

Estudio de la regeneración meniscal tras meniscectomía total y de la sustitución del menisco por distintas plastias autólogas. Trabajo experimental desarrollado en la rodilla del conejo

J.J. Lecumberri¹, M.O. Díaz de Rada², M. Santamaría³

RESUMEN

Para estudiar la regeneración meniscal y el comportamiento de diferentes autoinjertos meniscales se intervinieron 45 rodillas de conejos adultos White New Zealand.

Las 45 rodillas se dividieron en 3 grupos de 15 que se denominaron con las letras M, R y C. En el grupo M se practicó meniscectomía total; en el grupo R el menisco medial fue sustituido por una bandeleta de tendón rotuliano y en el grupo C el menisco medial fue sustituido por un fragmento de cartilago elástico.

Se revisaron 5 rodillas de cada grupo a las 6, 12 y 24 semanas, y los neomeniscos obtenidos fueron estudiados histológicamente.

Venticuatro semanas tras las cirugía se obtuvieron neomeniscos fibrocartilaginosos en los tres grupos; la secuencia metaplasante desde tejido fibroso a fibrocartilago fue similar en los 3 grupos. En consecuencia se puede concluir que: 1. Existe regeneración meniscal tras meniscectomía total. 2. Los autoinjertos empleados podrían ser utilizados como sustitutos meniscales.

Palabras clave: Regeneración meniscal. Plastias autólogas. Rodilla. Conejo.

ABSTRACT

In order to study meniscal regeneration, and the behaviour of different autologous plasties used as meniscal substitutes, the knees of 45 adult White New Zealand rabbits were operated on.

The 45 knees were divided into three groups with fifteen knees in each group. The meniscectomy group was given the letter M, the patellar group R, and the cartilage group C. In group M a total medial meniscectomy was performed; in group R, after the total medial meniscectomy, a strip of the patellar tendon, harvested from the same rabbit, was implanted on the site of the original meniscus; in group C, after the total medial meniscectomy, a fragment of cartilage, also harvested from the same animal, was implanted on the site of the original meniscus.

We reviewed 5 knees from each group 6, 12 and 24 weeks after surgery, and the newly formed menisci were histologically studied.

Twenty-four weeks after surgery we found fibrocartilaginous menisci in the three groups; the metaplasiant sequence from fibrous tissue to fibrocartilage was similar in the three groups. We therefore conclude that: 1. Meniscal regeneration occurs. 2. The autografts we have used could be valid meniscal substitutes.

Key words: Meniscal regeneration. Autologous plasties. Knee. Rabbit.

ANALES Sis San Navarra 1997; 20 (2): 165-174.

1 Servicio de Traumatología. Hospital de Navarra.

2 Sección de Investigación. Departamento de Salud.

3 Servicio de Anatomía Patológica. Hospital de Navarra.

Aceptado para su publicación el 1 de abril de 1997.

Correspondencia

Dr. Joaquín Lecumberri
C/Abejeras, 26 Bis - 7º A
Pamplona (Navarra)
Tfno. (948) 27 88 48

INTRODUCCIÓN

A los meniscos de la rodilla no siempre se les concedió la importancia anatómica y funcional que en la actualidad sabemos que tienen. Así en descripciones clásicas como la de Smillie en 1944¹ los meniscos fueron considerados cuñas cartilaginosas que completaban la incompleta congruencia de las superficies articulares fémoro-tibiales de la rodilla; elementos mecánicos inertes que incluso podían ser prescindibles.

La evidencia de la aparición precoz de graves lesiones degenerativas en las rodillas meniscectomizadas obligó a variar radicalmente la primitiva baja valoración que se hizo de los meniscos^{2,3}.

Sobre todo en los últimos años, los meniscos han sido considerados elementos imprescindibles que hay que tratar a toda costa de preservar y reparar⁴ e incluso si ello no fuera posible, considerar, siguiendo la línea de las últimas investigaciones, la posibilidad de sustitución del menisco irreparablemente lesionada por autoinjertos, aloinjertos, o algún tipo de prótesis meniscal.

Los meniscos de las distintas especies animales utilizadas en esta línea de investigación están formados por un tipo de tejido conjuntivo especializado al que se ha llamado fibrocartilago, formado por células, matriz extracelular vasos y nervios.

A las células del menisco se les llama fibrocondrocitos porque se parecen a los condrocitos del cartilago articular; la matriz extracelular está formada por fibras de colágena, moléculas de proteoglicanos y glicoproteínas⁵. La vascularización del menisco es radial, con una penetración desde la periferia al centro que alcanza desde un 10% a un 33% de la extensión meniscal según diversos autores y diversas especies de animales estudiadas, es decir abarca el 1/3 periférico meniscal. Los procesos de regeneración y de cicatrización meniscal ocurren con mayor éxito en las lesiones que asientan en la porción meniscal vascularizada^{6,7}, sin embargo desde hace años existen en la bibliografía abundantes trabajos que constatan que la regeneración es en la

mayoría de los casos imperfecta, tanto en su calidad histológica como en su tamaño y calidad mecánica⁸⁻¹⁰.

En la actualidad no existe un tratamiento que ofrezca absoluta garantía en lo que atañe a la sustitución meniscal por algún tipo de plastia. Incluso la sutura meniscal resulta a veces técnicamente difícil y con un porcentaje de fracasos.

El proceso reparativo que sigue a las diferentes técnicas quirúrgicas ha sido, en los últimos 15 años, ampliamente estudiado; sin embargo, estos estudios muestran abundantes puntos de discusión y de ninguna manera son concluyentes.

El objetivo de este trabajo consiste en analizar la calidad histológica del menisco regenerado y/o de la plastia meniscal utilizada comparándola con el menisco normal, nuestros objetivos han sido los siguientes:

1. Estudiar la existencia o no de regeneración meniscal tras meniscectomía total.
2. Analizar el comportamiento del tendón rotuliano utilizado como plastia meniscal.
3. Investigar el grado de integración del cartilago elástico cuando es utilizado como plastia meniscal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Después de estudiar los animales de experimentación utilizados en otros experimentos sobre esta técnica, se escogió el conejo White New Zeland.

Se intervinieron 45 conejos que fueron distribuidos en 3 lotes de 15 animales cada uno. A cada uno de los 15 animales del primer lote se le asignó la letra M (de meniscectomía). A los del segundo grupo se les asignó la letra R (de rotuliano) y por último a cada animal del tercer grupo se le asignó la letra C (de cartilago). De esta manera por la letra asignada a cada animal, sabíamos en todo momento qué técnica quirúrgica le había sido aplicada.

Dentro de cada grupo los animales se clasificaron en tres subgrupos de cinco,

que se revisaron macroscópica y microscópicamente a las 6, 12 y 24 semanas.

La anestesia consistió en la aplicación de Ketamina por vía intramuscular; la dosis aplicada fue de 40 mg por Kg de Ketamina y de 0,75 g por kg de Uretano disuelto al 20% en agua destilada y cloruro sódico, y aplicado mediante inyección peritoneal.

Se desarrolló una técnica quirúrgica específica para cada uno de los tres modelos experimentales que va a ser expuesta a continuación:

Modelo quirúrgico 1. Meniscectomía interna total. Consistió en la extirpación total del menisco medial tras desinsertarlo desde su cuerno anterior al posterior.

Modelo quirúrgico 2. Sustitución del menisco por una bandeleta de tendón rotuliano. Tras meniscectomía total llevada a cabo como en el anterior modelo, se extrajo una bandeleta de tendón rotuliano de la misma rodilla, colocándola posteriormente en el lugar que primitivamente ocupaba el menisco.

Modelo quirúrgico 3. Sustitución del menisco interno por cartílago elástico. La intervención se inició extrayendo una media luna cartilaginosa del borde de la oreja con instrumental independiente, la cual posteriormente fue pelada de su piel. Tras la meniscectomía total y con el menisco extirpado sirviendo de modelo, se procedió a diseñar, con el cartílago tomado de la oreja, una estructura de forma y tamaño similar en lo posible al menisco extirpado. Tras ello se emplazó la plastia cartilaginosa en el lugar que primitivamente ocupó el menisco medial.

Con las piezas extraídas, se hicieron bloques de los que se realizaron cortes, que se tiñeron con hematoxilina-eosina, ácido peryódico de Schiff (PAS), tricrómico de Masson, Azul Alcían, Orceína, Hierro Coloidal y Azul de Toluidina. Finalmente los cortes se lavaron bien con agua destilada, se deshidrataron y se montaron permanentemente en DPX.

Para control se utilizó el menisco medial de la rodilla intervenida, que se extirpó en todos los modelos quirúrgicos.

RESULTADOS

Menisco medial normal

El estudio microscópico del menisco medial de la rodilla del conejo, permite observar que está constituido en su mayor parte por un fibrocartilago. Los distintos elementos que componen el fibrocartilago meniscal muestran una disposición distinta tanto en cantidad como en grado de madurez y distribución según la porción analizada; las fibras de colágena presentan, en un corte paralelo a la meseta tibial, una disposición semicircular que ocupa gran extensión de menisco, existiendo así mismo haces en disposición radial que se entrecruzan con estos haces semicirculares, de tal manera que alternan las fibras de colágena con los condrocitos alineados (Fig.1). En el límite que corresponde al borde libre meniscal, se aprecia una pequeña banda donde existe mayor cantidad de sustancia fundamental, menor proporción de colágena y los condrocitos se disponen al azar, asemejándose más al cartílago hialino que al fibrocartilago (Fig.1).

También la sustancia fundamental tiene una distribución según la porción meniscal analizada, siendo la zona central del menisco la más rica en dicha sustancia. La sustancia fundamental del menisco posee gran cantidad de proteoglicanos sobre todo alrededor de los condrocitos. La tinción con Azul de Toluidina revela la metacromasia de la sustancia fundamental (Fig. 2).

Menisco regenerado tras la extirpación del menisco original (Modelo quirúrgico 1)

Microscópicamente, a las 6 semanas de evolución, se observa en la zona central del menisco regenerado, un tejido al que hemos denominado "condroide" y que se puede considerar como un escalón intermedio evolutivo entre el tejido fibroso y el tejido cartilaginoso propiamente dicho. Este tejido condroide presenta una disposición muy irregular de sus fibras y una gran abundancia de sustancia fundamental; esta zona central destaca del resto de la semiluna meniscal por su tinción más intensa con algunas de las técnicas utilizadas. Con Azul Alcían se observan condrocitos, algunos de los cuales ya han elabo-

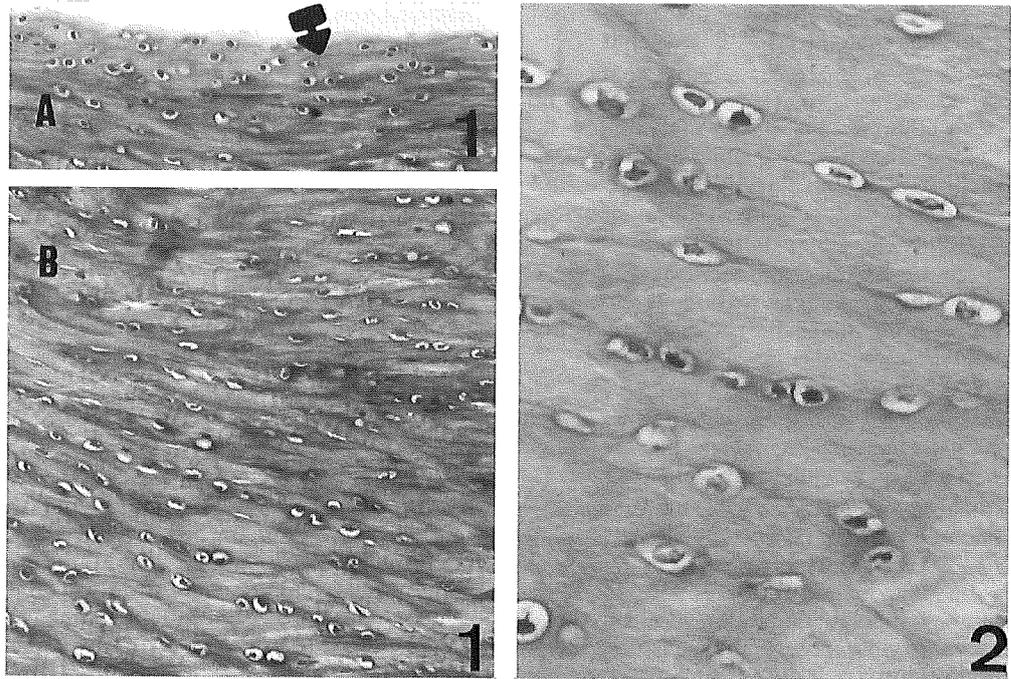


Figura 1. Menisco normal. Panorámica de las porciones más interna (A) y central (B) del menisco en una sección del mismo paralela a la meseta tibial, donde se observa bien el fibrocartilago que lo constituye. Los condrocitos aparecen distribuidos en cortas hileras entre haces de fibras de colágena curvilíneas y paralelas entre sí. El borde más interno (flecha) es de cartilago hialino, en él no se aprecian las fibras de colágena y los condrocitos se disponen aleatoriamente. En la zona más periférica de la porción central B, la disposición curvilínea de las fibras de colágena se va perdiendo poco a poco. Azul Alcian x 25.

Figura 2. Menisco normal. Detalle de la zona central del menisco, donde se aprecian los condrocitos y la metacromasia de la sustancia fundamental. Azul de Toluidina x 150.

rado su propia laguna (Fig. 3). Se repitieron los estudios histológicos, a los 3 meses y también a los 6 meses de evolución encontrando un tejido cada vez más evolucionado y próximo al fibrocartilago del menisco normal de tal manera que a los 6 meses la semiluna meniscal regenerada es similar a la del menisco normal que se extirpó. Posee una gruesa banda central de tejido fibrocartilaginoso ordenado y con todos los elementos propios del fibrocartilago (Fig. 4).

Neo-menisco formado tras la extirpación completa del menisco original y su sustitución por una bandeleta de tendón rotuliano (Modelo quirúrgico 2).

A las seis semanas destaca la existencia de un resto tendinoso central rodeado por un tejido similar al que en el anterior modelo hemos denominado "condroide" de apariencia intermedia entre el tejido fibroso y el fibrocartilago (Fig. 5) con el paso del tiempo las células se asemejaron

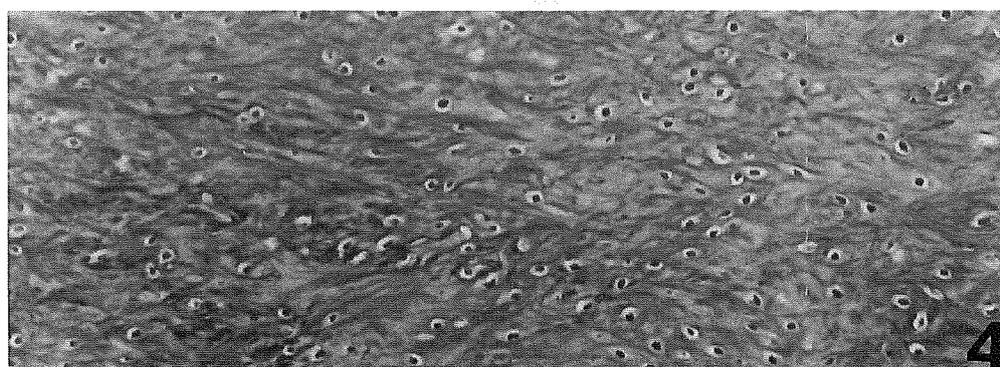
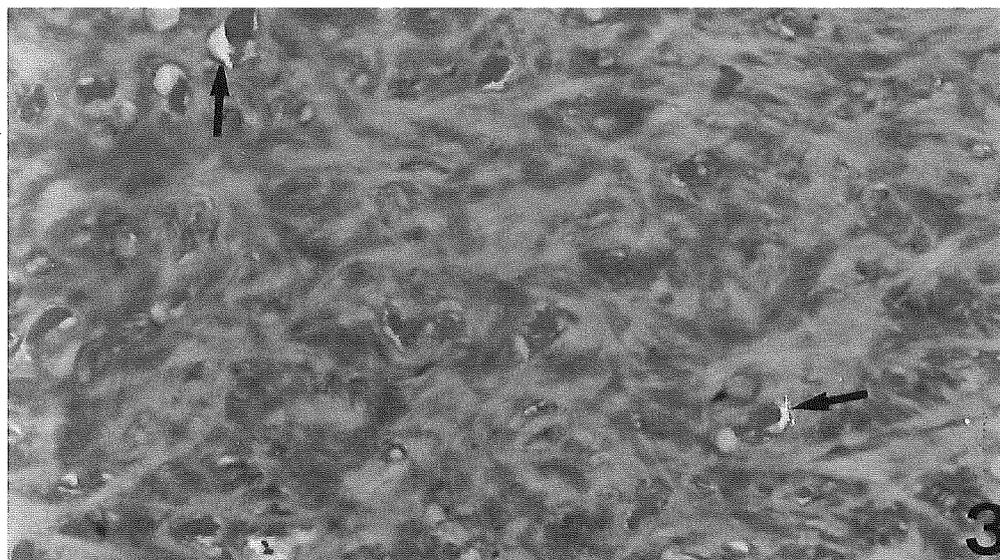


Figura 3. Menisco regenerado tras la extirpación total del menisco medial. Seis semanas de evolución. En esta fecha evolutiva se observa que en el regenerado meniscal aparecen algunas células que se asemejan a los condrocitos y van labrando su laguna (flechas). La sustancia fundamental, se dispone irregularmente. Azul Alcian x 600.

Figura 4. Menisco regenerado tras la extirpación total del menisco medial. Seis meses de evolución. La imagen correspondiente a la porción central del regenerado meniscal muestra un fibrocartilago similar al menisco normal que se extirpó. Tricrómico de Masson x 25.

cada vez más a los fibrocondrocitos y la proporción y distribución de los elementos del neomenisco y la relación entre los mismos recuerda al menisco normal. A los

6 meses esta configuración del neomenisco semejante al fibrocartilago del menisco normal se puede apreciar en toda la extensión del mismo (Fig. 6).

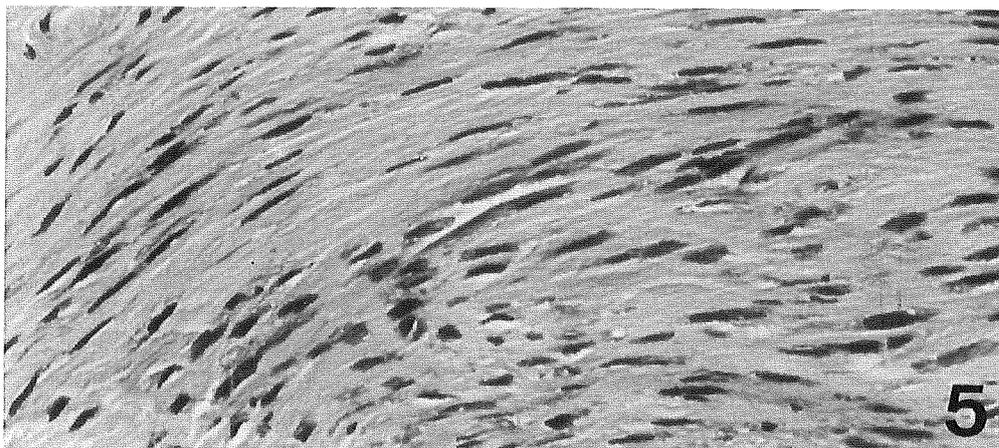


Figura 5. Menisco neoformado tras la extirpación del menisco medial original y su sustitución por una bandeleta de tendón rotuliano. Seis semanas de evolución. La imagen muestra restos de haces tendinosos correspondientes a la plastia de tendón rotuliano que se utilizó. Azul Alcán x 150.

Figura 6. Menisco obtenido tras la extirpación del menisco medial original y su sustitución por una bandeleta de tendón rotuliano. Seis meses de evolución. La figura muestra un tejido similar al fibrocartilago normal. Tricrómico de Masson x 25.

Neo-menisco formado tras la extirpación completa del menisco medial y su sustitución por un fragmento de cartilago elástico (Modelo quirúrgico 3).

Microscópicamente a las 6 semanas pudimos constatar la existencia de un fragmento central de cartilago elástico, resto de la pieza que se colocó como sustitutivo

meniscal, que se encuentra rodeado por un tejido fibrocartilaginoso neoformado, con abundantes fibras elásticas, seguramente procedentes del tejido elástico utilizado como plastia (Fig. 7). Estas fibras elásticas van disminuyendo a lo largo del tiempo hasta desaparecer por completo. Es de destacar que no existe solución de continuidad entre el resto central de cartí-

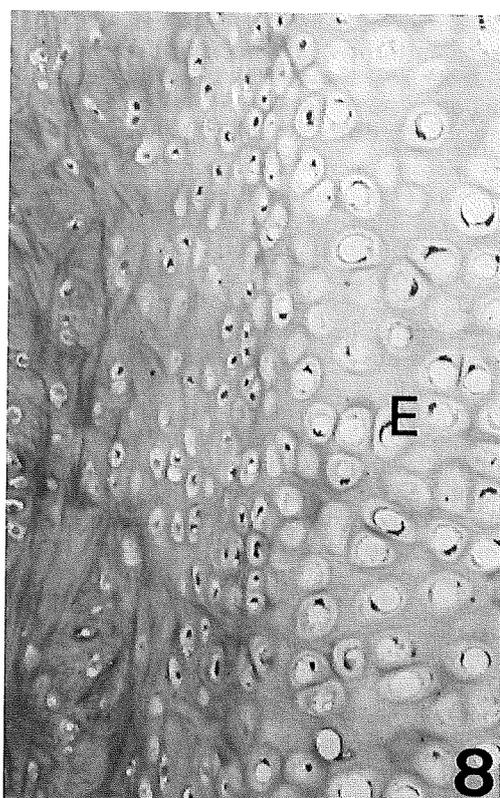
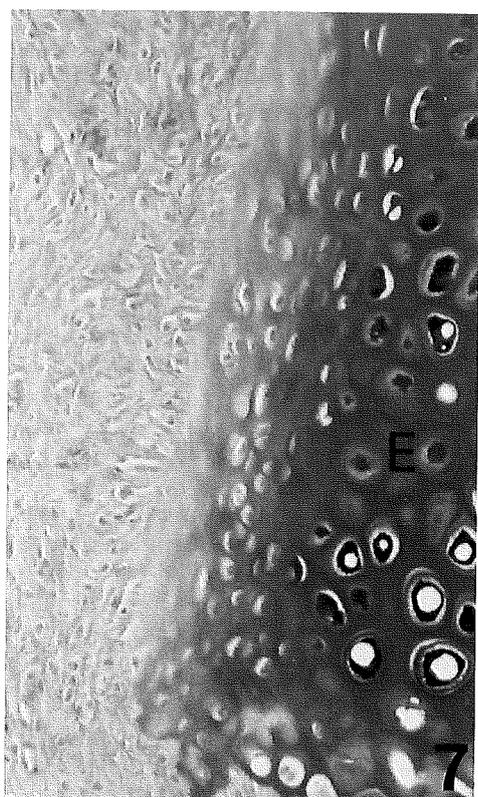


Figura 7. Neomenisco obtenido tras la extirpación total del menisco medial y su sustitución por una semiluna de cartílago elástico. Seis semanas de evolución. En la imagen se aprecia bien la relación entre el cartílago elástico (E) y el fibrocartílago neoformado. No se objetiva ninguna reacción de rechazo ni solución de continuidad entre ambos. PAS x 25.

Figura 8. Neomenisco obtenido tras la extirpación total del menisco medial y su sustitución por una semiluna de cartílago elástico. Seis meses de evolución. En la imagen se observa una progresión mayor de la sustitución del cartílago elástico (E) por fibrocartílago, sin solución de continuidad entre ambos tejidos. Tricrómico de Masson x 25.

lago elástico y el fibrocartílago neoformado; este hecho nos permite afirmar que el proceso que allí ocurre es un proceso de sustitución por transformación del cartílago elástico en fibrocartílago.

A los 3 y sobre todo a los 6 meses se observa una progresión mayor de los hechos constatados a los 3 meses; es decir, queda un resto central de cartílago elástico utilizado, pero mucho más reducido de tamaño y, rodeando a este resto de cartílago elástico, existe un fibrocartílago neoformado que sigue invadiendo y susti-

tuyendo el cartílago elástico sin que exista solución de continuidad entre ambos (Fig. 8).

DISCUSIÓN

Modelo quirúrgico 1. Regeneración meniscal tras meniscectomía total.

Hasta fecha muy reciente no existían revisiones a largo plazo de las rodillas meniscectomizadas y además, las llevadas a cabo ponían en manifiesto unos resultados controvertidos e incluso opuestos¹¹.

La controversia de estas revisiones se centraba en torno a la importancia mecánica del menisco, sus posibilidades de cicatrización y su capacidad de regeneración cuando era extirpado total o parcialmente.

Históricamente muy pronto se sospechó la posibilidad de regeneración meniscal tras meniscectomía total; Bruce y Walmsley⁸ informaban de los trabajos al respecto de Mandl en 1929, Möeller en 1930, Gibson en 1931 y Fisher en 1931 y 1936 según los cuales la regeneración meniscal era posible. Para King que desarrolló su investigación en 1936¹² en perros, el regenerado meniscal era fibroso, lo mismo que para Bruce y Walmsley que en 1937⁸, llevaron a cabo un trabajo experimental en perros, en el cual llegaron a las siguientes conclusiones: Tras meniscectomía el menisco regenera. El regenerado meniscal es de estirpe fibrosa. El regenerado meniscal procede de la cápsula. El regenerado meniscal es siempre más pequeño que el original.

Parece claro que, en este modelo en que se había realizado una meniscectomía total, el neo-menisco regenerado sólo podía proceder de la cápsula y restos sinoviales de la inserción meniscal. Esta fuente extrínseca ocuparía poco a poco el vacío dejado por el menisco original y posteriormente sufriría una metaplasia hasta transformarse en fibrocartilago. Nuestros resultados demuestran que la regeneración es una realidad y coinciden con los de otros autores desarrollados en experimentación animal¹⁰.

La procedencia extrínseca del regenerado meniscal, a partir de la cápsula y de la sinovial, está suficientemente apoyada por los estudios de Potenza y Lundborg^{13,14} llevados a cabo con tendones introducidos en la cavidad articular de la rodilla, por la invasión extrínseca que ocurre en los alo y autoinjertos meniscales^{15,16} por la invasión extrínseca de las mallas sintéticas ideadas y experimentadas como entramados que favorezcan la regeneración meniscal¹⁷, incluso por la invasión superficial de las distintas prótesis meniscales¹⁸. Jun l'Chiro¹⁹, Sekyga²⁰ con sus investigaciones apoyan también este origen extrínseco de la regeneración meniscal y demostraron

con sus estudios que el aporte de un flap sinovial, mejoraba las expectativas de curación de las lesiones meniscales.

Este mismo hecho queda bien patente en el trabajo de Kim y Moon⁹, quienes pusieron de manifiesto el efecto perjudicial directo que sobre la regeneración meniscal producía la sinovectomía.

En el presente estudio, se ha podido constatar que la regeneración meniscal ocurría en todos los casos y que esta regeneración histológicamente evolucionaba desde tejido fibroso a fibrocartilago.

Nuestros resultados coinciden con los de otros autores^{8,10,12} en el hecho de señalar que el regenerado meniscal obtenido es de menor tamaño que el normal.

Modelo quirúrgico 2. Neo-menisco formado tras la extirpación del menisco original y su sustitución por una bandeleta de tendón rotuliano.

Cuando por el tipo de rotura no es posible reparar el menisco lesionado, o cuando no es siquiera posible conservar la periferia del mismo, se ha de considerar la posibilidad de proceder al empleo de alguna técnica que implique la sustitución del mismo.

La elección de esta técnica ha sido tomada, para el presente estudio, en base a los siguientes supuestos:

- La utilización de este método evita la aparición de reacciones inmunológicas adversas y la transmisión de enfermedades infecciosas²¹.

- El tendón rotuliano histológicamente tiene un parecido aceptable con el fibrocartilago meniscal²².

- El comportamiento del tejido tendinoso en un medio sinovial está suficientemente testado²³.

Coincidiendo con las fechas en que estaba siendo desarrollado nuestro trabajo, Kohn²² publicó el suyo, en el cual también utilizó el tendón rotuliano como sustitutivo meniscal. Difiere respecto al nuestro, en el animal utilizado (la oveja), en el tiempo de seguimiento (a los 3, 6 y 12 meses) y en algunos detalles del material y métodos que se utilizó. En conjunto, los hallazgos son similares a los nuestros.

Modelo quirúrgico 3. Neo-menisco formado tras la sustitución del menisco original por una bandeleta de cartílago elástico.

Desarrollamos este modelo experimental, no buscando una aplicación práctica del mismo, sino más bien para ver si podía demostrarse alguna diferencia en favor de la aparición del regenerado meniscal, utilizando como autoinjerto un tejido histológicamente más próximo al propio menisco.

Además dado el mayor tamaño y la forma redondeada de los condrocitos del cartílago elástico, se podía observar si estos condrocitos sufrían un proceso de transformación a fibrocondrocitos, o bien, se veían afectados por un proceso de transformación por invasión de origen extrínseco al autoinjerto utilizado. No hemos encontrado en la bibliografía ningún trabajo similar al nuestro, en el que fuera utilizado el cartílago elástico para sustituir al fibrocartílago meniscal, en cambio sí se han desarrollado trabajos experimentales, en los cuales que se ha utilizado al menisco para rellenar defectos previamente provocados en el cartílago hialino articular²⁴.

En nuestra experimentación, a los 6 meses de evolución, el lugar que primitivamente ocupaba el menisco y que nosotros habíamos rellenado con una semiluna de cartílago elástico, aparecía ocupado por una semiluna que histológicamente resultó ser fibrocartilaginosa. Tres de los meniscos regenerados a los 6 meses de evolución presentaban roturas longitudinales, lo que nos hace pensar que la regeneración obtenida por este sistema es de peor calidad mecánica que la obtenida en los anteriores modelos.

Del presente estudio se puede concluir que: existe regeneración meniscal tras meniscectomía y que los autoinjertos empleados podrían ser utilizados como sustitutos meniscales.

BIBLIOGRAFÍA

- SMILLIE IS. Observation on the regeneration of the semilunar cartilage in man. *Brit J Surg* 1944; 31: 398-401.
- ALLEN PR, DENHAM RA, SWAN AV. Late degenerative changes after meniscectomy. Factors affecting the knee after operation. *J Bone Joint Surg Br* 1984; 66: 666-671.
- BOURNE RB, FINLAY JB, PAPADOPOULOS P, ANDREAE P. The effect of medial meniscectomy on strain distribution in the proximal part of the tibia. *J Bone Joint Surg Am* 1984; 66: 1431-1437.
- KUROSAWA H, FUKUBAYASHI T, NAKAJIMA H. Load-bearing mode of the knee joint: Physical behavior of the knee joint with or without menisci. *Clin Orthop* 1980; 149: 283-290.
- MCDEVITT CA, WEBBER RJ. The ultrastructure and biochemistry of meniscal cartilage. *Clin Orthop* 1990; 252: 8-18.
- DAY B, MACKENZIE WG, SHIM SS, LEUNG G. The vascular and nerve supply of the human meniscus. *Arthroscopy* 1985; 1: 58-62.
- HUANG TL, LIN GT, O'CONNOR S, CHEN DY, BARMADA R. Healing potential of experimental meniscal tears in the rabbit. Preliminary results. *Clin Orthop* 1991; 267: 299-305.
- BRUCE J, WALMSLEY R. Replacement of semilunar cartilages of the knee after operative excision. *Br J Surg* 1937; 25:17-28.
- KIM JM, MOON M.S. The effect of synovectomy upon regeneration of meniscus in rabbits. *Clin Orthop* 1979; 141: 287-294.
- MOON MS, KIM JM, IN-YOUNG OK. The normal and regenerated meniscus in rabbits. Morphologic and histologic studies. *Clin Orthop* 1984; 182: 264-269.
- WOODYARD, JE. A long-term survey after meniscectomy. *Orthopedics* 1961; 1: 29-39.
- KING, D. The healing of the semilunar cartilages. *J Bone Joint Surg Am* 1936; 18: 333-342.
- LUNDBORG G, RANK F. Experimental studies on cellular mechanisms involved in healing of animal and human flexor tendon in synovial environment. *J Hand Surg-Br* 1980; 12 : 3-11.
- POTENZA AD, HERTE MC. The synovial cavity as a "tissue culture in situ"-science or nonsense? *J Hand Surg-Am* 1982; 7 : 196-199.
- MILACHOWSKI KA. Aktuelle aspekte der meniskustransplantation. *Sportverl Sportschad* 246M 1993; 63-69.
- VAN ARKEL ERA, DE BOER HH. Human meniscal transplantation. *J Bone Joint Surg Br* 1995; 77 : 589-595.
- STONE KR, RODKEY WG, WEBBER RJ, MCKINNEY LA, STEADMAN J.R. Meniscal regeneration with copolymeric collagen scaffolds in vitro and in vivo studies evaluated clinically, histologically, and biochemically. *Am J Sport Med* 1992; 20: 104-111.

18. SOMMERLATH K, GILLQUIST J. Replacement of the medial rabbit meniscus with different artificial substitutes. *Trans Orthop Res Soc* 1992; 17: 264.
19. JUN'ICHIRO J, MITSUO O, YOSHIKAZU Y. Meniscal repair enhanced by an interpositional free synovial autograft: An experimental study in rabbits. *Arthroscopy* 1994; 10: 659-666.
20. SEKYGA H. Free synovium grafting for the repair of the avascular portion of canine knee joint meniscus. *Nippon Seikeigeka Gakkai Zasshi* 1992; 66: 50-60.
21. FIDELER BM, VANGSNESS CT, MOORE T, ZHILIANG L, RASHEED S. Effects of gamma irradiation on the human immunodeficiency virus. *J Bone Joint Surg Am* 1994; 6 : 1032-1035.
22. KOHN D, WIRTH CJ, REISS G, PLITZ W, MASCHECK H, ERHARDT W, WÜLKER N. Medial meniscus replacement by a tendon autograft. Experiments in sheep. *J Bone Joint Surg Br* 1992; 74: 910-917.
23. AMIEL D, KLEINER JB, ROUX RD, HARWOOD FL, AKESON WH. The phenomenon of "ligamentization": Anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon. *J Orthopaed Res* 1986; 4: 162-172.
24. KUSAYAMA T, TOMATSU T, AKASAKA O, IMAI N. Autogenous meniscus grafts in articular cartilage defects an experimental study. *Tokai J Exp Clin Med* 1991; 16: 145-151.