

Cicatrización del fibrocartilago meniscal

J.M. DEL PINO, F. GOMAR-SANCHO Y J.A. MARTIN BENLLOCH

Facultad de Medicina de Valencia. Departamento de Cirugía. Unidad Docente de Traumatología y Cirugía Ortopédica. (Catedrático Prof. F. Gomar Sancho)

Thomas Annandale en 1885 fué el primero en realizar una reparación quirúrgica meniscal con éxito, al suturar el menisco desinsertado de un minero que seis meses más tarde volvió a su actividad laboral con normalidad. No obstante, hasta 1936 no comenzó a conocerse los mecanismos de reparación de las lesiones meniscales, gracias a los trabajos de King.

King en 1936(1), basándose en un estudio arteriográfico previo, donde encontró que los meniscos presentaban una fina red vascular en su periferia, intuyó que se podía esperar que algunas lesiones - sobre todo aquellas que afectaban a la porción vascular, cicatrizasen. Realizó un estudio experimental en perros a los que practicó diversas lesiones en los meniscos. En siete rodillas, liberó los meniscos internos, en una extensión variable, de sus inserciones sinovio-capsulares. Después de 2-3 semanas, los animales fueron sacrificados y en todos los casos el cartilago meniscal estaba cicatrizado en una posición anatómica normal. En otras 13 rodillas incidió los meniscos longitudinalmente en diferentes lugares sin que la incisión comunicara ningún elemento de fijación. A pesar de la estrecha aposición de los dos fragmentos no existió la más ligera evidencia de cicatrización entre los bordes durante el período de observación (3 semanas a 2 meses). En 7 rodillas más hizo una incisión longitudinal del menisco dirigiéndola hacia la membrana sinovial. En todos los casos la porción periférica de la incisión cicatrizó con tejido conectivo que surgió desde la membrana sinovial y la cápsula. En 6 de esas rodillas el menisco fué dividido transversalmente separando ambos fragmentos en una corta distancia. El espacio libre así producido fué obliterado por tejido conectivo procedente de la sinovial, uniendo firmemente los dos fragmentos meniscales. Este tejido conectivo que macroscópicamente semejava fibrocartilago no contenía células cartilaginosas.

La experiencia de King indicaba que:

- Las roturas que están limitadas al cartilago meniscal probablemente nunca cicatricen.
- Un menisco roto puede curar mediante tejido conectivo si la rotura comunica con la membrana sinovial.
- Una rotura completa transversa u oblicua, conlleva una separación de los fragmentos que es rellenada con un tejido conectivo que proviene de la membrana sinovial. Este tejido conectivo es bastante firme en tres semanas.
- Si el menisco está parcialmente roto en su inserción periférica, cicatriza normalmente en su posición anatómica normal, sin dificultad.

La incidencia que tuvo este capital trabajo fué escasa en los años siguientes a su publicación y no despertó interés en realizar nuevos estudios sobre las posibilidades de cicatrización del menisco. No obstante, pareció admitirse, de forma más o menos generalizada, que algunas lesiones consideradas poco importantes, como pequeñas roturas longitudinales localizadas en la porción periférica y desinserciones capsulares, podían curar y por consiguiente en ellas podría intentarse un tratamiento conservador (2, 3).

Durante muchos años, la meniscectomía total fué el procedimiento, que impulsado por Smillie llegó a convertirse en la intervención de elección ante prácticamente cualquier tipo de lesión meniscal justificándose en el hecho de la regeneración meniscal y los resultados a corto plazo (1, 2, 4, 5, 6, 7)

Cuando los estudios experimentales y clínicos a largo plazo evidenciaron el papel de los meniscos como estructuras funcionales importantes de la rodilla y las consecuencias que se derivan de la meniscectomía total, se fué imponiendo una actitud más conservadora, renaciendo el interés por estudiar el fenómeno de la cicatrización meniscal y las posibilidades de la reparación quirúrgica de las roturas que afectan a la sustancia meniscal.

En el terreno experimental, Heatley (8) realizó un total de 8 experiencias en otros tantos animales (conejos New-Zeland) a los que produjo distintos tipos de lesiones meniscales, suturando algunas y otras no:

EXPERIMENTO 1: Incisión longitudinal en la porción anterior del menisco medial. Extirpa la porción periférica comprendida entre la incisión y la sinovial cerrando el defecto resultante con un punto de sutura (Dexon). A las 6 semanas se observó cicatrización completa del defecto.

EXPERIMENTO 2: El mismo que el anterior pero sin suturar el defecto resultante. A las 6 semanas el defecto había quedado reducido a una delgada línea. Microscópicamente se evidenció que el defecto estaba unido en la mayor parte de su longitud pero quedaba todavía un pequeño "gap" en la parte posterior, aunque los bordes del mismo estaban cubiertos de tejido fibroso neoformado.

EXPERIMENTO 3: Se extirpó una porción mayor de franja meniscal periférica, desde el cuerno anterior hasta el ligamento medial, aplicándose un solo punto de sutura en la parte anterior. A las 6 semanas el menisco había cicatrizado perfectamente en su porción anterior pero en la porción posterior, cerca del ligamento medial, era visible todavía el defecto, aunque con un frágil puente de tejido sinovial.

EXPERIMENTO 4: Similar al anterior pero con una mayor extensión de tejido meniscal extirpado, llegando más allá del ligamento medial. El defecto no se suturó. A las 6 semanas se practicó una artrotomía sin sacrificar al animal, encontrando persistencia del defecto. A las 12 semanas se sacrificó al animal persistiendo el defecto aunque los bordes estaban ahora cubiertos por un tejido fibroso traslúcido, lo cual demostraba que había habido algún intento de reparación desde ambos extremos. Histológicamente se confirmó que el cuerno anterior se había "reinsertado". El borde periférico no cicatrizado estaba cubierto a lo largo de toda la incisión por un tejido fibroso de revestimiento.

EXPERIMENTO 5: Se simuló una rotura en asa de cubo mediante una incisión que se extendía desde el cuerno anterior al posterior. La parte periférica del menisco se extirpó al igual que en los experimentos anteriores y luego se procedió a suturar la porción central restante a la sinovial con tres puntos de sutura (catgut). A las 6 semanas había ocurrido una buena cicatrización si bien existía una ligera distorsión en la forma del menisco.

Los experimentos restantes se plantearon con un intervalo de 6 semanas entre la incisión y la extirpación de parte de la sustancia meniscal con el propósito de comprobar si el intervalo afectaba de alguna forma a la capacidad de las células sinoviales a adherirse al borde cruento producido en el menisco.

EXPERIMENTO 6: Se realizó una incisión en la parte anterior y a las 6 semanas fué extirpada la porción situada entre la incisión y la sinovial (igual a la experiencia n^o1) sin suturar el defecto. Al cabo de otras 6 semanas el defecto estaba relleno con un tejido cicatricial blanco y denso. En el centro de dicha cicatriz existía una depresión que sugería que el fenómeno reparativo había ocurrido de forma circunferencial a partir de los bordes cruentos del defecto. Aparentemente, el retraso en la extirpación de la porción periférica no afectó a la unión entre el tejido fibroso y el

EXPERIMENTO 7: Se repitió el procedimiento empleado en la experiencia n^o 6 pero suturando el defecto con catgut. A las 6 semanas la cicatrización era completa con un tejido cicatricial menos extenso que el observado en el experimento anterior.

EXPERIMENTO 8: Similar a los anteriores pero la incisión fué más amplia, extendiéndola hasta el ligamento medial. En este caso no se empleó ningún tipo de sutura, 6 semanas después se encontró rota la porción central del menisco remanente, y sólo parcialmente cerrado el defecto periférico. Sin embargo, había una clara evidencia de progresión de las células sinoviales a lo largo del borde de la incisión en el menisco.

De todas estas experiencias las observaciones más interesantes fueron:

- La invasión de células sinoviales es el fenómeno esencial para que se produzca la cicatrización meniscal.

- Cuando se crean grandes defectos periféricos parece imprescindible el uso de la sutura en orden a proveer estabilidad y reducir el tamaño del "gap".

- Las suturas también parecen actuar como puentes que facilitan el paso de células sinoviales hacia el menisco. El inconveniente de las suturas es que pueden causar necrosis de los condrocitos del fibrocartílago como se ve en algunas zonas sometidas a una excesiva compresión por los puntos de sutura.

- Es interesante el hecho de que incluso en los "casos fallidos" se encontró siempre una capa de células sinoviales cubriendo el borde lesional del

menisco.

- La cicatrización parece ocurrir de forma circunferencial. Inicialmente las células proliferan en el margen sinovial, luego emigran a lo largo del borde cruento del menisco cerrando gradualmente el defecto desde los dos lados.

- En el tejido fibroso neoformado se encuentran algunos vasos sanguíneos si bien existen grandes áreas completamente avasculares.

- Presumiblemente las células invasoras se nutren principalmente del fluido sinovial. Si la cicatrización se produce, parece depender no tanto de la presencia de aporte vascular sino del tipo de células que invaden el área lesional. Las células sinoviales proliferan precozmente mientras que las células cartilaginosas tienen únicamente capacidad de sufrir mitosis como toda respuesta al traumatismo, como ya señalara McMurray (3). A este respecto se confirman los hallazgos de un trabajo experimental previo de Heatley (9) en el que estudió la respuesta del menisco normal del conejo a traumatismos de compresión y laceración, encontrando células anormalmente grandes y acúmulos celulares (clusters) rodeando a la zona de necrosis. Tras la laceración quirúrgica se vieron células fibrocartilaginosas sometidas a mitosis. La respuesta celular tras el traumatismo era más exuberante con grandes acúmulos celulares rodeados de espirales de matriz. Las células fibrocartilaginosas adultas por consiguiente, aún tenían capacidad de dividirse, pudiéndose interpretar este fenómeno como una respuesta reparativa genuina del menisco aunque insuficiente como para unir el defecto o reemplazar un área extensa de necrosis celular. De idéntica forma los acúmulos celulares que se encuentran en el menisco degenerado se pueden considerar como una señal de intento reparativo consiguiente a rotura o compresión.

Así pues, Heatley encuentra que el fenómeno reparativo se lleva a cabo fundamentalmente por la proliferación de células sinoviales que forman un tejido fibroso que inicialmente es muy celular pero que después aumenta su contenido en fibras pudiendo ocasionalmente transformarse en fibrocartilago, transformación que puede resultar del estímulo compresivo. La secuencia de los acontecimientos recuerda a la que se ve en el desarrollo embriológico del menisco, donde el blastema celular se convierte en un tejido fibroso organizado altamente celular con una transformación final en células cartilaginosas (3, 10).

Krackow y Vetter (11) estudiaron en el perro la reimplantación meniscal tras la exéresis total y la posibilidad de reparar lesiones periféricas en asa de

cubo una vez extraído el menisco de su lecho, reimplantándolo posteriormente. Las aplicaciones clínicas que propusieron fueron: poder reinsertar los meniscos que son extirpados para facilitar la exposición y reducción de las fracturas conminutas de la meseta tibial, reimplantar un menisco normal erróneamente extirpado o bien en el caso de que presente una lesión periférica, repararla cuidadosamente fuera de la articulación y volver a reinsertar el menisco.

En una primera serie reimplantaron el menisco entero inmediatamente después de su extirpación. En la segunda serie crearon una lesión longitudinal en el cuerpo del menisco extirpado, reparándola y reimplantando el menisco reparado. Ambas series se realizaron sobre menisco medial, extirpándolo prácticamente en su totalidad, dejando únicamente dos porciones de ambos cuernos de 2-3 mm. de longitud. Para reimplantar el menisco emplearon puntos de sutura fina en forma de doble ocho aplicados solamente a las porciones remanentes de los cuernos, sin suturar el borde periférico a la cápsula. Inmovilizaron durante 4 semanas estudiando su evolución hasta la décima semana.

Todos los meniscos reimplantados cicatrizaron firmemente en la periferia. Los espacios existentes entre los cuernos y el cuerpo meniscal cicatrizaron con un tejido denso fibro-vascular, que parecía originarse en la sinovial y/o la cápsula.

De las lesiones longitudinales en el cuerpo meniscal, seis que comunicaban con los espacios existentes entre ambos cuernos y el cuerpo, cicatrizaron completamente. Cinco de siete lesiones de la porción media del cuerpo meniscal que no comunicaban con la sinovial, no mostraron evidencia alguna de cicatrización a los ocho semanas. Estos meniscos no cicatrizados estaban desprovistos de la capa de tejido sinovial que fué encontrada sobre la superficie de todos los que cicatrizaron.

Los meniscos que estuvieron más de 45 minutos fuera de la articulación mientras se realizaba la reparación no mostraron ninguna evidencia de degeneración en el momento del examen histológico.

Caubaud y col. (12) utilizando como animales de experimentación perros y monos, practican incisiones transversales a nivel del cuerno anterior del menisco medial comunicados con la sinovial y el ligamento coronario. Una vez suturado el menisco con Dexon 3-0 inmovilizan en 60° de flexión durante seis semanas. A los cuatro meses examinaron los

meniscos histológicamente empleando diversas tinciones (H-E, PAS, Safranina O, Tricrómico de Masson y Azul Alcían).

Los resultados los clasificaron con arreglo al aspecto macroscópico que ofrecían los meniscos, calificándolos de buenos cuando el borde interno meniscal se restauró sin distorsión del resto del menisco y no hubieron cambios degenerativos. Resultados moderados cuando el menisco presentaba una curación incompleta con defecto en el borde interno y alguna ondulación de su superficie pero sin cambios degenerativos. De malos o pobres se calificaron aquellos que no cicatrizaron en absoluto y mostraban un defecto persistente en el borde interno con distorsión del menisco. De los 32 meniscos operados, 12 (38%) fueron resultados buenos, 18 (56%) fueron moderados y sólo 2 (6%) fueron malos.

Tanto en los calificados buenos como en los moderados los meniscos parecieron cicatrizar, macroscópicamente, por una proliferación de la sinovial desde la periferia. El defecto estaba relleno por una cicatriz vascular traslúcida en la que podía distinguirse claramente la neovascularización. La cicatriz parecía firme, no presentaba nuevas roturas y no se rompió al manipular el menisco una vez extraído. Histológicamente ambos grupos mostraban un patrón similar. El fibrocartilago meniscal inmediatamente adyacente a la cicatriz apareció normal macroscópica y microscópicamente. La cicatriz presentaba una vascularización muy profusa que se extendía por toda la profundidad de la lesión y se continuaba por toda la proliferación sinovial a lo largo de la superficie del menisco.

El estudio histoquímico del tejido cicatricial demostró grandes diferencias con el tejido meniscal normal. La escasa tinción de la sustancia fundamental con las técnicas de PAS, Safranina-O, Azul de Toluidina y Azul de Alcían, indicaban la ausencia de proteinglicanos presentes en el menisco normal. Por otro lado, la tinción con Tricrómico de Masson, mostraba una matriz formada fundamentalmente por fibras de colágena sin organizar.

Cabe señalar que se produjo fenómeno de cicatrización en el 94% de los meniscos sometidos a reparación quirúrgica, y que aunque la cicatrización se llevó a cabo mediante un tejido fibrovascular carente de sustancia fundamental normal o de colágena organizada, el menisco cicatricial era firme y capaz de proteger la superficie del cartilago articular subyacente.

Arnoczky y Warren (1983) (13), estudiaron el fenómeno de la cicatrización meniscal en el perro

con especial atención a la respuesta vascular. En 15 perros produjeron lesiones transversales bisecionando completamente el menisco medial. En otros 15 practicaron una incisión longitudinal en la porción central avascular del menisco medial; perpendicular a ésta, en su porción media, se hizo una segunda incisión que comunicaba la primera a la periferia sinovial, a modo de "canal de acceso vascular". En las rodillas opuestas se realizó el mismo tipo de incisión longitudinal pero sin crear un canal de acceso vascular.

Tras la sección transversal completa del menisco se produjo un pequeño "gap" (de 1 a 2 mm.) entre los bordes, que a las 2 semanas se encontraba relleno de un coágulo organizado de fibrina, actuando como "armazón" sobre el que avanzaban yemas vasculares desde el plexo capilar perimeniscal junto a una proliferación de células mesenquimales. Esta proliferación celular y vascular continuó a lo largo de las cinco primeras semanas y hacia la sexta, el "gap" estaba completamente relleno por una cicatriz fibrovascular. Asimismo se observó la presencia de un pannus vascular sobre el área de la cicatriz fibrovascular que parecía originarse por la hiperplasia de la franja sinovial inmediatamente adyacente al área de lesión. Esta hiperplasia sinovial se extendía sobre ambas superficies articulares del área lesional y penetraban en la cicatriz fibrovascular anastomosándose sus vasos con los vasos procedentes del plexo capilar perimeniscal. A las 8 semanas la respuesta hiperplásica de la franja sinovial había regresado. Histológicamente el tejido cicatricial era muy celular y con la excepción de su orientación colágena mostraba una discreta semejanza con el fibrocartilago adyacente.

En el grupo de las lesiones longitudinales con canal de acceso vascular, también estaba presente a las dos semanas el coágulo de fibrina que se extendía por la mayor parte de la lesión longitudinal. Vasos procedentes del plexo capilar perimeniscal avanzaban en el interior del coágulo y la franja sinovial podía verse extendiéndose sobre el canal de acceso vascular. Esta respuesta vascular continuaba y a los 4 semanas podía verse la proliferación de un cicatriz fibrovascular en el interior de la lesión longitudinal. El pannus vascular procedente de la franja sinovial no se extendía sobre dicha lesión limitándose a cubrir únicamente el área del canal de acceso vascular.

La proliferación de la cicatriz fibrovascular dentro de la lesión longitudinal continuaba durante la 6ª y 8ª semana. En algunos casos la respuesta reparativa progresó uniformemente, sin embargo, en otros

(2 especímenes de 6 semanas y 1 de 8 semanas), sólo un extremo de la lesión longitudinal estaba relleno con tejido cicatricial fibrovascular mientras que el otro permanecía abierto.

Al igual que en las lesiones transversales, el pannus sinovial que cubría el canal de acceso vascular había regresado alrededor de la 10ª semana y estaba limitado al borde periférico del menisco. En todos los especímenes examinados la totalidad de la lesión longitudinal estaba completamente rellena con una cicatriz fibrovascular en 10 semanas. Aunque este tejido parecía continuarse con el fibrocartílago meniscal adyacente, el exámen bajo microscopía con luz polarizada revelaba la no orientación de las fibras de colágena dentro de la cicatriz.

Los meniscos con lesión longitudinal sin canal de acceso vascular no presentaron ninguna evidencia de cicatrización durante las 10 semanas.

Arnoczky y cols. (1986) (14) en un informe de un estudio experimental en el perro sobre reparación meniscal utilizan coágulos de fibrina exógena con los que rellenan defectos de 2 mm. de longitud en la porción avascular del menisco medial. Alas 2 semanas, el tejido meniscal adyacente al defecto mostraba un aumento de celularidad, y la lesión estaba poblada por fibroblastos. A las 6 semanas, el defecto estaba cicatrizado y presentaba un aspecto traslúcido e histológicamente semejava tejido fibroso, que a los 6 meses había experimentado una metaplasia hacia un verdadero tejido fibrocartilaginoso.

El coágulo de fibrina no solamente crea un armazón o andamiaje que favorece el depósito de fibroblastos, sino que también puede proporcionar un estímulo para la división celular local y la migración hacia el interior del defecto. Tal podría ser el caso de los conocidos factores de crecimiento presentes en los coágulos frescos de fibrina (incluido el factor de crecimiento derivado de las plaquetas) que pudieran ser responsables, sino de todos, de algunos de los fenómenos observados.

Veth y cols. (1983) (15) en un primer trabajo experimental en el conejo realizan una serie de excisiones transversales en cuña de base capsular pero sin abarcar la totalidad de la anchura meniscal y también una serie de incisiones longitudinales en las porciones anterior, media y posterior. Además desinsertan totalmente 4 meniscos y los reimplantan utilizando sutura (Prolene 4-0). Asimismo suturan 17 de las 38 lesiones transversales y 8 de las 36 longitudinales con el mismo material. De los 35 meniscos de cada serie que fueron aprovechables

para el estudio histológico una vez transcurridas entre 6 y 14 semanas, se produjo cicatrización completa en 5 de la serie de las lesiones longitudinales y en 16 de las transversales. El resto de los meniscos de ambas series cicatrizaron de forma incompleta, no encontrándose ningún caso en el que no se produjese respuesta reparadora. En los casos de cicatrización completa, la totalidad de la lesión estaba rellena por un tejido fibrocartilaginoso o fibroso cuya forma más avascular correspondía a las lesiones longitudinales de la zona media de la sustancia meniscal. Describen una "reacción fibrótica" consistente en una capa de fibrosis que se produjo en la periferia meniscal. Esta capa de fibrosis era más pronunciada en unos casos que en otros. Cuando su anchura era de 3 a 5 mm. la calificaban de "fibrosis excesiva" y si superaba los 5 mm. de anchura la denominan entonces "fibrosis masiva". Ocho lesiones longitudinales y 31 de las lesiones transversales mostraron esta "fibrosis excesiva". El tejido fibroso neoformado aparecía desprovisto de vasos y podía distinguirse claramente del tejido meniscal normal. Los 4 meniscos reimplantados, cicatrizaron todos presentando una "fibrosis masiva" que afectaba a los tejidos periféricos, hasta el punto de producir abultamiento de la piel.

En un segundo trabajo experimental Veth y cols. (1983) (16) estudian la utilización de los colgajos sinoviales y los implantes de fibras de carbono en la reparación de lesiones en los meniscos del conejo. En la porción media del cuerpo meniscal practican lesiones en forma de cuña de base periférica, completándolas con dos incisiones perpendiculares, dirigidas hacia el cuerno anterior y posterior. Todas las lesiones reparadas mediante colgajos sinoviales mostraron signos de cicatrización total o casi total. El gran defecto creado se relleno con tejido fibroso avascular que podía distinguirse fácilmente del tejido meniscal normal, aunque existían áreas ocasionales de fibrocartílago.

De las 21 lesiones tratadas con implantes de fibra de carbono, 12 mostraron signos de reparación total. En los casos restantes no se vió reparación o fué parcial, debido principalmente a la dislocación del injerto. El exámen histológico reveló que la mayoría de las fibras de carbono estaban todavía agrupadas. Existía tejido fibroso proliferativo que no tenía el mismo aspecto que el observado en las reparaciones de las lesiones en cuña de estudios previos; las células estaban claramente orientadas de forma paralela a las fibras de carbono y la proliferación de tejido fibroso era más pronunciada. En algunas áreas se encontró cicatrización fibrocartilaginosa. La reacción fibrótica periférica descrita

en el trabajo previo estaba presente de forma muy marcada en el grupo de los implantes con fibra de carbono, siendo mucho menos pronunciada en las reparaciones con colgajos sinoviales.

En otro trabajo más reciente Veth y cols. (1986) (17) vuelven a utilizar los injertos a base de fibras de carbono pero mezcladas con un compuesto de Poliuretano-Poli L-Láctico (PU-PLLA composite), material experimentado en investigación cardiovascular con propiedades notables, es biodegradable, biocompatible y elástico, lo que hace más fácil el manejo del injerto. Asimismo la porosidad que presenta favorece la proliferación de tejido. El animal de experimentación empleado es el perro y las lesiones inducidas en los meniscos aunque también en cuña, eran más grandes (30% del menisco) y completas, es decir, abarcaban la totalidad de la anchura meniscal. Los injertos los suturaron sobre la lesión empleando material reabsorbible (Dexon 3-0) en puntos sueltos. Antes de proceder al sacrificio de los animales y ulterior estudio histológico, realizan dos controles artroscópicos, a las 4 y 8 semanas. En el primer control, todos los injertos, excepto uno, permanecían en su sitio. El color era gris amarillento y se podía ver ocasionalmente algún pequeño haz de fibras de carbono. A las 8 semanas, en el segundo control artroscópico, fué muy difícil el identificar el injerto. El color era blanco-amarillento con un brillo similar al cartílago. En la mayoría de los casos no podían distinguirse las fibras de carbono en la superficie del injerto. En dos casos aparecieron signos de sinovitis; ambos presentaban pequeñas partículas de fibras de carbono en la superficie interna de la cápsula y en uno de ellos el injerto estaba desplazado. En todos los demás, cuando se tocaba el injerto con el tubo endoscópico, estaba tan firme y resistente como el tejido meniscal normal.

El estudio macro y microscópico realizado con los 14 especímenes obtenidos entre la 10ª y 19ª semanas, reveló lo siguiente: macroscópicamente, a las 10 semanas sólo la parte periférica del injerto mostraba signos de proliferación de tejido. Entre la 14 y 19 semanas el injerto parecía estar completamente incorporado en 12 de los 14 meniscos. En todos excepto en dos, el aspecto del injerto era blanquecino con un ligero brillo. Se observaron los depósitos de partículas de carbono en los dos casos ya referidos así como signos de sinovitis. En ambos, el injerto estaba dislocado y el menisco severamente dañado. Microscópicamente, el tipo de cicatriz fué estudiado en los 12 meniscos que macroscópicamente mostraron incorporación del injerto. En 8 de ellos, la proliferación celular se extendía desde la periferia hasta el cuadrante más central (interno)

del injerto. En dos injertos la cicatrización se mostró completa incluyendo el cuadrante más interno. En los otros dos restantes la proliferación tisular se observó únicamente en la parte periférica del menisco. La reparación se llevó a cabo por tejido fibroso, con zonas ocasionales de cartílago hialino. En esta ocasión se vieron vasos sanguíneos que, procedentes del área periférica de contacto con el injerto, llegaron a considerable distancia acompañando a la formación de tejido fibroso o fibrocartilaginoso.

Ghadially y cols. (1986) (18) realizaron un importante trabajo con dos tipos de experiencias:

En un primer experimento, crean lesiones longitudinales que semejan una rotura en asa de cubo, en los meniscos mediales de 8 conejos, 11 cerdos, 6 perros y 12 ovejas. En algunos de estos animales se suturó la lesión con material reabsorbible (Dexon 3-0). Una vez cerrada la artrotomía, se permitió a los animales una actividad normal sin inmovilizar la rodilla. Los animales fueron sacrificados a intervalos que oscilaron entre 2 y 6 meses.

En un segundo experimento emplearon 12 ovejas. En 5 se practicó una incisión incompleta desde la cápsula hasta la mitad de la anchura del menisco. En 3, el menisco se seccionó completamente en el punto de mayor anchura. En 2 se hizo una incisión longitudinal semejante a una rotura en asa de cubo y en los 2 restantes la incisión longitudinal fué convertida en una incisión en forma de "T" mediante otro corte que se extendía desde la cápsula hasta la mitad de la incisión longitudinal. Seguidamente se levantó un pedículo de sinovial de 0.75 cm. x 1.5 cm. con la base de implantación cerca de la inserción capsular del menisco y se suturó dentro de la incisión en cada caso. Cada pedículo o colgajo sinovial era rectangular, lo suficientemente largo como para extenderlo a través de la profundidad, suturándolo. A todos los animales se les permitió la movilidad completa, sacrificándolos a los 3 meses.

Los resultados del primer experimento fueron esencialmente los mismos que los descritos por King (1), Heatley (8), Krackow y Vetter (11) y Veth y cols. (15). Ni macroscópicamente ni microscópicamente se halló ninguna evidencia de cicatrización de las lesiones, tanto si fueron suturadas o no. Las incisiones eran claramente visibles en todos los especímenes y en todos los intervalos de tiempo marcados. La microscopía electrónica reveló que la pared de la incisión aparecía esponjosa e incrustada con un material denso a los electrones idéntico en apariencia a la capa superficial del cartílago articular y el

menisco. El fibrocartílago adyacente a la lesión no mostró cambios notables. No se evidenció proliferación celular del tipo de acúmulos o "clusters" de condrocitos, en contra de los hallazgos de Heatley (9). Tampoco hubo signos de muerte celular completa, sólo de forma ocasional algunos condrocitos mostraban signos de necrosis de las mismas características que se ven en el cartílago articular y en el menisco normal.

En el segundo experimento, en el que se implantaron colgajos sinoviales, hubo evidencia de cicatrización y de formación de nuevo tejido cartilaginoso; las lesiones curaron con un tejido blanquecino y traslúcido, no afectando el tipo de incisión a la naturaleza o apariencia del tejido cicatricial. La única diferencia entre las incisiones longitudinales y transversales es que los márgenes de estas últimas estaban retraídos (presumiblemente por causa de la reabsorción o bien por fallo de las suturas reabsorbibles) y por consiguiente se había formado un gran volumen de tejido cicatricial en la herida ensanchada. Todos los colgajos sinoviales habían desaparecido. Histológicamente el tejido de reparación era de naturaleza claramente cartilaginosa, con menor proporción de células que de matriz. Las células eran redondas y estaban ubicadas en lagunas. En los cortes estudiados con microscopía electrónica se demostró claramente la existencia de condrocitos y fibras de colágena en el tejido cicatricial.

En el terreno clínico, las reparaciones quirúrgicas de ciertas lesiones meniscales fueron realizadas inicialmente en combinación con las de las lesiones ligamentosas de la rodilla (19, 20).

Los resultados obtenidos por Pricey Alien (1978) (19) así como por Hughston y Barrett (1983) (20) en jóvenes deportistas a los que se les reinsertó el menisco junto con la reparación ligamentosa fueron excelentes, obteniendo no solamente un mayor porcentaje de rodillas asintomáticas y con una buena estabilidad -lo que les permitió en su gran mayoría volver a las prácticas deportivas- sino que no se evidenció ninguna propensión especial a sufrir desgarramientos meniscales ulteriores. Los que presentaron un peor resultado fueron precisamente aquellos a los que se extirpó el menisco (20)

Lynch y cols. (1983) (21) compararon los resultados a largo plazo de cuatro tipos de tratamiento en roturas meniscales de 146 rodillas asociados a la reparación del ligamento cruzado anterior: meniscectomía total y parcial, reparación quirúrgica y no reparación en las roturas que se consideraron esta-

bles. El grupo de las reparaciones meniscales fué el que mejor evolucionó clínica y radiográficamente (ningún caso presentó cambios de Fairbank). Los casos de roturas estables dejadas a su evolución presentaron cambios de Fairbank en un 20% y un peor resultado clínico aunque fué mucho mejor que el de los otros dos restantes, en los que el 100% de los casos presentaban uno o más cambios de Fairbank y en los que se dieron los peores resultados clínicos (con un 75% de inestabilidad anterior mayor de 1/2 + con el test de Lachman).

Stone (1979) (22) obtiene también unos excelentes resultados al reparar quirúrgicamente 22 desinserciones periféricas aisladas.

DeHaven (1981) (23) realizó desde 1976 una serie de reparaciones de roturas longitudinales en o cerca de la periferia meniscal. En una primera publicación recoge los resultados sobre 18 reparaciones de casos agudos (dentro de las dos primeras semanas) y 14 crónicos (entre la 5ª y 52ª semana) en atletas. A través de un abordaje posteromedial o posterolateral extirpa los restos de tejido meniscal pegados al paramenisco, suturando sobre él directamente el menisco. Después de un período de tiempo entre 22 y 55 meses sólo en tres casos se produjo una nueva rotura (todas en el grupo de las reparaciones crónicas) y el resto evolucionó bien, retornando a sus actividades deportivas.

En una publicación posterior, DeHaven (1985) (24) revisa 160 meniscos reparados utilizando la misma técnica. En un seguimiento entre 3 y 7 años recoge sólo 6 neoroturas, correspondientes a reparaciones tardías. Tres de ellas ocurrieron en el mismo sitio de la reparación (dos de estas en atletas que volvieron a practicar deporte de forma intensa antes de transcurridos 6 meses de la intervención), y las otras 3 tuvieron lugar en una localización distinta encontrándose la reparación intacta en el momento del exámen.

Cassidy y Schaffer (1981) (25) inician su experiencia clínica dos años después que DeHaven siguiendo un método muy similar. Aunque en dos años realizan un total de 41 reparaciones de roturas periféricas de menisco, en su publicación sólo recogen los resultados de los 29 primeros casos (24 mediales y 5 laterales), intervenidos entre una semana y once años después del episodio traumático. Exponen la rotura a través de una incisión posterior a los ligamentos colaterales, si la rotura no abarca la totalidad del grosor del menisco desbridan los bordes de la rotura, resecan la porción del menisco adherido a la cápsula y suturan el menisco

mediante puntos sueltos (Tycron 3-0) anudados fuera de la cápsula.

Los resultados clínicos fueron altamente satisfactorios, en 4 casos en que tuvieron ocasión de realizar una artrografía se evidenció una curación completa, uno de ellos era una rotura reparada 11 años después de producirse y después de un nuevo traumatismo en la rodilla (fractura de rótula) la artrografía reveló que la reparación permanecía intacta. Otros 2 casos, artroscopiados por nuevos episodios traumáticos, mostraron también una curación completa.

Wirth (1981) (26) obtiene resultados clínicos satisfactorios al cien por cien en las reparaciones quirúrgicas de lesiones periféricas. Recomienda que el menisco sea manejado con cuidado y que se evite cualquier daño a la sinovial. La técnica que sigue es prácticamente idéntica a la utilizada por Cassidy y Shaffer y destaca la importancia de que las suturas no queden expuestas en el interior de la articulación.

Marshall (1982) (27) también realiza reinserciones quirúrgicas de desinserciones crónicas, con buenos resultados (las agudas las trata simplemente con inmovilización).

Hamberg y cols. (1983) (28) hacen un total de 50 reparaciones de lesiones longitudinales (43 mediales y 7 laterales) del segmento posterior del menisco, de 2 a 3 cm. de longitud, algunas de ellas localizadas unos pocos milímetros hacia el interior de la sustancia meniscal, 15 fueron reparadas dentro de las dos primeras semanas de haberse producido y el resto lo fueron hasta siete años después. A diferencia de otros autores, los puntos de reinserción capsular no son verticales sino horizontales, a través de la sustancia meniscal sin tocar ni los bordes ni las superficies articulares del menisco.

42 rodillas (84%), en el período de seguimiento de 6 a 39 meses fueron asintomáticas, 27 de ellas se estudiaron mediante artroscopia de 4 a 29 meses después, mostrando las reparaciones totalmente cicatrizadas. En 4 casos se produjo una nueva rotura en el mismo sitio de la sutura (tres de ellas tenían también asociada una rotura del ligamento cruzado anterior). Dos de estos casos fueron debidos a sendos episodios traumáticos, otra lo fué quizás a una importante inestabilidad anterolateral y la cuarta a un número insuficiente de puntos de sutura.

En otros 4 casos se produjo también una nueva rotura pero en distinto sitio al de la sutura previa. En todos los casos existieron nuevos episodios trau-

máticos y al practicar la meniscectomía artroscópica las reparaciones se encontraron cicatrizadas. Todas estas nuevas roturas, excepto una, correspondían al grupo de las reparaciones crónicas.

Sobre la base de todas estas experiencias clínicas cabe hacer alguna consideración. Todas ellas se limitan a reparar o bien desinserciones o bien roturas en la periferia meniscal. En este último caso debridan o extirpan la porción periférica de la rotura, maniobra que recomiendan DeHaven (23), Cassidy y Shaffer (25) y Hamberg y cols. (28). Esto en esencia convierte a la rotura en una desinserción que al ser suturada tiene obviamente grandes posibilidades de cicatrización. Sin embargo, esta resección de la porción periférica puede invalidar el objetivo verdadero de la reparación meniscal cual es restaurar la capacidad de transmisión de carga que realiza la "cuña meniscal". Es lógico pues plantearse la reparación meniscal "ad integrum".

Por otro lado resulta evidente que estas lesiones tienen un potencial de curación espontánea, demostrado clínicamente y experimentalmente y que curan con un tratamiento conservador (22, 27, 29, 30). Sin embargo, no se puede negar la evidencia de que algunas no cicatrizan a pesar de seguir un tratamiento conservador planteado con rigor, y que en ellas el uso de la sutura sí que llevó a la cicatrización como lo demuestra la experiencia de Cassidy y Shaffer (25). Por consiguiente a pesar de tratarse de un territorio favorable para la curación de estas lesiones es necesaria la coadaptación y estabilidad rigurosa que proporciona la sutura, aparte de que como afirma Heatley (8) la misma sutura puede actuar como puente que favorezca la invasión de las células procedentes de la sinovial.

En relación con esto y a pesar de la evidencia experimental que parece existir en contra, los ya referidos hallazgos de Heatley (1979) que demuestran un intento de reparación intrínseco aunque insuficiente por parte del fibrocartilago avascular, podrían hacernos pensar que mediante el uso de la sutura pudiese llevarse a cabo el proceso de cicatrización del fibrocartilago manteniendo unas condiciones óptimas de estabilidad y tiempo.

El trabajo reciente de Scott y cols. (1986) (31) supone una importantísima aportación a lo que significa la verdadera reparación meniscal. En el se recogen los resultados de las primeras 260 reparaciones realizadas desde 1980 hasta 1983 siguiendo una técnica de desarrollo propio que se basa en la aplicación intraarticular de las suturas mediante visualización artroscópica combinada con una inci-

sión posterior.

De la totalidad de las lesiones reparadas, 208 fueron roturas longitudinales de las cuales 69 eran desplazadas en asa de cubo, 25 eran roturas longitudinales dobles, entre las que habían también 7 desplazadas en asa de cubo, 16 correspondían a roturas radiales (transversales) que comenzaban en el borde libre sin llegar a la periferia, 10 eran roturas en pico de loro y 1 era una rotura horizontal.

La técnica utilizada requirió el uso de instrumental diseñado especialmente para su realización. En este apartado hace especial referencia a la utilidad de la incisión posterior para asegurarse de no dañar las estructuras neurovasculares posteriores, recuperar adecuadamente la aguja y poder comprobar el correcto emplazamiento de las suturas sobre la cápsula articular.

Las suturas empleadas son de material no reabsorbible (Ethicon 2-0) y se recalca la importancia de la fijación estable de las mismas como el factor clave para obtener la cicatrización. La aplicación de las suturas se lleva a cabo mediante un tubo insertado anteromedial o anterolateral (según se trate de menisco lateral o medial) por el que se pasan los instrumentos necesarios al efecto y la visualización se lleva a cabo insertando el artroscopio en el lado contrario, es decir, en el mismo lado del menisco a reparar. Las suturas se colocan de forma que apongan perfectamente el margen superior y el inferior de la rotura. Para ello las aplican horizontalmente pero de forma oblicua, con un cabo dirigido hacia el margen inferior de la rotura y otro al superior quedando así lo que denominan "sutura en colchonero horizontal oblicua".

Con posterioridad al inicio de este trabajo, introdujeron -en 1981- una modificación técnica con el objetivo de mejorar la proliferación sinovial y la revascularización en el lugar de la reparación, sobre todo en las roturas más alejadas de la periferia. Esta modificación consistió en la disección y abrasión de la membrana sinovial inmediatamente por encima de la inserción meniscal. Por otra parte hay que señalar que la porción periférica de la rotura nunca fué extirpada.

En el postoperatorio no permiten la carga parcial y movilización progresiva hasta los dos meses. Autorizan a cargar plenamente al final del tercer mes. En su opinión ésta es una cuestión fundamental de cara a la cicatrización ya que las fuerzas de cizallamiento que actúan sobre el menisco en condiciones de carga son muy importantes. Por esta

misma razón emplean suturas no absorbibles ya que opinan que de otra forma no se mantiene la fuerza tensil durante el suficiente período que probablemente requiere la cicatrización meniscal.

En la valoración postoperatoria examinaron 178 reparaciones (las 82 restantes fueron entrevistas y no se incluyeron en este estudio). Todos los casos fueron examinados entre la 28ª y 231ª semanas a partir de la intervención. Aparte del examen clínico riguroso, las reparaciones fueron evaluadas artrográficamente y artroscópicamente. Los meniscos mediales fueron valorados mediante artrografía dada la mayor fiabilidad de este método para diagnosticar las lesiones que asientan en el menisco medial (32, 33, 34). Los meniscos laterales fueron valorados mediante artroscopia. Las artrografías fueron realizadas como mínimo 4 meses tras la intervención y las artroscopias como mínimo 6.

En 110 casos (61.8%) se evidenció curación completa, 98 eran roturas longitudinales simples, 5 longitudinales dobles, 5 radiales o transversales (del borde libre) y 2 roturas en pico de loro. Las curaciones o cicatrizaciones incompletas fueron 30 (16.9%), 23 longitudinales simples, 3 dobles, 1 transversal, 2 en pico de loro y la rotura horizontal. Los meniscos no cicatrizados fueron 38 (21.3%), 31 roturas longitudinales simples, 5 dobles, 1 transversal y 1 en pico de loro .

Se estudiaron además una serie de factores para ver si alguno de ellos influía en el porcentaje de curaciones: la utilización de la técnica de disección de la membrana sinovial perimeniscal, la anchura de la porción periférica de la rotura medida en milímetros, la longitud de la rotura, la historia preoperatoria y duración de los bloqueos, el intervalo entre la producción de la lesión y la intervención, edad, sexo, posición de la rotura respecto al cuerno posterior, afectación del menisco lateral o medial y asociación o no a lesiones ligamentosas de la rodilla.

El factor de más importancia fué el de la disección-abrasión de la sinovial perimeniscal. Antes de la aplicación de esta técnica los porcentajes de curación completa eran del 46.9% para el menisco medial y del 54.8% para el lateral, situándose tras la utilización de la misma en el 62.4 y 64% respectivamente. La anchura de la porción periférica de la rotura obviamente es un elemento importante. En general los más altos porcentajes de curación completa se correspondieron con las roturas más periféricas. Sin embargo, hay que destacar que 6 de las 11 roturas con una anchura de 4 mm. cicatrizaron así como otras dos que estaban a una distancia de 5

mm. del margen periférico.

En cuanto al tipo de rotura, como era previsible, las lesiones longitudinales simples cicatrizaron en un mayor porcentaje, pero sin mostrar una diferencia significativa respecto a las demás. La longitud de la rotura, la historia previa de bloqueos, el intervalo entre lesión y cirugía (que fué desde 1 a 696 semanas), la edad, el sexo y la posición de la rotura con respecto al cuerno posterior no afectaron en nada a los porcentajes de curación.

Las lesiones del menisco lateral, incluyendo las longitudinales simples y dobles, tuvieron una mayor tendencia a la cicatrización que las del menisco medial aunque esta diferencia no fuese estadísticamente significativa.

Con respecto a roturas aisladas o asociadas a lesiones de los ligamentos de la rodilla, que fueron 37 y 141 respectivamente (140 roturas del ligamento cruzado anterior y 1 del cruzado posterior), hubo una marcada diferencia en los porcentajes de curación. Sólo 15 (40%) de las aisladas cicatrizaron mientras que 95 (68%) de las asociadas lo hicieron. En estas últimas se realizó primero la reparación meniscal siguiendo la técnica descrita y acto continuo la reconstrucción ligamentosa vía artrotomía. Esta diferencia tan pronunciada creen los autores que puede deberse al hecho de que muchos de los pacientes sometidos a reparación aislada ignoraron las condiciones de restricción de la carga y quizás las fuerzas de cizallamiento a que estuvieron sometidos los meniscos en un tiempo demasiado precoz afectó adversamente a la respuesta curativa. La baja morbilidad y la pronta recuperación que siguen al procedimiento artroscópico pueden explicar esta situación. Por otro lado los sometidos a reparación combinada con reconstrucción vía artrotomía de las lesiones ligamentosas extremaron evidentemente las condiciones de descarga y siguieron una recuperación más conveniente, lo que puede explicar los mejores resultados de este grupo. No se excluye el efecto que sobre el proceso curativo puede tener la extensa hemartrosis y sinovitis que ocurre tras la reconstrucción ligamentosa. En este sentido señalan que desde la utilización de la técnica de abrasión sinovial los resultados se equipararon en los dos grupos de forma apreciable.

Las conclusiones que ofrece este importante trabajo son de gran relevancia en el campo de la reparación meniscal. En primer lugar se demuestra que las roturas localizadas en plena sustancia meniscal sin comunicación con la sinovial pueden cicatrizar en contra de afirmaciones anteriores que

dicen que es preciso que esta comunicación exista. En este sentido la estimulación que realizan mediante disección y abrasión de la sinovial perimeniscal tiene mucha importancia según los autores ya que observan en los casos artroscopiados un pannus sinovial altamente vascularizado cubriendo el sitio de la reparación, hallazgo este que puede tener correspondencia con los de Arnoczky y Warren (13). Este hecho junto con la fijación estable que proporcionan las suturas los señalan como claves para la obtención de la cicatrización.

Así pues, mediante la utilización de la artroscopia el espectro de roturas con posibilidad de reparación es realmente amplio, siendo más fácil el aplicar las suturas en lesiones que afectan a la sustancia y que por su localización no son fácilmente accesibles a través de la artrotomía, incluso posterior.

Actualmente con la amplia difusión que tiene la artroscopia junto con el perfeccionamiento técnico e instrumental, se está produciendo un mayor intento de reparar roturas meniscales por esta vía, aunque se limiten por el momento a la porción vascular en su gran mayoría. No obstante, las publicaciones que recogen técnicas propias de reparación meniscal artroscópica son muy escasas. En este sentido se puede señalar a Hendler (35), aunque presenta sólo 8 casos, y a Barbery Stone (36) con 24. Destaca el reciente trabajo de Jakob y cols. (27) en el que se recogen los resultados de 54 reparaciones artroscópicas realizadas con técnica e instrumental de desarrollo propio.

Estos autores realizan también un desbridamiento del borde periférico de la lesión pero sin extirparla, hasta obtener un corte vertical limpio, preferiblemente en la zona vascular. Asimismo producen una abrasión de las inserciones sinoviales (superior e inferior) adyacentes a la rotura al objeto de estimular la respuesta inflamatoria sinovial y acrecentar la vascularización de la reparación. En cuanto a las suturas, emplean indistintamente material no absorbible y reabsorbible, combinando a veces ambos tipos en la misma reparación, aunque procurando utilizar el no absorbible en las zonas más periféricas y el reabsorbible en las más centrales.

Los resultados que obtienen son muy satisfactorios con un 80% de curaciones completas que no presentaron nuevos episodios durante el tiempo que duró el período de seguimiento (una media de 25 meses). En 12 casos se produjo una nueva rotura que fué causada por un traumatismo mínimo en 6 de ellos y en otros 6 por un traumatismo importante

en el deporte. Dos de estas neoroturas fueron reparadas con éxito en una con el mismo método.

A pesar de que cada vez se va avanzando más en la aplicación clínica, las posibilidades que ofrecen los resultados experimentales no se han llevado a cabo todavía e incluso se puede afirmar que no está todo dicho en el campo experimental acerca del fenómeno de cicatrización en el menisco y sus aplicaciones en el campo de la cirugía reparativa.

Por otra parte, están apareciendo nuevas líneas de investigación como las recientemente iniciadas sobre trasplante meniscal, que si bien salen del campo de la auténtica reparación de las lesiones meniscales, en cierta manera aprovechan la capacidad de cicatrización de la periferia meniscal. Como ejemplo de estas investigaciones, que tienen un claro antecedente en el trabajo experimental de Krackow y Vetter (11) sobre reimplantación meniscal, están los experimentos de Arnoczky (38,39) que ha desarrollado con éxito un modelo experimental sobre homotrasplante de meniscos crioconserva-

dos en perros. En la misma línea se sitúan las investigaciones de Canham y Stanish (40) quienes realizan tres tipos de experiencias; reimplantación inmediata tras exéresis del menisco; homotrasplantes de meniscos conservados durante 3 semanas en glutaraldehído y homotrasplante de meniscos preservados durante 2-3 semanas con técnicas de cultivo de tejidos.

También Virth y cols. (1986) (41) realizan un trabajo experimental sobre trasplante homólogo en ovejas con meniscos, o bien liofilizados y esterilizados con rayos gamma, o bien ultracongelados. Los resultados de la valoración con microscopía electrónica de barrido (SEM), microangiografía y estudio biomecánico son excelentes, obteniéndose la fijación completa en todos los casos de ambos grupos. Además presentan los resultados de la aplicación clínica en 14 pacientes sometidos a trasplante homólogo utilizando meniscos conservados con la misma técnica (10 liofilizados y 4 ultracongelados), obteniéndose también la fijación completa según el control artroscópico efectuado a los 6 meses.

Bibliografía

- 1.- King, D: The healing of semilunar cartilages. J. Bone Jt. Surg. 1936, XVIII: 333-342.
- 2.- Fisher, A.G.T.: The problem of repair and regeneration of the semilunar cartilages. The Lancet. 1936, 230: 1351-1352.
- 3.- McMurray, T.P.: The semilunar cartilages. Br. J. Surg. 1941, 29: 407-414.
- 4.- Gibson, A.: Regeneration of the semilunar cartilage after operation. Br. J. Surg. 1931, XIX: 302.
- 5.- Bruce, J., Walmsley, R.: Replacement of the semilunar cartilage of the knee after operative excision. Br. J. Surg. 1937, 25:17-28.
- 6.- Smillie, I.S.: Observations on the regeneration of the semilunar cartilages in man. Br. J. Surg. 1944, 31: 398-401.
- 7.- Morel, J., Bastien, P., Vanvelcenaher, P.: La regeneration des ménisques du genou après meniscectomie. Revue d'Orthopedie 1952, 38: 137-153.
- 8.- Heatley, F.W.: The meniscus; ¿can it be repaired?. An experimental investigation in rabbits. J. Bone Jt. Surg. 1980, 62-B: 397-402.
- 9.- Heatley, F.W.: The response to trauma in the meniscus. (Procc.) J. Bone Jt. Surg. 1979, 61-B: 380.
- 10.- Kaplan, E.B.: The embryology of the menisci of the knee joint. Bull. Hosp. Joint Dis. 1955, 16: 111-124.
- 11.- Krackow, K.A., Vetter, W.L.: Surgical reimplantation of the medial meniscus and repair of meniscal lacerations. Proc. Orthop. Res. Soc. 1980, 26: 128.
- 12.- Cabaud, H.E., Rodkey, W.G., Fitzwater, J.E.: Medial meniscus repairs. An experimental and morphologic study. Am. J. Sports Med. 1981, 9: 129-134.
- 13.- Arnoczky, S.P., Warren, R.F.: The microvasculature of the meniscus and its response to injury. An experimental study in the dog. Am. J. Sports Mod. 1983, 11: 131-140.
- 14.- Arnoczky, S.P., Mc Devitt, C.A., Warren, R.F., Spivak, J., Allen, A.: Meniscal repair using an exogenous fibrin clot. An experimental study in the dog. Trans. Orthop. Res. Soc. 1986, 11: 452.
- 15.- Veth, R.P.H., Den Heeten, G.J., Jansen, H.W.B., Nielsen, H.K.L.: Repair of the meniscus. An experimental investigation in rabbits. Clin. Orthop. 1983, 175: 258-262.
- 16.- Veth, R.P.H., Den Heeten, G.J., Jansen, H.W.B., Nielsen, H.K.L.: An experimental study of reconstructive procedures in lesions of the meniscus. Use of synovial flaps and carbon fiber implants for artificially made lesions in the meniscus of the rabbit. Clin. Orthop. 1983, 181: 250-254.
- 17.- Veth, R.P.H., Jansen, H.W.B., Leenslag, J.W., Pennings, A.J., Hartel, R.M., Nielsen, H.K.L.: Experimental meniscal lesions reconstructed with a carbon fiber-polyurethane-poly (L-Lactide) graft. Clin. Orthop. 1986, 202: 286-293.
- 18.- Ghadially, F.N., Wedge, J.H., Lalonde, J.M.A.: Experimental methods of repairing injured menisci. J. Bone Jt. Surg. 1986, 68-B: 106-110.
- 19.- Price, C.H.T., Allen, W.C.: Ligament repair in the knee with preservation of the meniscus. J. Bone Jt. Surg. 1978, 60-A: 61-65.
- 20.- Hughston, J.C., Barrett, G.R.: Acute anteromedial rotatori instability, long-term results of surgical repair. J. Bone Jt. Surg. 1983, 54-A: 145-153.
- 21.- Lynch, M.A., Henning, C.H.E., Glick, K.R.: Knee joint surface changes long-term follow-up meniscus tear treatment in stable anterior cruciate ligament reconstructions. Clin. Orthop. 1983, 172: 148-153.
- 22.- Stone, R.G.: Peripheral detachment of the meniscus of the knee. A preliminary report. Orthop. Clin. North. Am. 1979, 10: 643-657.

- 23.- **De Haven, K.E.:** Peripheral meniscus repair: An alternative to meniscectomy. *Orthop. Trans. Res. Soc.* 1981, 5: 399-340.
- 24.- **De Haven K.E.:** Meniscus repair in the athlete. *Clin. Orthop.* 1985, 198: 31-35.
- 25.- **Cassidy, R.E., Shaffer, A.J.:** Repair of peripheral meniscus tears. A preliminary report. *Am. J. Sports Med.* 1981, 9: 209-214.
- 26.- **Wirth, C JR.:** Meniscus repair. *Clin. Orthop.* 1981, 157: 153-160.
- 27.- **Marshall, D.J.:** The reattachment of peripherally detached menisci. (*Procc.*) *J. Bone. Jt. Surg.* 1982, 64-B: 119-120.
- 28.- **Hamberg, P. Gillquist, J. Lysholm. J.:** Suture of new and old peripheral meniscus tears. *J. Bone Jt. Surg.* 1983, 65-A: 193-197.
- 29.- **Smillie, I.S.:** *Traumatisms de la articulaci3n de la rodilla.* 2º ed. Barcelona. Editorial Jims. 1980, 103-105.
- 30.- **Ricklin, P., Ruttimann, A., Del Buono, M.S.:** *Lesiones meniscales.* 2º ed. Barcelona. Editorial Jims. 1986, 114.
- 31.- **Scott, G A, Jolly, B.L., Henning, C.H.E.:** Combined posterior incision and arthroscopic intra-articular repair of the meniscus. An examination of factors affecting healing. *J. Bone Jt. Surg.* 1986, 68-A: 847-861.
- 32.- **Nicholas, J A., Freiburger, R.H., Killoran, P.J.:** Double-contrast arthrography of the knee. Its value in the management of two hundred and twenty-five knee derangements. *J. Bone Jt. Surg.* 1970, 52-A: 203-220.
- 33.- **Gillies, H., Seligson, D.:** Precision in the diagnosis of meniscal lesions: A comparison of clinical evaluation, arthrography and arthroscopy. *J. Bone Jt. Surg.* 1979, 61-A: 343-346.
- 34.- **Tegtmeyer, C.J., McCue, F.C., Higgins, S.M., Ball, D.V.:** Arthrography of the knee: A comparative study of the accuracy of single and double contrast technique. *Radiology* 1979, 132: 37-41.
- 35.- **Hendler, R.C.:** Arthroscopic meniscal repair: surgical technique. *Clin. Orthop.* 1984, 190: 163-169.
- 36.- **Barber, F.A., Stone, R.G.:** Meniscal repair, an arthroscopic technique. *J. Bone Jt. Surg.* 1985, 67-B: 39-41.
- 37.- **Jakob, R.P., Stabli, H.V., Zuber, K.** Esser, M.: The arthroscopic meniscal repair. Techniques and clinical experience. *Am. J. Sports Med.* 1988, 16: 137-142.
- 38.- **Arnoczky, S.P., Cuzzel, J.Z., Mc Devitt, CA., TorziUi, PA., Warren, R.F., Kristines, T.J.:** Meniscal replacement using a cryopreserved allograft. An experimental study in the dog. *Trans. Orthop. Res. Soc.* 1984, 9: 220.
- 39.- **Arnoczky, S.P.:** The meniscus: Its repair and replacement. Meeting Highlights (Annual meeting American Academy of Orthopaedic Surgeons). *J. Pediatr. Orthop.* 1987, 7: 610-619.
- 40.- **Canham, W., Stanish, W.:** A study of the biological behavior of the meniscus as a trasplant in the medial compartment of a dog's knee. *Am. J. Sports Med.* 1986, 14: 376-379.
- 41.- **Virth, C.J., Milachwski, K.A., Weismeier, K.:** Die Meniskustransplantation im Tierexperiment und erste Kunische Ergebnisse. *Z. Orthop.* 1986, 124: 508-512.