

Las suturas meniscales

FORRIOL CAMPOS, F.* y VAQUERO MARTÍN, J.**

*Departamento de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Facultad de Medicina. Universidad de Navarra. **Servicio de Ortopedia y Traumatología. Hospital Universitario Gregorio Marañón. Madrid.

RESUMEN: Las roturas meniscales son frecuentes y evolucionan a procesos más graves que requieren cirugías más agresivas. Las suturas meniscales, si bien han tenido éxito en el tercio periférico, son discutidas en la porción avascular del menisco. Se revisa la literatura para analizar la biología de la reparación meniscal, las indicaciones de las suturas en las roturas del menisco, su comportamiento mecánico y las técnicas asociadas que pueden ayudar a conservar un menisco funcional, sin repercusiones clínicas.

PALABRAS CLAVE: *Menisco. Sutura. Cicatrización.*

Meniscal sutures

ABSTRACT: Meniscal ruptures are common and develop into more serious processes that require more aggressive surgery. Meniscal sutures have been used successfully in the peripheral third, but their use in the avascular part of the meniscus is debated. The literature was reviewed to analyze the biology of meniscal repair, indications for sutures in meniscal rupture, their mechanical behavior, and associated techniques that can help to conserve meniscal functional without clinical repercussions.

KEY WORDS: *Meniscus. Suture. Healing.*

Pocos campos han gozado de tanto interés en cirugía del sistema músculo-esquelético como la reparación de las lesiones meniscales. La rotura de un menisco es frecuente, 9:1000, en los hombres y 4,2:1000 en las mujeres¹, y sabemos que sólo las lesiones del tercio periférico tienen capacidad de cicatrizar por lo que todavía se buscan soluciones que rompan la premisa de que la rotura meniscal requiere, al año, una meniscectomía; a los diez años una osteotomía y, otros diez años más tarde, una prótesis total de rodilla.

La meniscectomía fue, durante muchos años, el tratamiento de elección de una rotura meniscal desplazada y se comunicaron excelentes resultados clínicos a corto plazo hasta que Fairbank² y Jackson³, comparando radiografías antes y después de la cirugía observaron cambios en la articulación, con la aparición de osteofitos, estrechamiento de la

interlínea y aplanamiento del cóndilo femoral en el lado intervenido. Esto hizo pensar que el menisco pudiera tener alguna función en la transmisión de las cargas y que su extirpación alteraba la mecánica articular.

En los años 70 se inició la polémica entre la meniscectomía parcial o total. Hasta entonces, influenciados por Smillie⁴, se abogaba por la meniscectomía total en casi todas las roturas. Tapper⁵, al estudiar las secuelas de las meniscectomías, no encontró diferencias significativas entre meniscectomías parciales y totales; los mejores resultados se obtuvieron en pacientes jóvenes con una rotura en asa de cubo extirpando el fragmento desplazado y dejando el anillo periférico intacto. Por su parte, Cox⁶ estudió los efectos de la meniscectomía parcial y total en rodillas de perros, comprobando que el daño del cartílago articular era proporcional a la cantidad de menisco reseca.

Previamente, en 1962, Watanabe et al⁷, realizaron la primera meniscectomía artroscópica. La lenta introducción de esta técnica supuso una revolución. Northmore-Ball et al⁸ compararon meniscectomías abiertas totales, abiertas parciales y artroscópicas parciales, obteniendo mejores resultados con la artroscopia.

También las investigaciones mecánicas y biológicas del tejido meniscal han colocado a la meniscectomía en entredi-

Correspondencia:

Dr. F. FORRIOL – Dpto. COT.
Clínica Universitaria de Navarra
Avda. Pío XII, 36. 31008 Pamplona (Navarra).
Pamplona (Navarra)

Recibido: Julio de 2001.

Aceptado: Septiembre de 2001.



Figura 1. Doble rotura meniscal en ambos meniscos.

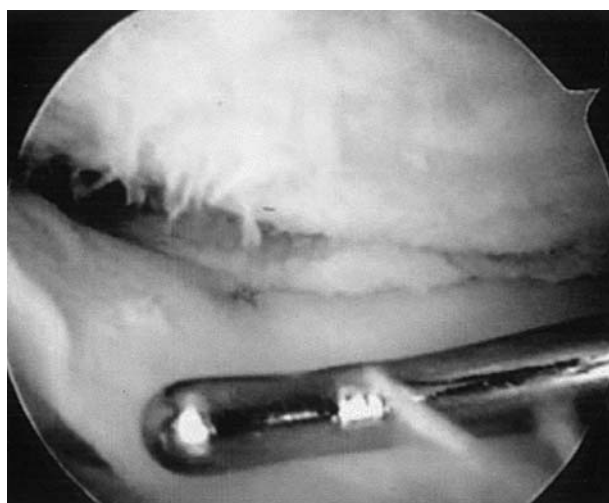


Figura 2. Sutura de una rotura posterior del menisco externo.

cho. Heatley⁹ demostró, en conejos, que el menisco tiene capacidad de cicatrización más rápida si se sutura la lesión, tal vez por acompañarse de una invasión de células procedentes de la sinovial¹⁰.

Enfoque clínico ante una rotura meniscal

El enfoque terapéutico de la cirugía meniscal ha cambiado durante los últimos años y el diagnóstico, tradicionalmente clínico, también se apoya en las nuevas técnicas de imagen, especialmente en la RM, un medio diagnóstico de ayuda en casos dudosos y excelente para el diagnóstico diferencial pues excluye lesiones cartilaginosas y osteocartilaginosas traumáticas, osteocondritis y contusiones óseas, así como necrosis condíleas.

Ante una rotura meniscal hay que plantearse si se puede reparar, si tiene capacidad de curar y si, una vez reparada, el menisco recobrará su función mecánica. Actualmente se acepta que las roturas longitudinales de la periferia vascular deben ser reparadas ya que cicatrizan en la mayoría de los casos y existen estudios experimentales que demuestran que el tejido cicatricial retiene las propiedades mecánicas originales del menisco¹¹. Sin embargo, es dudosa la reparación meniscal en la zona avascular y no se sabe si la función mecánica meniscal se preserva (fig. 1).

Por otra parte, el líquido sinovial desempeña un papel importante en la nutrición de las estructuras intrarticulares; los capilares superficiales de la sinovial presentan fenestraciones que ponen en contacto la sangre y el líquido sinovial, facilitando el intercambio de nutrientes. Con los trabajos de Arnoczky y Warren^{12,13} hemos conocido la vascularización meniscal, viendo que los plexos capilares parameniscales irrigan entre el 10 y el 25% del menisco, diferenciando dos zonas, una vascular, llamada roja, y otra avascular o blanca en la que se han visto poros en su superficie por

donde penetra el líquido sinovial en la profundidad del menisco¹⁴⁻¹⁶.

Una lesión meniscal se acompaña frecuentemente de fenómenos dolorosos que vienen mediados por terminaciones de carácter sensitivo, pues se ha visto que tanto las fibras mielínicas como las amielínicas penetran en el menisco, desde el plexo periarticular, llegando hasta el tercio medio del mismo¹⁷⁻¹⁹.

Como en todo el sistema músculo esquelético, para conseguir la curación hay que estimular el potencial reparador estabilizando el defecto. Las roturas longitudinales, menores de 1 cm pueden curar espontáneamente²⁰ y si la rotura meniscal es parcial, debe valorarse la estabilidad de la misma y quedar sin tratamiento. Aunque el tamaño no influye en la capacidad de reparación²¹⁻²⁴ hay trabajos que señalan que las roturas en asa de cubo, mayores de 40 mm, tienen un mayor índice de fracasos que las lesiones de menor tamaño²⁵. Stone²⁶ decide reparar una rotura según la calidad del tejido meniscal, siempre que no esté endurecido o calcificado, y en su volumen, más que en el grado de vascularización o localización de la lesión (fig. 2). En las roturas de los 2/3 periféricos, vascular o avascular, del menisco recomienda, antes de suturar, perforar desde la zona periférica, hasta llegar a la lesión, numerosas veces con una aguja, contraindicando la abrasión que desestructura el tejido meniscal.

No se ha observado relación entre la curación y el tiempo de evolución de la rotura²⁰⁻²¹, aunque Henning²², Cooper²⁷ y Stone²⁴ encontraron mejores resultados en roturas recientes, pues las roturas se deforman con el tiempo. Tampoco la edad del paciente influye en la reparación^{21-22,24} aunque en los de más edad presentan menos roturas «reparables». No conviene olvidar que una lesión meniscal «reparable» cuando falta el ligamento cruzado anterior tiene menos posibilidades de curación y más de producirse una

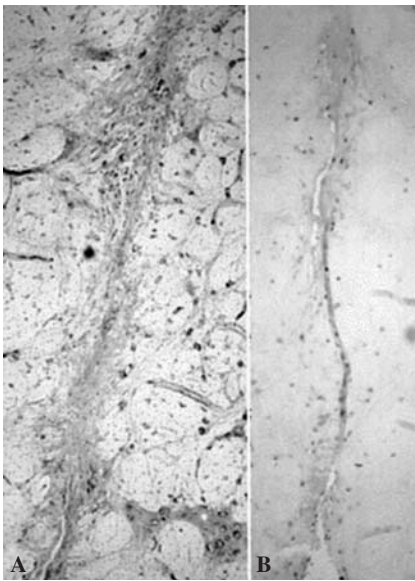


Figura 3. Reparación de una rotura meniscal, en el cordero, a los seis meses de la sutura. A: H&E, 100. B: Inmunorreactividad frente a interleuquina - 1 (100).

nueva rotura^{26,28-31}, aunque tampoco hay que olvidar que el hemartros al romperse el ligamento cruzado anterior aporta factores que estimulan la reparación meniscal.

Reparación meniscal

Como mecanismos de reparación en el menisco, se han propuesto (fig. 3):

La vía extrínseca, propia de las lesiones de la zona vascular donde se forma una red sobre el coágulo de fibrina, por el que proliferan los capilares que aportan células mesenquimales indiferenciadas junto con nutrientes capaces de producir la curación. Arnoczky et al³² produjeron una lesión cilíndrica en la zona avascular del menisco, en un grupo de perros, y vieron, a partir de la 2.^a semana, la aparición de tejido fibroso, con células poligonales y matriz amorfa que rellenaba parcialmente el defecto que se mantuvo, sin cambios, hasta los 6 meses de evolución. La aparición precoz de fibroblastos en el coágulo de fibrina sugiere una contribución directa de las células meniscales. Webber et al³³⁻³⁴ han demostrado, en cultivos celulares, que los fibrocondrocitos pueden proliferar y sintetizar matriz sin aporte sanguíneo, si se encuentran en el medio adecuado. Parece que el coágulo de fibrina posee las características necesarias para guiar esta respuesta meniscal intrínseca, sirviendo no sólo como andamiaje, sino aportando también factores que ayudan a la respuesta celular.

La vía intrínseca, por su parte, se basa en la capacidad reparadora propia del fibrocartilago meniscal y del líquido sinovial. Cuanto más central es una lesión, menor capacidad de respuesta intrínseca tendrá, necesitando de algún medio que facilite la respuesta biológica³⁵. Las células sinoviales actúan en la repoblación de los injertos pues tienen una gran capacidad de diferenciación y son fuente de células pluripo-

tenciales³⁶⁻³⁸ pero el reto sigue siendo asegurar la reparación en la zona avascular. Ghadially et al³⁹ practicaron roturas en forma de asa de cubo en la zona blanca y en diferentes especies animales (conejos, perros, cerdos y ovejas), no encontrando reparación a los 6 meses, mientras que en otro grupo de animales efectuando lesiones en 'T', que comunica con la periferia meniscal, cicatrizaron a los seis meses. Veth et al⁴⁰ efectuaron lesiones meniscales en conejos y de las 35 lesiones en la región avascular sólo curaron cinco.

La sutura meniscal

DeHaven³¹ inició la práctica de las suturas meniscales como medio de reparación con una artrotomía posterior. Sin embargo, el acceso a los fragmentos meniscales móviles era difícil por lo que su uso fue limitado. El mismo autor⁴¹, suturando roturas a 2 mm de la cápsula, encontró un 85% de reparaciones. De sus nueve fracasos, seis se asociaron con una inestabilidad ligamentosa. Por su parte, Ikuichi⁴² efectuó la primera sutura meniscal artroscópica, en 1969, y con la popularización de la artroscopia, la técnica de la sutura meniscal fue entrando lentamente en el arsenal terapéutico.

Se han publicado series que analizan los resultados de la reparación meniscal con sutura con técnicas abiertas⁴³⁻⁴⁵ o artroscópicas. Las reparaciones abiertas se han indicado en lesiones que se encuentran a dos mm, como máximo, de la unión menisco-sinovial⁴⁶. Sin embargo, con la artroscopia la morbilidad quirúrgica es menor y la colocación de los puntos de sutura es precisa siendo sencillo acceder a las zonas centrales del menisco, con diferentes técnicas, «out-in», «all in» o, la más empleada, «in-out» (fig. 4).

En los últimos años, relacionado con el auge de las técnicas de reparación meniscal, se han desarrollado numerosos estudios sobre la resistencia del material de sutura y sobre la técnica de anudado que ofrece mayores garantías. Las suturas verticales son las que mayor resistencia ofrecen a la tracción⁴⁷⁻⁴⁸, por encima de las suturas horizontales o de los nudos terminales según la técnica «out-in».

En la reparación meniscal se han introducido implantes biodegradables, en forma de arpón o grapas⁴⁹⁻⁵¹ con la ven-

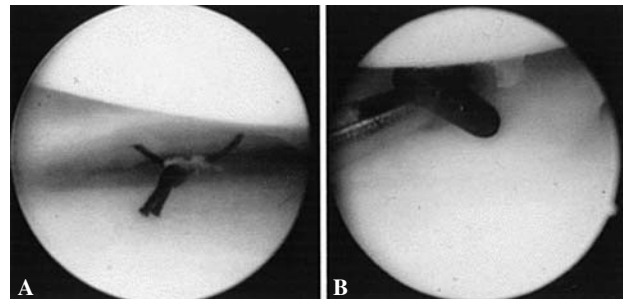


Figura 4. A: sutura por vía artroscópica fuera-dentro. B: sutura con sistema Mitek.

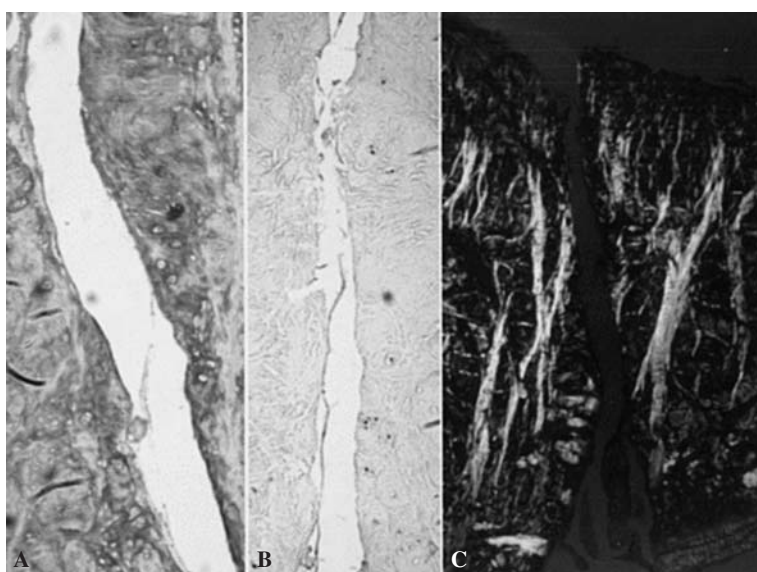


Figura 5. Imagen de una lesión en la zona avascular del menisco del cordero, a los 6 meses de la sutura. A: tricrómico de Masson, 100. B: grupos isogénicos de células cartilaginosas sin muestra de reparación cerca del borde de la lesión (Tricrómico de Masson, 200). C: luz polarizada (20).

taja de disminuir el tiempo de la cirugía, simplificar la técnica y reducir el riesgo de lesiones neurovasculares. Experimentalmente han demostrado menor resistencia mecánica siendo los tiempos de recuperación muy similares. Entre sus inconvenientes se ha señalado la reacción a cuerpo extraño, las lesiones cartilaginosas y el desplazamiento del implante.

En las revisiones clínicas publicadas el tipo de sutura descrito es horizontal o vertical y la zona reparada la periférica, excepto en la serie de Rubman y Noyes⁵² que incluyen lesiones de la zona meniscal avascular. El tipo de roturas más frecuentes son las longitudinales y las asas de cubo en el tercio periférico (figs. 5 y 6).

Rosenberg⁵³ presenta un 92% de buenos resultados mientras que otras series muestran nuevas roturas en el 20-40% de las reparaciones. A la hora de analizar los resultados hay que tener en cuenta la estabilidad de la rodilla. Jensen⁵⁴ encuentra un índice de 46% de nuevas roturas meniscales en rodillas inestables, y De Haven⁴⁵ un 38%. Actuando sobre rodillas estables, Sommerlath⁵⁵ vieron un 24% de fracasos, AlbrechtOlsen⁵⁶ un 37% y Eggl⁵⁷ un 27%.

Saragaglia⁴³, en 18 RM efectuadas a pacientes interve-

nidos con sutura meniscal, encontraron 13 con señal de rotura. Eggl⁵⁷, en 25 rodillas con correcta evolución clínica y asintomáticas, obtuvieron, en 24 de ellas, imágenes de RM de lesión grado 3 o 4 en el menisco reparado, por lo que no considera dicha prueba fiable para valorar la reparación meniscal.

En algunos estudios ha sido la segunda mirada artroscópica la que ha evaluado la calidad de la reparación. Rubman y Noyes⁵², practicaron 91 revisiones artroscópicas; el 25% se clasificó como curadas; el 38% como parcialmente curadas y el 36% como fallidas. De las parcialmente curadas, el 54% requirió una excisión parcial, permaneciendo el 46% restante como estables. De los fracasos, en el 61% efectuó una meniscectomía parcial, en el 30% practicó una segunda reparación y el 9% una resección con aloinjerto.

Bieder⁵⁸ comparó cuatro métodos de tratamiento, conservador, reparación con sutura meniscal artroscópica y túneles de acceso; resección artroscópica mínima con coágulo de fibrina y, finalmente, sutura y meniscectomía parcial artroscópica. Observó buenos resultados con todos los métodos quirúrgicos, especialmente cuando se suturó la lesión efectuando largos túneles de acceso. Para Eggl y Jakob⁵⁷ un

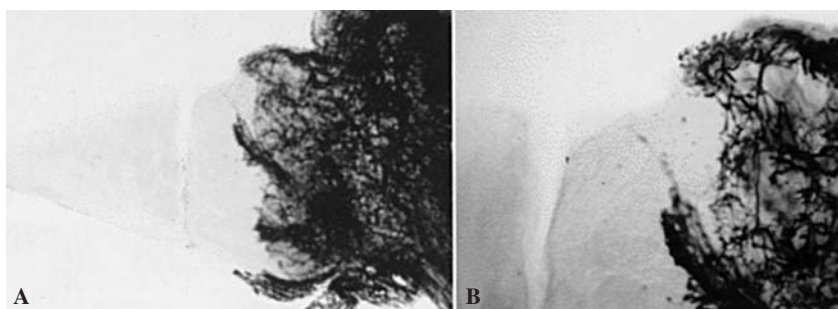


Figura 6. Imagen de una lesión en la zona avascular del menisco del cordero, a los 6 meses de la sutura. No se observa aproximación de los vasos a la lesión (Técnica de Spalteholz). A: 16. B: 40.

borde a más de 3 mm de la periferia meniscal es un factor pronóstico negativo siendo mejor el pronóstico y la evolución de las lesiones recientes y pequeñas del menisco externo tratadas con material de sutura no reabsorbible.

En el tratamiento postoperatorio tampoco ha habido acuerdo y se han seguido diferentes pautas, desde la aplicación de un yeso inguinopédico durante 6 semanas⁵⁹, pasando por períodos de inmovilización más cortos o permitiendo la movilidad y la carga desde el inicio⁴⁴. Rubman y Noyes⁵² preconizan un tratamiento rehabilitador en descarga, durante 4 semanas, insistiendo en la movilidad desde el postoperatorio inmediato.

Otro aspecto es saber si la inmovilización y la descarga pueden tener alguna influencia en la curación de las lesiones en la zona avascular. En la zona vascular, Zhongnan et al⁶⁰ encontraron mejor cicatrización en los meniscos de los conejos inmovilizados mientras que Dowdy et al⁶¹ señalan que la formación de colágeno disminuye a las 4 semanas con la inmovilización, siendo claramente inferior a las 10 semanas y que a partir de la 8.ª semana de inmovilización la pérdida de colágeno no se recupera. Una buena sutura parece más importante que la inmovilización⁶⁰⁻⁶² que al igual que Guisasola et al⁶³⁻⁶⁵ no encontraron diferencias en las suturas meniscales efectuadas en corderos en descarga o deambulando libremente después de la intervención.

El comportamiento mecánico de las diferentes técnicas de sutura meniscal

Respecto al empleo de suturas permanentes o reabsorbibles, se debe considerar el tiempo que debe transcurrir hasta que el tejido meniscal es capaz de asumir y absorber todas las sollicitaciones. Barber et al⁶⁶⁻⁶⁷ estudiaron el comportamiento de distintos tipos de suturas en el medio sinovial. El poliéster (Mersilene[®]) mantiene un 100% de tensión a las seis semanas de su implante; el PDS (Polidioxanona[®]), un 40% a las 6 semanas, iniciándose la pérdida de tensión a la 3.ª semana de su colocación; el LTS (Policaprolactona[®]) presentaba una reducción lenta de su tensión y retenía un 90% de su resistencia a la rotura 18 semanas después del implante. Los ácidos polilácticos (Vicryl[®]) y poliglicólico (Dexon[®]) así como el catgut mantenían una parte de su tensión a las 3 semanas. El Poligliconato (Maxon[®]) no tenía resistencia significativa a las 6 semanas. Por lo tanto, no es de extrañar que concluyan recomendando las suturas no reabsorbibles pues el proceso de reparación meniscal requiere un largo periodo de tiempo⁶⁸⁻⁷¹.

Seil et al⁶⁹⁻⁷⁰ estudiaron el comportamiento mecánico de fatiga de diferentes tipos de suturas meniscales (verticales y horizontales) y de diferentes materiales (suturas monofilamento reabsorbible: PDS 00, PDS 0 y PDS-1 USP), recomendando suturas PDS 0 y PDS 1, coincidiendo con otros trabajos publicados⁷⁰.

Por su parte, Becker et al⁷² compararon el comporta-

miento mecánico de diversos implantes con una sutura. Todos los implantes degradables mostraron una resistencia a la tensión menor que la sutura, indicando que los implantes deben insertarse muy próximos unos a otros y en lesiones grandes se deben combinar con una sutura. También Walsh et al⁷³ analizaron el comportamiento de un arpón y de una grapa meniscal con suturas verticales y horizontales viendo que la tensión media que soporta la grapa es inferior a la del resto de los métodos analizados.

Song y Lee⁷⁴ y Boenisch et al⁷⁵ evaluaron la resistencia y la forma de romperse de los arpones, en meniscos de cerdo con una incisión longitudinal y aconsejan ser cautos en la utilización de los arpones. Además, Yasunaga et al⁷⁶ observaron, con RM y preparaciones histológicas, que las suturas de monofilamento no reabsorbibles producen menos lesiones en el menisco y en los tejidos vecinos.

Técnicas asociadas a la sutura para estimular la reparación meniscal

Desgraciadamente la mayoría de las lesiones meniscales no se encuentran en el tercio vascular sino que afectan a zonas más centrales. Para ampliar las indicaciones de reparación a las áreas avasculares se han desarrollado diversas técnicas que estimulan su reparación por medios extrínsecos (aporte de vasos sanguíneos) o intrínsecos (estimulación de la membrana sinovial y de los componentes celulares meniscales), como son el desbridamiento, la abrasión sinovial, el coágulo de fibrina, la trefinación, los colgajos sinoviales, la cola de fibrina o el láser. El desbridamiento expone una superficie sangrante al menos en uno de los lados de la lesión. Es una técnica limitada ya que la remoción excesiva de tejido de la zona externa meniscal puede conducir a una alteración de la geometría de la sección meniscal, modificando su función⁷⁷.

Como hemos señalado, Arnoczky et al³² conociendo la importancia del hematoma en la fase de reparación inicial de cualquier herida, aplicó un coágulo de fibrina en un orificio cilíndrico de la zona avascular del menisco canino. El resultado mostró la aparición de fibrocartilago de origen desconocido sin vasos. Ya hemos señalado que el coágulo proporciona un andamiaje sobre el que se efectúa la fase reparativa y posee factores de crecimiento derivados de las plaquetas y fibronectina que estimulan la aparición de las células reparativas. El origen de las células reparativas es incierto, pero la existencia temprana de fibroblastos en contacto con el menisco, sugiere una contribución directa de las propias células meniscales o de células sinoviales¹⁸. Van Trommel et al⁷⁸ trataron con coágulo de fibrina cinco lesiones radiales completas del menisco externo, en la zona poplítea avascular. Efectuando, a los tres años, un control artroscópico y RM, comprobaron que todas las lesiones habían curado.

Sin embargo, el coágulo de fibrina presenta una capaci-

dad adhesiva deficiente y no actúa si no permanece fijo y estable. Forman et al⁷⁹, tratando el coágulo con Láser-Argón, aumentaron, in vitro, hasta 40 veces su adhesión. Para obviar los problemas de la aplicación del coágulo de fibrina se ha mejorado la técnica de su preparación, aumentando su consistencia y su contenido en fibrina para que se pueda suturar o aplicarlo mediante jeringa⁸⁰. Para Port et al⁸¹ lo importante es estabilizar la lesión no encontrando diferencias, mecánicas ni histológicas, entre un grupo tratado mediante sutura meniscal con dos puntos verticales, otro tratado con coágulo de fibrina y sutura y otro grupo con coágulo de fibrina y células procedentes de la médula ósea.

Por su parte, la trefinación aporta riego sanguíneo a la lesión. Los propios túneles que dejan el paso de los hilos de sutura sirven de punto de entrada a las células reparadoras^{63-65,82-83} pues la sinovial es una fuente de nutrición del metabolismo meniscal que responde a determinados estímulos externos. La sutura estabiliza los fragmentos y estimula la proliferación celular sin dar signos claros de cicatrización aunque según Zhang⁸³ trefinar y suturar promueven la curación en la zona avascular pues la sutura puede estimular y estabilizar una lesión, pero no es capaz de curar si no hay aporte sanguíneo.

Gershuni et al⁸⁴ mostraron cicatrizaciones de lesiones longitudinales meniscales con la trefina y el aporte de tejido sinovial, en la zona avascular del menisco externo, en perros, señalando que las células que participan en la reparación meniscal proceden de las células meniscales, de las células endoteliales de los capilares o de la sinovial. También especulan que las células de la circulación general llegan por los capilares de los conductos creados por la trefina o a través del colgajo sinovial. El problema que se plantea con esta técnica es la rotura de las fibras de colágeno que afectan la capacidad funcional del menisco, por lo que su uso clínico no se ha extendido. Se ha propuesto la práctica de canales de pequeño diámetro para disminuir este efecto adverso⁸⁵ (fig. 7).

La colocación de un colgajo sinovial sobre la lesión suturada sirve como aporte sanguíneo y estímulo para las células pluripotenciales existentes en el tejido sinovial. Kobuna et al⁸⁶ aportan resultados concluyentes, en perros, y

mediante microangiografía demuestran que los vasos de la superficie femoral del menisco y de la porción interna del mismo llegan hasta la sutura. Cisa et al⁸⁷ también obtuvieron buenos resultados, en conejos, utilizando colgajos sinoviales. Jitsuiki⁸⁸ avanza un poco más intentando separar el efecto de la vascularización general de la difusión desde el tejido y el líquido sinovial. Las lesiones meniscales creadas en el conejo curan al suturarlas y aportar autoinjerto de sinovial libre. Los hallazgos indican que la curación en la zona avascular del menisco es debida principalmente al autoinjerto sinovial, unido a la difusión del líquido sinovial y a diferentes factores locales. Por su parte, la cicatrización de las capas superficiales se debe a elementos celulares del líquido sinovial y a los fibrocondrocitos de las capas meniscales superficiales mientras que la cicatrización en la zona profunda es una respuesta al autoinjerto de sinovial, aunque desconocen el factor que desencadena el proceso de curación.

Siguiendo en esta línea, Shirakura et al⁸⁹ estudiaron la efectividad del injerto libre de sinovial colocado sobre una lesión longitudinal del menisco interno de la rodilla, en perros, y lo comparan con injerto libre muscular sobre una malla de Dacron y con un grupo control en el que sólo se suturó la lesión. Once de 35 autoinjertos sinoviales curaron a las 12 semanas rellenándose con tejido fibroso y comprobó que crecían capilares desde la periferia sin llegar hasta la lesión. En ninguno de los otros grupos consiguió la reparación.

Por su parte, la cola de fibrina es una combinación de factores de la coagulación (fibrinógeno, trombina, CaCl₂ y factor XIII) con aprotinina (anti-fibrinolizante). La propiedad adhesiva de la cola de fibrina es superior a la del coágulo, pero carece de las propiedades biológicas de éste⁸⁴ y es capaz de mantener bien apuestos los bordes de la lesión sin estimular el proceso reparador por lo que sólo debe indicarse en lesiones estables y de pequeño tamaño⁹⁰. Se ha señalado que la asociación de la cola de fibrina con células de la médula ósea promueve la reparación meniscal⁹¹ así como la combinación de cola de fibrina con el factor de crecimiento de células endoteliales (EGF)⁹².

Para unir los dos bordes de una lesión meniscal, se ha

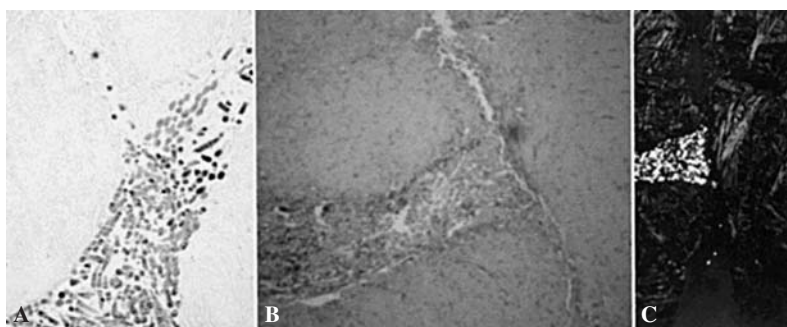


Figura 7. Restos de sutura en meniscos de cordero a los 6 meses de la intervención. A: safranina - O, 100. B: infiltrado celular por el canal de la sutura (Tricrómico de Masson, 40), luz polarizada (40).

utilizado el láser. La fusión o soldadura de tejidos es una técnica quirúrgica experimental empleada en suturas cutáneas y de vasos⁹³. El láser desorganiza las fibras de colágeno con el calor y las reagrupa en la fase de enfriamiento.

Forman et al⁷⁹ observaron que los meniscos a los que se les había aplicado la radiación láser tenían una resistencia a la tensión superior y las lesiones periféricas meniscales se han tratado de forma satisfactoria con este método en rodillas de cerdos⁹⁴ mientras que el uso del láser, en la zona vascular de conejos, no mostró «soldadura» ni señales incipientes de reparación⁹⁵. Las roturas en la zona avascular, en conejos, no se reparan con el láser mientras que las lesiones suturadas y después tratadas con láser eran las que mejor respuesta presentaron⁹⁶.

En la búsqueda de materiales que estimulen y sirvan de soporte a la reparación meniscal, se ha experimentado con poliuretano poroso⁹⁷⁻⁹⁸. Los pegamentos de tipo cianoacrilato son adhesivos biodegradables, bacteriostáticos y hemostáticos utilizados experimentalmente en muchos tejidos, especialmente en la piel. La elasticidad de estas colas permite que se adapten a la movilidad meniscal durante los movimientos de la rodilla. En un estudio mecánico en el que se comparó la cola asociada a sutura y sólo la sutura⁹⁹, en ovejas, se evidenció que la resistencia a la tensión era mayor en el primer grupo.

También el periostio es una fuente potencial de células primitivas y pluripotenciales, de las que pueden derivar condrocitos y fibrocondrocitos que participen en el proceso reparador meniscal. En un estudio, en perros, a los que se les reparó una lesión en la zona avascular añadiendo un injerto libre de periostio y cola de fibrina, se observó que a las 16 semanas de evolución el tejido era igual que el fibrocartilago adyacente¹⁰⁰.

La artroscopia abrió nuevas posibilidades en la cirugía de las roturas meniscales. El conocimiento de la biología de la reparación meniscal, de las nuevas técnicas de biología celular y la aparición y mejor conocimiento de los biomateriales se pueden aprovechar para además de estabilizar las lesiones conseguir también su regeneración.

BIBLIOGRAFÍA

- Hede A, Jensen DB, Blyme P, Sonne-Holm S. Epidemiology of meniscal lesions in the knee. 1,215 open operations in Copenhagen 1982-84. *Acta Orthop Scand* 1990;61:435-7.
- Fairbank TJ. Knee joint changes after meniscectomy. *J Bone Joint Surg (Br)* 1948;30B:664.
- Jackson JP. Degenerative changes in the knee after meniscectomy. *Br Med J* 1968;2:525-7.
- Smillie I. *Injuries of the knee joint*. 4th ed. Livingstone, Edimburgo, 1970.
- Tapper E, Hoover N. Late results after meniscectomy. *J Bone Joint Surg (Am)* 1969;51A:517-26.
- A Cox J, Nye C, Schaefer W. The degenerative effects of partial and total resection of the medial meniscus in dog's knees. *Clin Orthop* 1975;109:178-82.
- Watanabe M, Takeda S, Ikeuchi H. *Atlas of Arthroscopy*, 2.^a ed. Igaku Shoin Ltd, Tokyo 1969.
- Northmore-Ball M, Dandy D, Jacson R. Arthroscopic, open partial and total meniscectomy. *J Bone Joint Surg (Br)* 1983; 65B:400-5.
- Heatley FW. The meniscus, can it be repaired: an experimental study in rabbits. *J Bone Joint Surg (Am)* 1980;65A: 397-402.
- Amiel D, Abel MF, Kleiner JB, Lieber RL, Akeson WH. Synovial fluid nutrient delivery in the diarthral joint: An analysis of rabbit knee ligaments. *J Orthop Res* 1986;4:90-5.
- Webber RJ, Harris MG, Hough AJ Jr. Cell culture of rabbit meniscal fibrochondrocytes: proliferative and synthetic response to growth factors and ascorbate. *J Orthop Res* 1985; 3:36-42.
- VArnoczky S, Warren R: Microvasculature of the human meniscus. *Am J Sports Med* 1982;10:90-7.
- Arnoczky S, Warren R, The microvasculature of the meniscus and its response to injury: An experimental study in the dog. *Am J Sports Med* 1983;11:131-41.
- Muñoz G, Álvarez E, Ripalda P, Forriol F. Nutrición de la zona avascular de los meniscos. *Cuadernos de Artroscopia* 2001;18:19-25.
- Bird MDT, Sweet MBE. A system of canals in the semilunar mensici. *Ann Rheum Dis* 1987;46:670-3.
- Neurath M, Stofft E. Neue aspekte der funktionellen anatomie der Menisken. *Unfallchirurg* 1992;95:17-20.
- Wilson A, Legg P, McNeur J. Studies on the innervation of the medial meniscus in the human knee joint. *Anat Rec* 1969;165:485-92.
- Day B, Mackenzie WG, Shim SS, Leung G. The vascular and nerve supply of the human meniscus. *Arthroscopy* 1985;1:58-62.
- Albright DJ, Zimny ML, Dabezies E. Mechanoreceptors in the human medial meniscus. *Anat Rec* 1987;218:6A-7A.
- Weiss C, Lundberg M, Hamberg P, DeHaven K, Gillquist J. Non operative treatment of meniscal tears. *J Bone Joint Surg* 1989;71A:811-21.
- Scott GA, Jolly BL, Henning CE. Combined posterior incision and arthroscopic intra-articular repair of the meniscus. *J Bone Joint Surg* 1986;68A:847-61.
- Henning CE, Lynch MA, Yearout KM et al. Arthroscopic meniscal repair using an exogenous fibrin clot. *Clin Orthop* 1990;252:64-72.
- Buseck MS, Noyes FR. Arthroscopic evaluation of meniscal repairs after anterior cruciate ligament reconstruction and immediate motion. *Am J Sports Med* 1991;19:489-94.
- Stone RG, Frewin PR, Gonzales S. Long term assessment of arthroscopic meniscus repair: a two to six year follow-up study. *Arthroscopy* 1990;6:73-8.
- Stone RG, VanWinkle GN. Arthroscopic review of meniscal repair: assessment of rhealing parameters. *Arthroscopy* 1986;2:77-81.
- Stone KR. Current and future directions for meniscus repair and replacement. *Clin Orthop* 1999;367S:S273-S80.
- Cooper DE, Arnoczky SP, Warren RF. Arthroscopic meniscal repair. *Clin Sports Med* 1990;9:589-607.
- Hamberg P, Gillquist J, Lysholm J. Suture of new and old peripheral meniscus tears. *J Bone Joint Surg* 1983;65A: 193-7.
- Rosenberg TD, Scott SM, Coward DB, et al. Arthroscopic meniscal repair evaluated with repeat arthroscopy. *Arthroscopy* 1986;2:14-20.

30. Warren RF. Meniscectomy and repair in the anterior cruciate ligament – deficient knee. *Clin Orthop* 1990;252:55-63.
31. DeHaven K. The role of the meniscus. En: Ewing JW, editor. *Articular cartilage and knee function: Basic Science and arthroscopy*. New York: Raven Press Ltd, 1990; p. 103-15.
32. Arnoczky S, Warren R, Spivak J. Meniscal repair using an exogenous fibrin clot. *J Bone Joint Surg* 1988;70A:1209.
33. Webber R, Zitaglio T, Hough A. Serum-free culture of rabbit meniscal fibrochondrocytes: proliferative response. *J Orthop Res* 1988;6:13-23.
34. Webber R, York J, Vanderschilden J, Hough A. An organ culture model for assaying wound repair of the fibrocartilaginous knee joint meniscus. *Am J Sports Med* 1989;17:393-400.
35. Newman A, Daniels A, Burks R. Principles and decision making in meniscal surgery. *Arthroscopy* 1993;9:33-51.
36. Arnoczky S, Warren R, Ashlock M. Replacement of the anterior cruciate ligament using a patellar tendon allograft. An experimental study. *J Bone Joint Surg* 1986;68A:376-85.
37. Kleiner JB, Amiel D, Roux RD, Akeson WH. Origin of replacement cells for the anterior cruciate ligament autograft. *J Orthop Res* 1986;4:466-74.
38. Potenza A, Herte M. The synovial cavity as a «tissue culture in situ»: science or nonsense. *J Hand Surg* 1982;7:196-9.
39. Ghadially F, Wedge H, Lalonde J. Experimental methods of repairing injured menisci. *J Bone Joint Surg* 1986; 63B: 106-10.
40. Veth R, denHeeten G, Jansen H, Nielsen H. Repair of the meniscus: an experimental study in rabbits. *Clin Orthop* 1983;175:258-62.
41. DeHaven K, Black K, Griffiths H. Open meniscus repair, technique and two to nine year results. *Am J Sports Med* 1989;17:788.
42. Ikeuchi H. Surgery under arthroscopic control. En: *Proceedings of the Société Internationale d'Arthroscopie*. Kheumatology 1976; p. 57-62.
43. Saragaglia D, Tourne Y, Chamseddine A, Butel J. Les sutures meniscales associées à la refexion du ligament croisé antérieur. Resultats compares des sutures de lesions recents et chroniques: 102 cases. *Rev Chir Orthop* 1990;76:170-6.
44. Lerat J, Imbert P, Moyen B et al. Resultats des sutures du ménisque interne associées á des reconstructions du ligament croisé antérieur dans les instabilités chroniques du genou. A propos des 42 cas, dont 30 contrôlés par arthrographie. *Rev Chir Orthop* 1995;81:514-26.
45. DeHaven KE. Decision-making factors in the treatment of meniscus lesions. *Clin Orthop* 1990;252:49-54.
46. DeHaven K, Lohrer W, Lovelock J. Long term results of open meniscal repair. *Am J Med* 1995;23:524-30.
47. Kohn D, Siebert W. Meniscus suture techniques: a comparative biomechanical cadaver study. *Arthroscopy* 1989;5: 324-7.
48. Rimmer H, Nawana N, Keene G, Percy M. Failure strenghts of different meniscal suturing techniques. *Arthroscopy* 1995;11:146-50.
49. Dervin G, Downing K, Keene G, McBride D. Failure strength of suture versus biodegradable arrow for meniscal repair: An in vitro study. *Arthroscopy* 1997;13:296-300.
50. Albrecht-Olsen P, Lind T, Kristensen G, Falkenberg B. Failure strength of new meniscus arrow repair technique: Biomechanical comparison with horizontal suture. *Arthroscopy* 1997;13:183-7.
51. Tingart M, Hoher J, Bouillon B, Tiling T. Meniscus refixation: suture or anchor? *Unfallchirurg* 2001;104:507-12.
52. Rubman M, Noyes F, Barber-Westin S. Arthroscopic repair of meniscal tears that extend into the avascular zone. A review of 198 single and complex tears. *Am J Sports Med* 1998;26:87-95.
53. Rosenberg T, Paulos L, Wnorowski D, Gurley W. *Arthroskopische Chirurgie: Meniskusrefixation und Meniskusheilung*. Orthopade 1990;19:82-9.
54. Jensen N, Riis J, Robertsen K, Holm A. Arthroscopic repair of the ruptured meniscus. One to 6.3 years follow-up. *Arthroscopy* 1994;10:211-4.
55. Sommerlath K. Results of meniscal repair and partial meniscectomy in stable knees. *Int Orthop* 1991;15:347-50.
56. Albrecht-Olsen P, Bak K. Arthroscopic repair of the bucket-handle meniscus. 10 failures in 27 stable knees followed for 3 years. *Acta Orthop Scand* 1993;64:446-8.
57. Eggli S, Wegmüller H, Kosina J, Huckell C, Jakob R. Long term results of arthroscopic meniscal repair. An analysis of isolated tears. *Am J Sports Med* 1995;23:715-20.
58. Biedert RM. Treatment of intrasubstance meniscal lesions: a randomized prospective study of four different methods. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2000;8:104-8.
59. Valen B, Molster A. Meniscal lesions treated with suture: A follow-up study using survival analysis. *Arthroscopy* 1994; 10:654-8.
60. Zhongnan Z, Yinkan X, Wenhing Z et al. Suture and immobilization of acute peripheral injuries of the meniscus in rabbits. *Arthroscopy* 1986;2:227-33.
61. Dowdy P, Miniaci A, Arnoczky S, Fowler P, Boughner D. The effect of cast immobilization on meniscal healing. An experimental study in the dog. *Am J Sports Med* 1995;23: 721-8.
62. Kawai Y, Fukubayashi T, Nishino J. Meniscal suture. An experimental study in the dog. *Clin Orthop* 1989;243:286-92.
63. Guisasola I, Forriol F, Vaquero J. Fenómenos reparativos en la zona avascular meniscal. *Cuadernos de Artroscopia*, 2000;7:9-14
64. Guisasola I, Vaquero J, Forriol F. Influencia de la inmovilización postoperatoria sobre las propiedades mecánicas de la reparación meniscal mediante sutura. Estudio experimental en corderos. *Rev Ortop Traumatol*, 2001;45:61-4.
65. Guisasola I, Vaquero J, Forriol F. Knee immobilization on meniscal healing after suture. An experimental study in sheep. *Clin Orthop* (en prensa).
66. Barber F, Gurwitz G. Inflammatory synovial fluid and absorbable suture strength. *Arthroscopy* 1988;4:272-7.
67. Barber F, Click J. The effect of inflammatory synovial fluid on the breaking strength of new «long lasting» absorbable sutures. *Arthroscopy* 1992;8:437-41.
68. Seil R, Rupp S, Kohn DM. Cyclic testing of meniscal sutures. *Arthroscopy* 2000;16:505-10.
69. Seil R, Rupp S, Jurecka C, Rein R, Kohn D. Effect of various suture strength factors on behavior of meniscus sutures in cyclic loading conditions. *Unfallchirurg* 2001;104:392-8.
70. Post WR, Akers SR, Kish V. Load to failure of common meniscal repair techniques: effects of suture technique and suture material. *Arthroscopy* 1997;13:731-6.
71. Arnoczky SP, Lavagnino M. Tensile fixation strengths of absorbable meniscal repair devices as a function of hydrolysis time. An in vitro experimental study. *Am J Sports Med* 2001;29:118-23.
72. Becker R, Schroder M, Starke C, Urbach D, Nebelung W. Biomechanical investigations of different meniscal repair implants in comparison with horizontal sutures on human meniscus. *Arthroscopy* 2001;17:439-44.
73. Walsh SP, Evans SL, O'Doherty DM, Barlow IW. Failure strengths of suture vs. biodegradable arrow and staple for meniscal repair: an in vitro study. *Knee* 2001;8:151-6.
74. Song EK, Lee KB. Biomechanical test comparing the load

- to failure of the biodegradable meniscus arrow versus meniscal suture. *Arthroscopy* 1999;15:726-32 .
75. Boenisch UW, Faber KJ, Ciarelli M, Steadman JR, Arnoczky SP. Pull-out strength and stiffness of meniscal repair using absorbable arrows or Ti-Cron vertical and horizontal loop sutures. *Am J Sports Med* 1999;27:626-31.
 76. Yasunaga T, Kimura M, Kikuchi S. Histologic change of the meniscus and cartilage tissue after meniscal suture. *Clin Orthop* 2001;387:232-40.
 77. Ishimura M, Samma M, Fijisawa Y. Arthroscopic repair of the meniscus tears with fibrin glue. *Arthroscopy* 1987; 12:31-6.
 78. Van Trommel M, Simonian P, Potter H. Arthroscopic meniscal repair with fibrin clot of complete radial tears of the lateral meniscus in the auricular zone. *Arthroscopy* 1998; 14:360-5.
 79. Forman S, Oz M, Lontz J, Treat M, Forman T, Kiernan H. Laser assisted fibrin clot soldering of human menisci. *Clin Orthop* 1995;310:37-41.
 80. Port J, Simon T, Jackson D. Preparation of an exogenous fibrin clot. *Arthroscopy* 1995;11:332-7.
 81. Port J, Jackson D, Lee T, Simon T. Meniscal repair supplemented with exogenous fibrin clot and autogenous cultured marrow cells in the goat model. *Am J Sports Med* 1996;24: 547-55.
 82. Zhongnan Z, Kaiyuan T, Yinkan X, Wenming Z, Zhentian L, Shihuan O. Treatment of longitudinal injuries in avascular area of meniscus in dogs by trephination. *Arthroscopy* 1988;4:151.
 83. Zhang Z, Arnold J, Williams T, McCann B. Repairs by trephination and suturing of longitudinal injuries in the avascular area of the meniscus in goats. *Am J Sports Med* 1995; 23:35-41.
 84. Gershuni DH, Skyhar MJ, Danzing LA, Camp J, Hargens AR, Akeson WH. Experimental models to promote healing of tears in the avascular segment of the canine knee menisci. *J Bone Joint Surg* 1989;71A:1363-70.
 85. Arnoczky S, Adams M, De Haven K, et al. Meniscus. En: Woo SL-Y, Buckwalter J.A., eds. *Injury and repair of the musculoskeletal soft tissues*. Park Ridge, IL, AAOS, 1988; p. 487-537.
 86. Kobuna Y, Shirakura K, Nijima M. Meniscal repair using a flap of synovium. An experimental study in the dog. *Am J Knee Surg* 1995;8:52-5.
 87. Cisa J, Basora J, Madarnas P, Ghibely A, Navarro A. Meniscal repair by synovial flap transfer: healing of the avascular zone in rabbits. *Acta orthop scand* 1995;66:38-40.
 88. Jitsuiki J, Ochi M, Ikuta Y. Meniscal repair by an interpositional free synovial autograft. An experimental study in rabbits. *Arthroscopy* 1994;10:659-66.
 89. Shirakura K, Nijima M, Kobuna Y, Kizuki S. Free synovium promotes meniscal healing. Synovium, muscle and synthetic mesh compared in dogs. *Acta Orthop Scand* 1997; 68:51-4.
 90. Ishimura M, Tamal S, Fujisawa Y. Arthroscopic meniscal repair with fibrin glue. *Arthroscopy* 1991;7:781-90.
 91. Ishimura M, Ohgushi H, Habata T, Tamai S, Fujisawa Y. Arthroscopic meniscal repair using fibrin glue. Part 1: Experimental study. *Arthroscopy* 1997;13:551-7.
 92. Hashimoto J, Kurosaka M, Yoshiya S, Hirohata K. Meniscal repair using fibrin sealant and endothelial cell growth factor. An experimental study in dogs. *Am J Sports Med* 1992; 20:537-41.
 93. White R, Abergel R, Lyons R. Laser welding: an alternative method of venous repair. *J Surg Res* 1986;41:260-3.
 94. Dew D, Supplik L, Darron C, Halpem S. Successful repair of scalpel induced wounds in swine meniscal cartilage using a software controlled 1.3 micron Nd:YAG laser. 38 th annual meeting 1992. *Orthop Trans* 1992;16:625.
 95. O'Meara P. Surgical techniques for arthroscopic meniscal repair. *Orthopaedic Review* 1993;22:781-90.
 96. Vangsness C, Akl Y, Marshall G, Subin W, Smith C. The effects of the Neodymium laser on meniscal repair in the avascular zone of the meniscus. *Arthroscopy* 1994;10:201-5.
 97. Klomp maker J, Veth RP, Jansen HW, Nielsen HK, de Groot JH, Pennings AJ, Kuijer R. Meniscal repair by fibrocartilage in the dog: characterization of the repair tissue and the role of vascularity. *Biomaterials* 1996;17:1685-91.
 98. Veth R, Jansen H, Leenslang J, Pennings A. Experimental meniscal lesions reconstructed with a carbon fiber-polyurethane-poly (L-lactide) graft. *Clin Orthop* 1986;202:286-93.
 99. Koukoubis T, Glisson R, Feagin J, Seaber A, Vail T. Augmentation of meniscal repairs with cyanoacrylate glue. *J Biomed Mater Res* 1995;29:715-20.
 100. Tsai C, Liu T, Liu C, Lim A. Meniscal repair with autogenous periosteum and fibrin adhesive system. *Chung Hua I Hsueh Tsa Chih (Taipei)* 1992;49:170-6.