Olivetto J, Dean CS, Serra Cruz R, LaPrade RF. Lateral Meniscal Allograft Transplantation: The Bone Trough Technique. *Arthrosc Tech*. 2016;5(2):e371-e377. doi:10.1016/j.eats.2016.01.014.
41. Lee DW, Park JH, Chung KS, Ha JK, Kim JG. Arthroscopic Lateral Meniscal Allograft Transplantation With the Key-Hole Technique. *Arthrosc Tech*. 2017;6(5):e1815-e1820. doi:10.1016/j.eats.2017.06.057.
42. Kim NK, Bin S II, Kim JM, Lee CR. Does Lateral Meniscal Allograft Transplantation Using the Keyhole Technique Restore the Anatomic Location of the Native Lateral Meniscus? *Am J Sports Med*. 2016;44(7):1744-1752. doi:10.1177/0363546516639937.
43. Brial C, McCarthy M, Adebayo O, et al. Lateral Meniscal Graft Transplantation: Effect of Fixation Method on Joint Contact Mechanics During Simulated Gait. *Am J Sports Med*. 2019;47(10):2437-2443. doi:10.1177/0363546519860113.
44. Barber-Westin SD, Noyes FR. Low-impact sports activities are feasible after meniscus transplantation: a systematic review. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc*. 2018;26(7):1950-1958. doi:10.1007/s00167-017-4658-8.
45. Cvetanovich GL, Christian DR, Garcia GH, et al. Patient Satisfaction and Return to Sports after Meniscal Allograft Transplantation. *Orthop J Sport Med*. 2019;7(7_suppl5):2325967119S0025. doi:10.1177/2325967119S00251.
46. Grassi A, Bailey JR, Filardo G, Samuelsson K, Zaffagnini S, Amendola A. Return to Sport Activity After Meniscal Allograft Transplantation: At What Level and at What Cost? A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Health*. 2019;11(2):123-133. doi:10.1177/1941738118819723.
47. Lee BS, Kim HJ, Lee CR, et al. Clinical Outcomes of Meniscal Allograft Transplantation With or Without Other Procedures: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Sports Med*. 2018;46(12):3047-3056. doi:10.1177/0363546517726963.
48. Lee SM, Bin S II, Kim JM, et al. Long-term Outcomes of Meniscal Allograft Transplantation With and Without Extrusion: Mean 12.3-Year Follow-up Study. *Am J Sports Med*. 2019;47(4):815-821. doi:10.1177/0363546518825251.
49. McCormick F, Harris JD, Abrams GD, et al. Survival and reoperation rates after meniscal allograft transplantation: Analysis of failures for 172 consecutive transplants at a minimum 2-year follow-up. *Am J Sports Med*. 2014;42(4):892-897. doi:10.1177/0363546513520115.
50. Van Der Straeten C, Byttebier P, Eeckhoudt A, Victor J. Meniscal allograft transplantation does not prevent or delay progression of knee osteoarthritis. *PLoS One*. 2016;11(5):1-14. doi:10.1371/journal.pone.0156183.
51. Fanelli D, Mercurio M, Gasparini G, Galasso O. Predictors of Meniscal Allograft Transplantation Outcome: A Systematic Review. *J Knee Surg*. 2019;1(212). doi:10.1055/s-0039-1695043.
52. Novaretti J V., Patel NK, Lian J, et al. Long-Term Survival Analysis and Outcomes of Meniscal Allograft Transplantation With Minimum 10-Year Follow-Up: A Systematic Review. *Arthrosc - J Arthrosc Relat Surg*. 2019;35(2):659-667. doi:10.1016/j.arthro.2018.08.031.