

Sección IV. Investigación y Ciencias Básicas

Aloinjertos meniscales, estudio experimental en perros

Carlos E. Gómez, Juan Carlos López, Carlos A. Leal*

Introducción

La importancia funcional de los meniscos en la biomecánica de la rodilla ha sido un concepto de creciente evolución en la últimas décadas, lo que ha llevado a un progresivo ímpetu por mantener estas estructuras siempre que sea posible.

Considerables evidencias clínicas han demostrado que la remoción o daño de los meniscos resulta en un daño osteoartrosico definitivo de la articulación^{4, 15, 42}. Esto ha sido demostrado además en cirugía experimental en animales¹⁷.

A pesar de que el advenimiento de la cirugía artroscópica ha permitido la reparación meniscal sin un daño funcional importante, no todas las lesiones son susceptibles de ser corregidas. Por otra parte, en la reciente década hemos presenciado un incremento de los problemas funcionales de los pacientes menisectomizados en décadas anteriores.

Una solución estudiada a nivel experimental y clínico para este tipo de pacientes es el aloinjerto meniscal, que se proyecta como una prometedora solución a la osteoartrosis temprana en el paciente posmenisectomizado.

A pesar de que este tipo de implante es una solución científicamente sólida, existen pocos estudios que determinen su viabilidad clínica. Por otra parte, existen muchas técnicas que podrían ser ventajosas en la utilización de los aloinjertos de meniscos, tanto en su fijación al receptor, como en la utilización temprana o tardía sobre una rodilla menisectomizada, o en el tipo de preservación del injerto.

El presente estudio se ha diseñado para responder las siguientes preguntas de investigación: ¿Existe alguna ventaja en la fijación del injerto con suturas o con un pegante biológico tipo histosella? ¿Existe alguna diferencia entre los injertos implantados inmediatamente después de la menisectomía o un tiempo después de haberla realizado? ¿Hay diferencias entre la utilización de injertos criopreservados o injertos frescos?

Para responder a estas preguntas, hemos realizado un trabajo experimental en perros en los que se realizó el aloinjerto meniscal con las diferentes posibilidades de fijación, tiempo de menisectomía y preservación. Se analizaron los resultados histomorfométricos en términos de celularidad blástica y madura en tres puntos de conteo celular en cada menisco implantado y su control contralateral. Se estudió la vascularidad de cada menisco, así como las variaciones microscópicas en tamaño, forma, coloración y adherencias. El resultado funcional se expresó en términos de apoyo parcial y total del animal. Todo el análisis estadístico se realizó en forma pareada y con resultados normalizados para evitar sesgos por variación biológica y para reducir el número de animales sacrificados.

En este estudio pretendemos presentar las posibles ventajas entre los diferentes métodos posibles en la técnica del aloinjerto meniscal. Los resultados obtenidos en esta investigación nos permitirán abrir las puertas a una utilización más segura del implante en el humano.

Revisión bibliográfica

La rodilla es la articulación que en mayor frecuencia se lesiona en las personas que participan en actividades deportivas, siendo los desgarros meniscales su lesión más común¹⁵. Se han reportado dos patrones de patología meniscal. La traumática, asociada a lesión ligamentaria del li-

* Laboratorio de Investigación en Ortopedia. Posgrado de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Escuela Colombiana de Medicina, Santa Fe de Bogotá D.C., mayo de 1996.

gamento cruzado anterior y la degenerativa, en pacientes ancianos. Los meniscos son fibrocartílagos que cubren las porciones periféricas de los platillos tibiales. Surgen para profundizar esas áreas y permitir la recepción de los cóndilos femorales. Adicionalmente dan estabilidad a la rodilla, generando coaptación alrededor de los cóndilos sobre un platillo plano. Ocupan el 60% del área de contacto entre el fémur y la tibia³⁸. Son triangulares en su sección trasversal, gruesos en la periferia, delgados y cóncavos internamente. La cara superior es levemente cóncava para ser congruente con los cóndilos femorales. La superficie inferior es plana para adaptarse al platillo tibial. Los extremos están insertados en la carilla no articular del área en la interfase menisco-tibial; ambos se deslizan hacia adelante en extensión y hacia atrás en flexión. Su rango de movimiento anteroposterior es mayor en el menisco lateral (9 mm), mientras que en el medial es de 3 mm. Los meniscos juegan un rol integral en la compleja biomecánica de la rodilla, por lo que hoy en día se considera prioritario preservarlos^{13, 23, 33}.

La lesiones meniscales se pueden clasificar de acuerdo a cuatro patrones básicos, las lesiones longitudinales que son paralelas al borde longitudinal del menisco y representan una hidrólisis o separación de las fibras circunferenciales. Se produce un fragmento desplazable y un extremo fijo. El fragmento incompleto puede estar adherido superior o inferior por fibras radiales o bandas perforantes. Si la lesión meniscal es cerca de la unión menisco-capsular se llama desgarro periférico. Otra lesión es la lesión en asa de balde. Las lesiones horizontales son las que van paralelas a la cara superior e inferior de los meniscos, dividiendo el menisco en dos mitades más frecuente en la mitad posterior del menisco medial o en segmento medio del menisco lateral. Se presentan por pérdida de elasticidad del menisco. Son el origen de los desgarros en colgajo y de las rupturas complejas y de las lesiones degenerativas. Se puede volver oblicua y móvil, produciendo dolor y bloqueo mecánico. Las lesiones oblicuas son lesiones de espesor total a través del cuerpo del menisco, sin evidencia de plano de clivaje horizontal y se parecen a las radiales. Se inician en el borde interno y se extienden a cuerno posterior o a cuerno anterior, llamándose lesión oblicua posterior o anterior respectivamente. Las lesiones radiales son aquellas que van del borde interno a la periferia; pueden ser completas e incompletas y son más

frecuentes en el menisco lateral, posiblemente debido a su forma circular.

Otra variación es la lesión en pico de loro. Existen otras variaciones tales como las lesiones en colgajo que ocurren en meniscos con cambios degenerativos y pueden ser superiores e inferiores. Las lesiones complejas se combinan de varias formas. Las lesiones degenerativas son rupturas meniscales de vieja data, que se caracterizan por un menisco macerado, bordes irregulares, difícil de identificar un patrón. El menisco medial y lateral tienen patrones de localización y tipos de ruptura. El menisco medial es más afectado en el tercio posterior (que puede tener un clivaje horizontal). Presentando una ruptura en colgajo o una longitudinal. La ruptura aislada del cuerno anterior del menisco medial es rara. El menisco lateral únicamente presenta rupturas longitudinales, ocasionalmente oblicuas, y en el tercio posterior, rupturas de clivaje horizontal en el segmento medio. Las rupturas radiales se encuentran perpendiculares al borde interno sólo en el segmento anterior y medio del meniscal lateral, así como rupturas aisladas de la porción interna del menisco lateral.

La menisectomía total fue realizada y propuesta por muchos autores como el tratamiento de elección en las lesiones meniscales³. Las consecuencias a largo plazo de este procedimiento demostraron grandes cambios degenerativos en la articulación de la rodilla^{4, 15, 24, 39}. Otros autores recomendaron la menisectomía parcial, aduciendo que la incidencia de cambios degenerativos era menor. Desafortunadamente, muchos desgarros meniscales eran periféricos o cerca a la periferia y la resección del segmento lesionado implicaba la extracción de casi todo el menisco. King²⁴, en sus estudios experimentales en animales demostró cómo había cicatrización en los meniscos con lesiones periféricas, inclusive sin inmovilización. Los desgarros longitudinales en el cuerpo del menisco de los perros han presentado cicatrización al realizarse sutura. Las reparaciones meniscales abiertas han reportado un porcentaje de éxito de 5%. El advenimiento de las técnicas de cirugía artroscópica tiene una gran ventaja sobre los procedimientos abiertos, ya que se tiene una recuperación más rápida y la posibilidad de realizar procedimientos menos agresivos con adecuados resultados a largo plazo²⁴. Surgen además interesantes alternativas de tratamiento realizando procedimientos artroscópicos combinados con láser. Este procedimiento

tiene diversas ventajas sobre las técnicas mecánicas ya que hay una disminución del sangrado y ofrece un corte más preciso²⁴.

Estudios experimentales en animales demostraron que la zona de daño térmico en las menisectomías por medio de electrocirugía fue de 0.1 mm o menos, y la zona de reparación del tejido meniscal incidido fue normal a los 6 meses. Los estudios realizados en humanos demuestran que esta técnica no produce sangrado, efusiones articulares y el dolor no se presenta frecuentemente en las actividades de la vida diaria.

Desde la publicación de King²⁴, sobre la cicatrización del cartílago semilunar, ha sido una axioma que las lesiones meniscales fuera de la periferia vascular del menisco no son capaces de repararse⁶. Este principio se basa en la creencia que las células meniscales son incapaces de producir una respuesta reparativa y que la suplencia vascular es un prerrequisito para reparar una herida. Webber⁶. Demostró que los fibrocondrocitos meniscales son capaces de proliferar y sintetizar matriz cuando se exponen a factores quimiotácticos y mitogénicos que normalmente se encuentran en el hematoma de una herida⁶. Usando cultivos celulares, demostraron que las células meniscales que fueron expuestas a factores de crecimiento derivados de las plaquetas, fueron capaces de proliferar y sintetizar matriz extra celular. En la reparación normal de una herida, la hemorragia da un coágulo de fibrina que sirve de soporte a la respuesta de reparación.

Es interesante como los defectos meniscales que fueron rellenos con coágulos de fibrina, cicatrizaron de forma concéntrica; este tejido de reparación fibrocartilaginosa es macroscópica e histológicamente diferente al tejido meniscal normal aunque morfológicamente es similar al tejido de reparación del área vascular del menisco⁶.

Diversos esfuerzos por preservar la función meniscal han liderado el uso de aloinjertos en pacientes menisectomizados¹⁵.

El trasplante de un menisco que mantenga las propiedades biológicas y mecánicas depende de la composición y organización de sus estructuras individuales, fibras colágenas y proteoglicanos²⁵.

Estudios experimentales sobre trasplantes de cartílago articular sugieren que su sobrevivencia y función dependen de la viabilidad de los condrocitos²⁵. Asumiendo que la viabilidad de los fibrocondrocitos mejora los resultados finales, los aloinjertos meniscales pueden ser potencialmente trasplantados en fresco o criopreservados.

La criopreservación ofrece la ventaja que el injerto tenga un período de almacenamiento, los crioprotectores y la rata controlada de congelación reducen el deterioro de la membrana celular y los órganos intracelulares²⁵. Esta técnica mantiene más de 50% de sobrevivencia de los condrocitos.

Wirth en 1978 trasplantó dos injertos (Liofilizado y congelado) a ovejas, observando disminución de las propiedades mecánicas de los meniscos. Milachowski no observó diferencias significativas en trabajo similar con ovejas. Los estudios de Jackson²³ de fibrocondrocitos meniscales criopreservados, indicó un 30% de viabilidad inmediatamente después de descongelarse a los treinta días de almacenamiento a menos -156°C. Estas células viables brindan una nueva línea celular dentro del menisco. En los recientes estudios, los primeros 6 meses demostraron cantidades de colonias aún mayores que los controles. Esto nos indicaría que las células presentes en el menisco trasplantado parecen ser hipermetabólicas o son de una línea celular diferente de los condrocitos nativos. Los autoinjertos en fresco presentan una viabilidad de 77%, mientras que los aloinjertos criopreservados mostraron una viabilidad de 76% en el estudio en cabras realizado por Jackson. Arnoczky¹⁸ realizó trasplantes de meniscos criopreservados en 14 perros, encontrando apariencia normal a los 5 meses; estudios de isótopos demostraron actividad metabólica normal a los 12 meses¹⁸. Los trasplantes de meniscos en humanos se han desarrollado por varios autores. Milachowski^{18, 27} trasplantó 20 meniscos en el comportamiento medial presentando la falla de uno solo 18. 27. Zukor¹⁵ evaluó 28 meniscos que fueron implantados con fragmento de platillo tibial, reportando un 75% de éxito.

Los resultados de trasplante en fresco son alentadores, clínicamente ningún paciente ha presentado bloqueo, o requiere nueva cirugía. La evaluación artroscópica demostró cicatrización en todos los casos y una adecuada vascularidad. Los implantes mantenían su forma y tamaño normal.

No hubo progresión de los cambios degenerativos que se habían descrito¹⁵.

Keene trasplantó un menisco lateral con técnica artroscópica, logrando un gran éxito, motivo por el cual es posible pensar que la mejoría de este procedimiento puede ser importante en el futuro.

Mediante nuestro estudio pretendemos observar las ventajas entre los diferentes métodos posibles en la técnica de aloinjertos meniscales.

Materiales y métodos

Se utilizaron 12 perros criollos de talla mediana con una edad promedio de 6 años y un peso que oscilaba entre 8 y 14 kg. Ninguno había presentado trauma previo o sufría de alguna enfermedad sistémica. Los perros fueron divididos en cuatro grupos de tres, y se realizaron los aloinjertos con diferencias en fijación, tiempo de menisectomía y tipo de preservación. En el primer grupo los tres perros fueron menisectomizados e intervenidos con un aloinjerto fresco que se fijó con histosella. En el segundo grupo, los tres perros fueron menisectomizados e intervenidos con un aloinjerto fresco que se fijó con sutura. En el tercer grupo, los perros fueron menisectomizados y dejados en actividad libre por un mes, al cabo del cual fueron intervenidos con un aloinjerto fresco fijado con sutura. En el cuarto grupo los tres perros fueron menisectomizados y dejados en actividad libre por un mes, al cabo del cual fueron intervenidos con un aloinjerto criopreservado fijado con sutura. Todos los especímenes fueron obtenidos posterior al sacrificio por sobredosis de pentobarbital en un promedio de 2.5 meses después del implante.

El grupo de estudio en el que se compara el tipo de fijación con sutura o con histosella, compara los grupos 1 y 2, en los que la única diferencia es esta variable. Un segundo grupo de estudio compara el efecto de realizar el implante en forma inmediata o hacerlo 1 mes después de la menisectomía, analizando los grupos 2 y 3, donde la única diferencia es esta variable. Un tercer grupo de estudio busca determinar los efectos de la criopreservación, comparando los resultados de los grupos 3 y 4, donde la única diferencia es también esta variable.



El modelo quirúrgico fue diseñado para intervenir la rodilla izquierda de cada uno de los especímenes, con todas las técnicas de asepsia y antisepsia. Se realizó una artrotomía medial que permitía la liberación del menisco en su inserción capsular y de sus cuernos anterior y posterior. Se realizaron túneles anterior y posterior en el platillo tibial que servían como zona receptora del menisco y por los cuales se efectuó la fijación de la sutura. Una vez colocado el injerto se comprobó la estabilidad de la rodilla mediante movimientos de flexoextensión.

Todos los animales fueron dejados en actividad libre sin ningún tipo de inmovilización de su miembro intervenido. Los meniscos que se criopreservaron se dejaron embebidos en solución salina normal a menos cuatro grados centígrados (-4°C) durante un mes.

El análisis estadístico se realizó mediante un estudio pareado tipo *student-T*, determinando inicialmente la estadística descriptiva de cada grupo con sus respectivas desviaciones estándar. Una vez se obtuvo el valor de cada una de las variables, se realizó un ANOVA de dos vías analizando cada parámetro en comparación con su control contralateral. Para evitar sesgos por variaciones biológicas entre los diferentes especímenes, se realizó un ANOVA de mediciones repetitivas, así como un análisis de valores normalizados en el que se comparaban las diferencias de las variables respecto de su control contralateral. De esta manera se asegura un control de alta potencia estadística y se reduce el número de especímenes necesario para un análisis adecuado.

Tanto los reportes de la literatura como nuestros propios estudios pilotos determinaron que la posibilidad de la integración meniscal era cercana al 90%, por lo que se realizó un análisis de potencia obteniendo un mínimo de 3 especímenes por grupo. Estos análisis se realizaron comparando los cuatro grupos de estudio en los tres grupos de análisis presentados en el párrafo anterior. El análisis histomorfométrico, la vascularidad del implante y el tamaño del menisco fueron analizados en forma ciega por examinadores diferentes a los coautores y observadores independientes. El análisis final de los datos se realizó con la ayuda del laboratorio de investigación en Ortopedia del Posgrado de Cirugía Ortopédica y Traumatología de la Escuela Colombiana de Medicina, y con la utilización del programa estadístico *Stat-View*.

Resultados

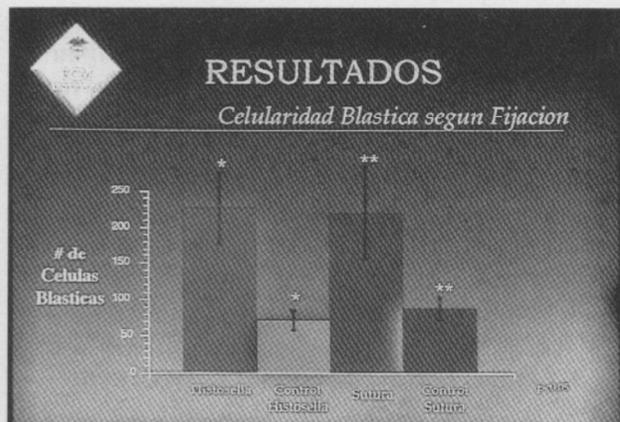
Los aloinjertos meniscales implantados en este estudio en perros mostraron una integración en todos los especímenes con mínimas diferencias entre las variables analizadas. En todos los casos se obtuvo una respuesta celular de integración y una funcionalidad adecuada, con variaciones según el tipo de fijación, la realización de una menisectomía previa y la preservación del aloinjerto. Los controles contralaterales fueron significativamente similares entre sí en todos los análisis histológicos ($P > 0.1$). El tamaño de los meniscos contralaterales controles fue de 10 mm. en promedio, con una variación mínima entre ellos ($P > 0.1$).

No se encontraron diferencias histomorfométricas significativas entre los aloinjertos fijados con sutura al compararse con los fijados con histosella.

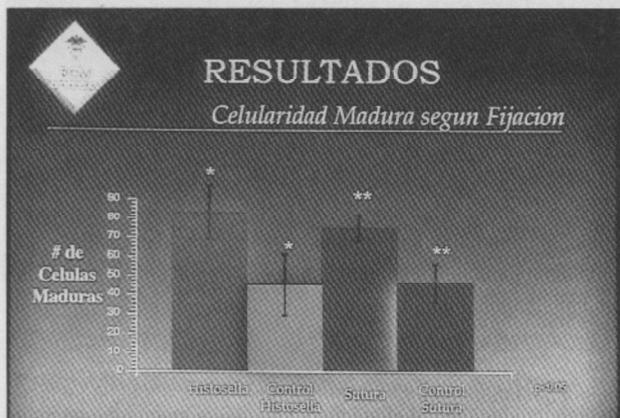
El recuento de las células blásticas fue mayor en el grupo fijado con histosella en sólo un 3% ($P = 0.92$). Con un comportamiento similar se observó en recuento de células maduras, en la que los especímenes fijados con histosella tuvieron una celularidad 9.6% mayor ($P = 0.94$). En ambos tipos de fijación se encontró un aumento significativo de los recuentos histomorfométricos de células blásticas y maduras respecto de sus controles contralaterales. El recuento de las células blásticas fue 3.1 veces mayor que sus controles en los especímenes fijados con histosella, y 2.5 veces mayor en el grupo fijado con sutura

($P < 0.01$). Asimismo el recuento de células maduras mostró un aumento en los fijados con histosella de 1.8 veces y en las fijados con sutura de 1.6 veces. En el análisis de varianza normalizado no se encontraron diferencias significativas entre los dos grupos de fijación ni en el recuento de células blásticas ($P = 0.78$) ni el de células maduras ($P = 0.36$).

1. Células blásticas según fijación



2. Células maduras según fijación

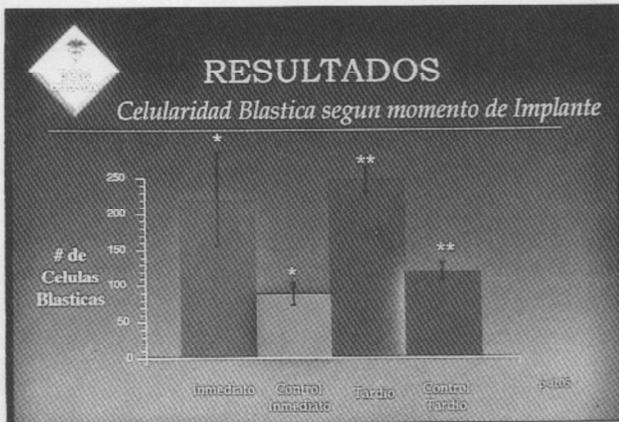


Los meniscos fijados con histosella presentaron un patrón de vascularidad 17% mayor que los fijados con sutura ($P = 0.004$). En ambos casos se presentó un sobrecrecimiento del menisco implantado significativamente mayor que sus controles contralaterales ($P < 0.01$). Este sobrecrecimiento fue mayor en los injertos fijados con histosella, que fueron en promedio 2,16 veces más grandes que sus controles contralaterales. Los fijados con sutura fueron 1.8

veces mayores en tamaño que sus contralaterales y significativamente menores que los fijados con histosella ($P < 0.01$). Los perros con meniscos fijados con histosella iniciaron apoyo parcial promedio a los 6.3 días y apoyo total a los 41 días, mientras que los fijados con sutura lo hicieron a los 8 días y 51 días respectivamente. A pesar de iniciar el apoyo más tempranamente en los fijados con histosella, no se encontraron diferencias significativas en el tiempo de inicio de apoyo parcial o total entre los dos grupos de fijación.

Al comparar los meniscos implantados en el momento de la menisectomía con los implantados después de 1 mes de menisectomía, no se encontraron diferencias significativas en los análisis histomorfológicos. Tanto el recuento de células blásticas como el de células maduras fue mayor en el grupo premenisectomizado, con una diferencia de 10.9% ($P = 0.49$) y de 5% ($P = 0.4$), respectivamente.

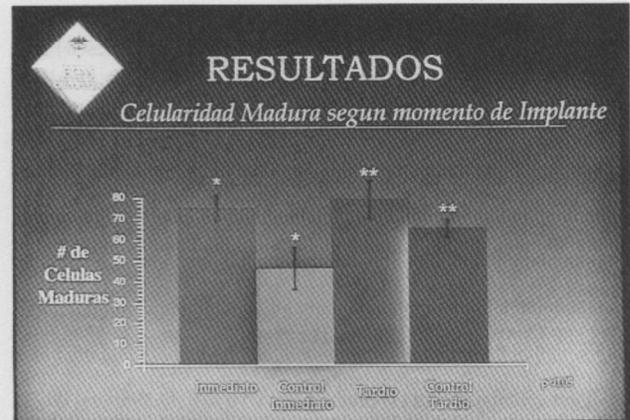
3. Células blásticas según menisectomía



Ambos grupos mostraron un aumento significativo de la celularidad blástica y madura respecto de sus controles contralaterales ($P < 0.01$) la celularidad blástica fue 2.5 veces mayor en los injertos inmediatos respecto de sus controles contralaterales mientras que la de los injertos en animales premenisectomizados fue 2 veces mayor. El análisis de varianza normalizado entre estas diferencias con sus controles contralaterales muestra un aumento no significativo de la celularidad blástica en los injertos inmediatos ($P = 0.9$). Un comportamiento similar se observa en las células maduras, donde los injertos inmediatos tuvieron una celularidad 1.6 veces mayor

y los premenisectomizados 1.2 veces mayor respecto de sus contralaterales. El análisis normalizado muestra un aumento no significativo de la celularidad madura en los injertos inmediatos ($P = 0.2$).

4. Células maduras según menisectomía



El patrón de vascularidad de los injertos inmediatos fue sólo 5% mayor que el de los premenisectomizados, y no hay diferencia significativa entre estos dos grupos ($P = 0.8$). En este grupo de estudio se encontró también un sobrecrecimiento del aloinjerto meniscal, siendo este mayor en los injertos implantados inmediatamente con un promedio de 1.8 veces de aumento de tamaño, que al compararse con un aumento de 1.6 veces en los meniscos implantados en perros premenisectomizados no presentan una diferencia significativa ($P = 0.6$).

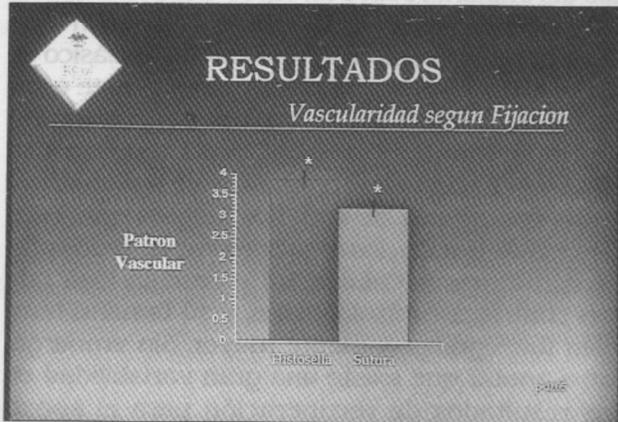
Los perros con meniscos implantados inmediatamente iniciaron apoyo parcial promedio a los 8 días y apoyo total a los 51 días, mientras que los fijados con sutura lo hicieron a los 7 y 34 días respectivamente. A pesar de iniciar el apoyo más temprano en los implantados inmediatamente, no se encontraron diferencias significativas en el tiempo de inicio de apoyo parcial o total entre los dos grupos de menisectomía.

Al comparar los tipos de preservación del aloinjerto, no encontramos diferencias histológicas significativas entre la criopreservación del menisco y la utilización del injerto fresco. En este grupo también se encontró un aumento no significativo de la celularidad blástica y madura en

un 6% ($P=0.19$) y un 5% ($P=0.77$) respectivamente. Ambos tipos de preservación del injerto resultaron en un aumento de la celularidad respecto de sus controles contralaterales.

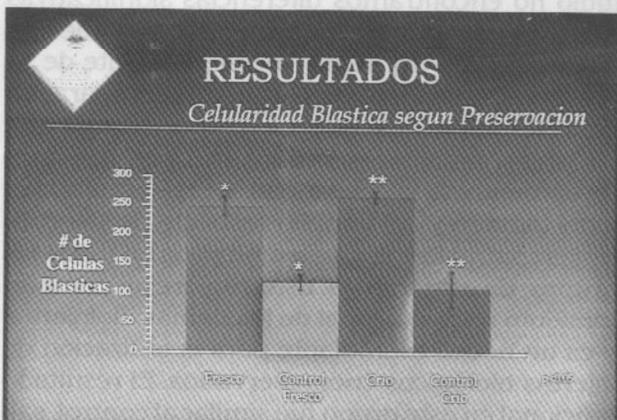
5. Vascularidad

La celularidad blástica fue 2.07 veces mayor

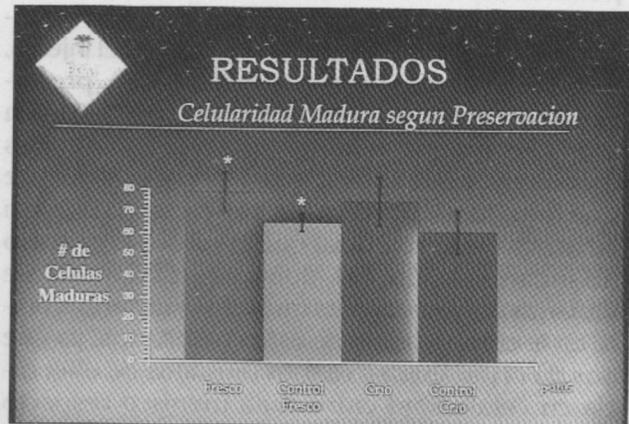


en los injertos frescos, mientras que en los criopreservados fue 2.4 veces mayor que sus controles contralaterales. Esta tendencia se observa también en la celularidad madura, encontrando un aumento de 1.2 veces tanto en los injertos frescos como en los criopreservados. El análisis normalizado de varianza muestra unas diferencias no significativas entre los dos tipos de preservación.

6. Células blásticas según preservación



7. Células maduras según preservación



La vascularidad de los aloinjertos implantados en fresco fue 5% mayor que la de los criopreservados, sin que esta diferencia sea estadísticamente significativa. El sobrecrecimiento de los aloinjertos respecto de sus controles contralaterales en estos especímenes fue de 1.6 veces en los injertos frescos y 1.5 veces en los criopreservados, sin encontrar diferencias significativas entre ellos ($P=0.18$). No hubo diferencias en tiempo de apoyo entre los dos grupos de preservación del injerto, teniendo un promedio de inicio de apoyo parcial de 7 días para los meniscos frescos y 7.5 días para los criopreservados, así como un promedio de tiempo de inicio de apoyo total de 34 y 40 días respectivamente. Este análisis excluyó uno de los especímenes que presentó una complicación de dehiscencia de suturas y tardó su tiempo de apoyo total a 145 días. En vista de que esta cifra supera más del doble el promedio de los demás especímenes, se excluyó del análisis estadístico de tiempo de apoyo junto con su control contralateral.

Discusión

Este estudio experimental demuestra una integración del aloinjerto meniscal en todos los especímenes operados, soportado por el análisis histológico de la celularidad blástica y madura, la vascularidad, y el resultado funcional en términos de tiempo de inicio de apoyo parcial y total.

Las diferencias entre los grupos de estudio nos permite llegar a conclusiones importantes respecto del manejo de este tipo de implantes biológicos. En todos los especímenes se encontró un

aumento de la celularidad blástica y madura respecto de sus controles contralaterales en una forma significativa. Esta respuesta celular es un indicativo de la incorporación biológica del injerto, independientemente del tipo de fijación, preservación o tiempo del implante. El hecho de que en todos los grupos el número de células blásticas fuera mayor que el de maduras indica que existe una alta actividad metabólica de reacción inflamatoria y cicatricial que favorece el proceso de incorporación del aloinjerto. El análisis de varianza normalizado es un factor muy importante en la comparación de estos resultados, ya que nos da el parámetro real en términos de diferencia en celularidad entre cada menisco respecto de su control contralateral. Este análisis aumenta la potencia del estudio y reduce el número de especímenes que deben ser sacrificados.

Esta prueba estadística mostró siempre unas diferencias no significativas entre los diferentes grupos de estudio en las variables histomorfométricas, lo que confirma la similitud encontrada en el análisis pareado simple de *Student-T*. Otro parámetro importante es la presencia constante de diferencias no significativas entre los controles, lo que asegura una unidad de criterio indispensable para las comparaciones estadísticas. El análisis de los grupos en poblaciones de tres especímenes, para el estudio de tres comparaciones de procedimientos diferentes y analizados con las mismas variables nos permite además utilizar una cantidad menor de animales de experimentación con una adecuada solidez estadística.

Los resultados del estudio comparativo entre la fijación del injerto con histosella y con sutura mostraron que la celularidad tanto blástica como madura era muy similar, siendo ambos grupos mayores en conteo celular respecto de sus meniscos controles. La principal diferencia en este análisis de fijación se encontró en la vascularidad, donde existió un aumento del patrón vascular de 17% de los meniscos fijados con histosella. Una posible explicación de este hallazgo es la estimulación de la actividad metabólica ocasionada por esta sustancia que además ocasiona el mayor sobrecrecimiento del aloinjerto de todos los grupos de análisis. Estos meniscos llegaron a ser más de 200% del tamaño de los controles, sin llegar a producir un efecto negativo de tipo mecánico o funcional aparente. Esto se confirma además al encontrar que los perros con injerto fijado con histosella apoyaron más temprana-

mente en promedio que los fijados con sutura, a pesar de que esta diferencia no es significativa. El hallazgo de sobrecrecimiento del aloinjerto es una constante de este estudio, así como de otros reportes de literatura.

La comparación entre los meniscos implantados inmediatamente después de la menisectomía y aquellos implantados después de un mes de menisectomizados, nos permite analizar los efectos del implante sobre un tejido cicatricial que ha funcionado un período de tiempo con una biomecánica alterada, siendo este caso clásico de la indicación clínica en el humano. En este estudio se demuestra que no hay diferencias importantes en términos de celularidad, vascularidad ni recuperación funcional para el apoyo entre estos dos grupos de estudio. Al igual que en el análisis de fijación, los meniscos implantados presentaron mayor celularidad y vascularidad que sus controles contralaterales, y su tamaño también fue significativamente mayor. Sin embargo, cabe anotar que existe una gran variabilidad en los resultados de recuperación para el apoyo total. En nuestros resultados se muestra que el inicio del apoyo total de los menisectomizados inmediatamente fue un promedio de 17 días menos que el de los premenisectomizados, pero su significancia es negativa debido a una gran variabilidad entre los especímenes. La mejor manera de definir si el resultado final es similar o no es aumentar el número de especímenes en un estudio futuro. Sin embargo, el resultado funcional final de ambos grupos fue similar, sin encontrar diferencias de marcha entre los perros de estos dos grupos.

El hecho de criopreservar el injerto es un factor de análisis importante, sobre todo en términos de viabilidad celular y vascular como parámetros de integración biológica. En este estudio no encontramos diferencias significativas entre los dos grupos, lo que sugiere una adecuada integración del menisco independiente de su preservación en frío. Un parámetro comparativo de relevancia, es que el grupo de injertos criopreservados presentó los mismos patrones de aumento de la celularidad, de la vascularidad y del tamaño y del tamaño respecto de sus controles contralaterales, una tendencia en todos los grupos de este trabajo. Esto sugiere un comportamiento muy similar al de los demás aloinjertos y es un hecho estimulante para la utilización de injertos biológicos criopreservados. El resultado funcional en este grupo fue similar al control, sal-

vo un espécimen que debió ser excluido por retardar su período de apoyo como protección por una dehiscencia de suturas y su requerida inmovilización postoperatoria. El hecho de tener un tiempo de apoyo estadísticamente aberrante, se convierte en un parámetro de exclusión en vista de que esta cifra es mayor del doble del promedio general del estudio. Este hecho podría tomarse como un sesgo sobre las demás variables, pero los resultados histológicos y del tamaño del injerto no se salieron de la norma esperada tanto por el estudio piloto como por los controles de los diferentes grupos de estudio. El hecho de ser un estudio pareado y normalizado hace que sea viable el retiro de un resultado aberrante sin que se afecte el análisis final.

En este estudio podemos concluir que los aloinjertos meniscales tienen la capacidad de integrarse adecuadamente a su tejido receptor, y de sobrevivir en el medio ambiente articular del canino proporcionando una funcionalidad adecuada. Estos implantes biológicos son de radical importancia en la biomecánica de la rodilla, y la búsqueda de métodos que permitan una recuperación de la misma debe siempre ser un objeto investigativo de primer orden. En este estudio demostramos que la fijación con histosella resulta en meniscos injertados con hipervascularidad e hipertrofia que no varían su resultado funcional final. Se demuestra además que hay una buena respuesta a los aloinjertos implantados después de un mes de menisectomía previa, y finalmente que la criopreservación da los mismos resultados que la utilización de un injerto fresco. Sin embargo, es necesario tomar estos resultados como base de una línea de investigación en la que todavía muchas preguntas por resolver. Son necesarios más estudios en los que se tomen como parámetros de base los hallazgos de este trabajo, y analizar los efectos a largo plazo del aloinjerto meniscal en una rodilla posmenisectomizada. Ya demostramos que la cirugía del aloinjerto meniscal funciona, y que nuestros métodos de fijación y de preservación son adecuados. A partir de este punto, se puede analizar el efecto a largo plazo con un número relativamente mayor de especímenes utilizando siempre los mismos parámetros quirúrgicos, de fijación y preservación.

Bibliografía

1. **Alexander, A.** Técnica quirúrgica en animales y de terapéutica quirúrgica. Interamericana 1987-
2. **Archibald, J.** *Traumatología canina* Acribia. 1977.
3. **Arnocsky S. P.,** *Anatomy of the anterior cruciate ligament.* Clin Orthop. Vol. 172. 1993.
4. **Arnocsky S. P., dewitt C. A. Schmidt M. B.** *The effect of cryopreservation on canine menisci: A Biochemical, Morphologic, and biomechanical evaluation.* 5 othop. Research Vol. 6 # 1. 1988.
5. **Arnoczky S. P., Warren R. F.** *Meniscal Replacement using a cryopreserved allograft. An experimental study in the dog clinical orthop real research.* N 254. 1990.
6. **Arnoczky S. P., Warren R. F., Spivak J. M.** *Meniscal Repair using an exogenous fibrin clot. an experimental study in dogs.* JBJS Vol. 70-A #8 1988.
7. **Arnoczky S. P., Warren R.** *Meniscal Replacement using a cryopreserved allograft.* JBJS. Vol. 44 A # 2, 1888.
8. **Aston J. E. Bentley G.** *Repair of articular surfaces by allografts of articular and Browth-plate cartilage.* JBJS. Vol 68-B, # 1, 1986.
9. **Bloom, W.** *Tratado de Histología.* 9a. Edición. Barcelona - España 1983.
10. **Bojrab J.** *Medicina y cirugía en pequeños animales - Ceca.* 1980.
11. **Burke D. L., Ahmed A. M., Miller J.** *A Biomechanical study of partial and total meniscectomy of the Knee. Transactions of the 24th Annual Meeting of Orthopaedic Research society Atlanta. GE.* JBJS 3:91, 1978.
12. **Brown K. L. Cruess R. L.** *Bone and cartilage transplantation in Orthopaedic Surgery: A Review.* JBJS 64A: 270, 1982.
13. **De Boer H, Koudstaal 5,** *the fate of meniscus cartilage after transplantation of cryopreserved non tissue-antigen-matched allograft Report Clinic Orthop.* May (266) 1991.
14. **Dellmon, H.** *Histología Veterinaria.* Zaragoza-España. 1980.
15. **Dugas R, W.** *Meniscal Salvage: maintenance of function.* Sports Medicine Vol. 16 # 6, 1991.
16. **Fairbank T. J.,** *Knee Joint Changes after meniscectomy.* JBJS (Br) 30:664, 1948.
17. **Fithian D, C. Kelly M, A. Mow V. C.** *Material Properties and Structure-function relationships in the menisci.* CORR # 252, 1990.
18. **Garrett J, C. Stevensen R, N.** *Meniscal transplantation in the human knee: A preliminary Report.* Arthroscopy. Vol. 7 # 1, 1991.
19. **Ghadially F, N. Wedge J, H. Lalonde J. M.** *Experimental methods of repairing injured menisci.* JBJS Vol 68B # 1, 1986.
20. **Gillquist J.** *Arthroscopic partial meniscectomy technique and long term results.* clin orthop 167:29, 1982.
21. **He, L.** *Allotransplantation of meniscos in dog's knee.* Chinese jour Surg 1:30, 1992.
22. **Insall J. M.** *Cirugía de Rodilla.* Panamericana 1981.
23. **Jackson D. W, Arnoczky S. P.** *Meniscal Transplantation using fresh and cryopreserved allografts. Estudio experimental en cabras.* AJSM 6:20, 1992.
24. **Keene G, Paterson R, Teague D.** *Advances in arthroscopic surgery.* Clin Orthop. 1:224, 1987.
25. **Jackson RW, Dandy DJ;** *Prtial meniscectomy.* JBJS (Br) 58:142, 1976.

26. **Kenneth L, B. Brown M, D. Cruess R** Bone and Cartilage transplantation in Orthopaedic Surgery. JBJS 64 A # 2, 1982.

27. **King D:** The function of semilunar cartilages. JBJS. (Am) 18: 1069. 1936.

28. **Kind D,** The healing of semilunar cartilages. CORR # 252, 1990.

29. **Krausse WR, Pape MD, Johnson RJ.** Mechanical changes in the knee after meniscectomy JBJS (Am) 58:599. 1976.

30. **Levy I, MTorzilli I, M. Warren R, F,** The affect of medial meniscectomy on anterior-posterior motion of the knee. JBJS 64 (A) 883-888, 1982.

31. **Malinin T, I Wagner J. L. Pita J. C.** Hypothermic storage and cryopreservation of cartilage. An experimental study CORR # 197, 1986.

32. **Mc dewitt C. A. Webber 2.5.** The ultrastructure and biochemistry of meniscal cartilage. CORR 252, 1990.

33. **Milachowsky K. Weismeyer K.** Homologous meniscus transplantation Orthop 13(1). 1989.

34. **Oconnoc R. L.** Arthroscopic Surgery 2a De J.B. Lippincott. 1986.

35. **Powers D. L. Davenport M. E.** Glutaraldehyde-cross linked meniscal allograft. Jour investigation surgery 1 (4). 1988.

36. **Radin E. L. Lamotte F.** Role of the menisci in the distribution of stress in the knee. Clin Orthop 185:290, 1984.

37. **Siegel M. G. Roberts C. S.** Meniscal Allograft. Clinic Sports Med 1: 59-80. 1993.

38. **Slatter D.** Textbook of small animal surgery 2a De Philadelphia Saunders, 1993.

39. **Stone K, R. Rodkey W, G. Webbwe R, J.** Future directions. Collagen - based Prostheses for meniscal regeneration. CORR # 252. 1990.

40. **Wisnewski P. J. Powers D. L. Kennedy J, M.** Glutaraldehyde-cross linked meniscal allograft mechanical properties. Journal investig Sung 1:4 1988.

41. **Wirth C. R.** Meniscus Repair. Clin Orthop 157: 153, 1981

En este estudio podemos concluir que los aloinjertos meniscales tienen la capacidad de regenerar adecuadamente a su tejido receptor y de sobrevivir en el medio ambiente articular del canino proporcionando una funcionalidad adecuada. Estos implantes biológicos son de fácil implantación en la biomecánica de la rodilla y la producción de métodos que permitan una recuperación de la misma debe seguir ser un objetivo de primer orden. En este estudio demostramos que la fijación con hiperactividad en meniscos injertados con hiperactividad funcional que no varían su resultado funcional final. Se demuestra además que hay una buena respuesta a los aloinjertos implantados después de un mes de meniscectomía previa y finalmente que la criopreservación de los mismos resultados que la utilización de un injerto fresco. Sin embargo, es necesario tomar estos resultados como base de una línea de investigación en la que todavía muchas preguntas por resolver. Son necesarios más estudios en los que se tomen como parámetros de base los hallazgos de este trabajo y analizar los efectos a largo plazo del aloinjerto meniscal en una rodilla posmeniscectomizada. Ya demostramos que la cirugía del aloinjerto meniscal funciona y que nuestros métodos de fijación y de preservación son adecuados. A partir de este punto se puede analizar el efecto a largo plazo con un número relativamente mayor de especímenes utilizando siempre los mismos parámetros quirúrgicos de fijación y preservación.